



RAPPORT L.NR. 6190-2011



# Utredning av program for overvåking av klimaendringseffekter i ferskvann



## Norsk institutt for vannforskning

## RAPPORT

**Hovedkontor**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internett: www.niva.no

**Sørlandsavdelingen**

Jon Lilletuns vei 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Thormøhlensgate 53 D  
5006 Bergen  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 55 31 22 14

**NIVA Midt-Norge**

Pirsenteret, Havnegata 9  
Postboks 1266  
7462 Trondheim  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Utredning av program for overvåking av klimaendringseffekter i ferskvann	Løpenr. (for bestilling) 6190-2011	Dato September 2011
	Prosjektnr. Undernr. O-10423	Sider Pris 80
Forfatter(e) Øyvind Kaste, Odd Terje Sandlund (NINA), Ann Kristin Schartau (NINA), Erlend Moe (NVE), Lars Roald (NVE), Vibeke Svenne (NVE), Anne K. Fleig (NVE), Maia Røst Kile, Anders Hobæk	Fagområde Overvåking	Distribusjon Fri
	Geografisk område Norge	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Direktoratet for naturforvaltning (DN)	Oppdragsreferanse Steinar Sandøy
--	-------------------------------------

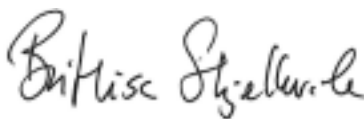
## Sammendrag

Klimaet er i endring, og dagens overvåkingsprogrammer for ferskvann er bare i begrenset grad i stand til å dokumentere og skille effekter av klimaendringer fra andre påvirkninger vassdragene utsettes for. Det har vært fokus på denne problemstillingen innen forskningsmiljøene og forvaltningen i lengre tid, og denne rapporten representerer et første forsøk på å skissere et landsomfattende program for overvåking av effekter av klimaendring på ferskvann. Det foreslås at et slikt overvåkingsprogram bygges som en modul innenfor Basisovervåkingen, der utvalget av lokaliteter bygger på eksisterende overvåkingsprogrammer med relevante tidsserier. Det er foreslått to alternative programmer med budsjettamme 7 og 3 mill kr, med hhv. 25 og 14 basislokaliteter fordelt på 6 ulike regioner (1. Øst-Norge (inkl. Sørlandet), 2. Vest-Norge, 3. Midt-Norge, 4. Høgfjellet i Sør-Norge, 5. Nordland/Troms og 6. Finnmark). Forslaget til overvåkingslokaliteter må betraktes som et foreløpig forslag. Endelig stasjonsutvalg og parametere vil først kunne avklares etter ytterligere detaljplanlegging og kostnadsberegning.

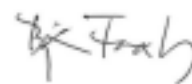
Fire norske emneord 1. Ferskvann 2. Klimaendringer 3. Overvåking 4. Lange dataserier	Fire engelske emneord 1. Freshwater 2. Climate change 3. Monitoring 4. Long-term data series
--	--



Øyvind Kaste  
Prosjektleder



Brit Lisa Skjelkvåle  
Forskningsdirektør



Bjørn Faafeng  
Seniorrådgiver

ISBN 978-82-577-5925-4

## **Utredning av program for overvåking av klimaendringseffekter i ferskvann**

## Forord

Prosjektet kom i stand i etterkant av en workshop om overvåking av klimaendringseffekter på ferskvann, som Direktoratet for Naturforvaltning (DN) arrangerte 17. juni 2010. DN har vært oppdragsgiver for prosjektet, og kontaktperson hos oppdragsgiver har vært Steinar Sandøy. NIVA har koordinert og gjennomført prosjektet i samarbeid med Norsk institutt for naturforskning (NINA) og Norges Vassdrags og Energidirektorat (NVE). Kontaktpersoner hos NINA og NVE har vært hhv. Odd Terje Sandlund og Erlend Moe.

En del av grunnlagsmaterialet for NIVAs bidrag til utredningen er hentet fra et internt grunnbevilgningsprosjekt NIVA gjennomførte i 2009, og hvor en rekke fagpersoner innen hydrologi, vannkjemi og vannbiologi var involvert. Prosjektet ble ledet av Anne Merete Sjøeng og organisert i form av to interne seminarer hvor en rekke NIVA-forskere bidro med faglige innlegg. Mange av de samme forskerne har kommet med faglige innspill til denne rapporten, bl.a. Kari Austnes, Dag Berge, Sigrid Haande, Anne Lyche-Solheim, Jarl Eivind Løvik, Marit Mjelde, Sigurd Rognerud, Susi Schneider, Heleen de Wit, og Dick Wright.

NINAs bidrag til utredningen er også basert på faktabidrag fra Arne J. Jensen, Ola Ugedal, Anders G. Finstad, Gunnar Halvorsen, Trygve Hesthagen og Morten Johansen som har ansvar for ulike pågående overvåkingsprogrammer i ferskvann og for FoU-prosjekter med fokus på effekter av klimaendringer i ferskvann. I tillegg er informasjon hentet inn fra Per-Arne Amundsen, NFH/UiT om relevante tidsserier i Troms og Finnmark og fra Arne Fjellheim, LFI/Uni Miljø om diverse tidsserier.

Det tas forbehold om at relevante tidsserier kan være utelatt, f.eks. data samlet inn ved universiteter og høyskoler, eller lokalt av kommuner, private virksomheter eller organisasjoner. Det har heller ikke vært ressurser til å innhente informasjon om erfaringer/planer knyttet til klimaovervåking i våre skandinaviske naboland eller andre land som det er relevant å sammenligne oss med.

Grimstad, september 2011

*Øyvind Kaste*  
Prosjektleder

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>8</b>
<b>Summary</b>	<b>9</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>10</b>
1.1 Bakgrunn og mål	10
1.2 Nasjonal vannovervåking i lys av Vannforskriften	11
<b>2. Regionale klimaframskrivninger for Norge; historiske og framtidige</b>	<b>12</b>
2.1 Historiske klimaendringer: 1900 – 2010	12
2.1.1 Temperatur	12
2.1.2 Nedbør	13
2.1.3 Avrenning	14
2.1.4 Flom	17
2.1.5 Tørke	17
2.2 Regionale klimaframskrivninger for Norge	18
2.2.1 Innledning	18
2.2.2 Hva finnes av hydrologiske framskrivninger?	19
2.3 Regionale endringer	20
2.3.1 Temperatur	20
2.3.2 Nedbør	20
2.3.3 Vannføring	24
2.3.4 Snø	25
2.3.5 Flom, tørke og erosjon	27
2.3.6 Is og isgang	27
<b>3. Nasjonale og regionale overvåkingsprogrammer</b>	<b>28</b>
3.1 Nasjonale programmer	28
3.2 Regionale og lokale programmer	31
3.3 Overvåking av miljøgifter i vann og biota	32
<b>4. Tidsserier med høy klimarelevans</b>	<b>33</b>
4.1 Meteorologiske data	33
Stasjonsnettet per i dag	34
4.2 Temperatur i jord og vann	35
4.3 Hydrologi	35
4.4 Sirkulasjonsforhold i innsjøer	36
4.5 Generell vannkjemi	37
4.6 Vannbiologi	38
4.7 Miljøgifter i vann, sediment og biota	42

<b>5. Programmer/stasjoner med integrert overvåking</b>	<b>43</b>
<b>6. Forslag til overvåkingsparametre og metodikk</b>	<b>47</b>
6.1 Generelt	47
6.2 Eksempler på klimasensitive parametre/indikatorer	47
6.3 Viktige fokusområder for overvåking av klimaendringseffekter på vann	48
6.4 Overvåkingsparametre og metodikk fordelt på fagområde	48
6.4.1 Meteorologi og atmosfæriske tilførsler	48
6.4.2 Hydrologi og vanntemperatur	48
6.4.3 Fysiske forhold	49
6.4.4 Vannkjemi	49
6.4.5 Vannbiologi	49
6.5 Overvåking ved hjelp av automatiske sensorer	50
<b>7. Forslag til overvåkingsprogram for klima</b>	<b>52</b>
7.1 Forslag til hovedstruktur	52
7.2 Forslag til program med budsjettramme 7 mill/år	53
7.3 Forslag til program med budsjettramme 3 mill/år	53
7.4 Tilleggsopsjoner (krever finansiering ut over gitte budsjettrammer)	58
7.4.1 Utnyttelse av eksisterende infrastruktur - kontinuerlig miljøovervåking	58
7.4.2 Klimaovervåking i store innsjøer knyttet til basisovervåkingen	58
7.4.3 Overvåking langs høydegradienter	58
7.4.4 Overvåking av spesialiserte krepsdyrarter med 'artisk-alpin' utbredelse	59
7.4.5 Aktuelle tiltak for å gjøre pågående overvåking mer klimarelevant	59
<b>8. Referanser</b>	<b>61</b>
<b>9. Vedlegg</b>	<b>67</b>
9.1 Basisovervåking i 2009-2010	67
9.2 Tidligere forslag til klimaovervåking i store innsjøer	69
9.3 Sur nedbør overvåkingen – stasjonsoversikt	72
9.4 Tiltaksovervåking i kalkede elver – stasjonsoversikt	77
9.5 NINAs elveserie for vannkjemisk overvåking – stasjonsoversikt	78
9.6 Elvetilførselsprogrammet RID – stasjonsoversikt	79
9.7 JOVA-programmet – stasjonsoversikt	81

## Sammendrag

Klimaet er i endring, og dagens overvåkingsprogrammer for ferskvann er bare i begrenset grad i stand til å dokumentere og skille effekter av klimaendringer fra andre påvirkninger vassdragene utsettes for. Problemstillingen har vært fokusert på innen forskningsmiljøene og forvaltningen i lengre tid, og denne rapporten representerer et første forsøk på å skissere et landsomfattende program for overvåking av klimaendringseffekter på ferskvann.

Målet med utredningen har vært å:

- gi et godt grunnlag for å komme i gang med et overvåkingsprogram i ferskvann med fokus på klima
- identifisere eksisterende overvåkingsserier som kan si noe om klimautvikling og mulige effekter på biologisk mangfold i ferskvann
- komme med forslag til fysisk-kjemiske og biologiske overvåkingsparametre og anbefalinger om overvåkingsmetodikk og frekvens for de ulike parametrene
- vurdere i hvilken grad eksisterende dataserier kan styrkes med nye klimarelaterte parametere for å ivareta klimaaspektet

Forslag til program er basert på to ulike budsjettnivåer: ett nivå med en ramme på 3 mill. kroner pr. år og ett med en ramme på 7 mill. kroner pr. år. Programmet inkluderer overvåkingslokaliteter i ulike deler av Norge, delvis basert på forventet utvikling av temperatur og nedbør i forskjellige regioner. Følgende regioner skal være representert: 1. Øst-Norge (inkl. Sørlandet), 2. Vest-Norge, 3. Midt-Norge, 4. Høgfjellet i Sør-Norge, 5. Nordland/Troms og 6. Finnmark.

Rapporten gir innledningsvis en kort oversikt over de mest sannsynlige klimasceneriene for ulike deler av Norge de nærmeste 100 årene, gitt ulike utslippsnivåer av klimagasser. Som en basis for det foreslåtte overvåkingsprogrammet for klimaendringseffekter på ferskvann, er det gitt en oversikt over nasjonale og regionale overvåkingsprogrammer som enten inneholder lange dataserier, eller som representerer en stor bredde i forhold til undersøkte fysiske/kjemiske variable og biologiske kvalitetselementer. Det er også gitt en oversikt over aktuell overvåkingsmetodikk, foretatt en vurdering av antatt klimasensitive variable og gjort et forsøk på å formulere noen viktige fokusområder/prinsipper ved design av et overvåkingsprogram knyttet til klima og vann.

Det foreslås at overvåkingsprogrammet for klimaendringseffekter i ferskvann bygges som en modul innenfor Basisovervåkingen der utvalget av lokaliteter baseres blant annet på eksisterende/tidligere overvåkingsprogrammer med relevante tidsserier. Programmet inkluderer overvåkingslokaliteter i ulike deler av Norge, basert på forventet ulik utvikling av temperatur og nedbør i forskjellige regioner. Det er foreslått to alternative programmer med budsjettamme 7 og 3 mill kr, med hhv. 25 og 14 basislokaliteter fordelt på 6 ulike regioner (inkludert ca. 10 % til administrasjon, databearbeiding og rapportering). Det er lagt vekt på videreføring av viktige langtidsserier, kontinuerlig overvåking av fysisk/kjemiske variable på et utvalg lokaliteter, samt god bredde og tidsoppløsning på overvåking av biologiske kvalitetselementer. For noen elvelokaliteter er det lagt opp til flere stasjoner for biologisk overvåking langs en høydegradient fra fjell til fjord. Forslaget til overvåkingslokaliteter må betraktes som et foreløpig forslag. Endelig stasjonsutvalg og overvåkingsparametere vil først kunne framkomme etter detaljplanlegging og nøyere kostnadsberegning av undersøkelsene på den enkelte lokalitet. Dersom budsjettmessige forhold krever en sterkere prioritering mellom regioner, anbefales det å fokusere på områder/vanntyper som antas å bli sterkest berørt av fremtidige klimaendringer, dvs. nordområdene (region 5 og 6), høgfjellet i Sør-Norge (region 4) og lavlandsvassdrag under marin grense (forekommer både innenfor region 1, 2 og 3).

I tillegg til det foreslåtte grunnprogrammet er foreslått tilleggsaktiviteter knyttet til:

- Overvåking av store innsjøer knyttet til basisovervåkingen
- Systematisk biologisk overvåking langs høydegradienter (ut over grunnprogrammet)
- Tiltak for å gjøre pågående overvåking mer klimarelevant

Disse aktivitetene vil kreve tilleggsfinansiering ut over budsjettene som er gitt innledningsvis.

## Summary

Title: Proposed programme for monitoring of climate change effects on Norwegian freshwater ecosystems

Year: 2011

Authors: Øyvind Kaste, Odd Terje Sandlund, Ann Kristin Schartau, Erlend Moe, Lars Roald, Vibeke Svenne, Anne K. Fleig, Maia Røst Kile, Anders Hobæk

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-5925-4

Climate change is already taking place, and the present monitoring programmes are often limited in terms of distinguishing between climate effects and other human pressures. Norwegian water managers and water scientists have been aware of this for several years, and the present report makes a first attempt to sketch a national monitoring programme for climate change effects on Norwegian water bodies. We suggest that the new monitoring programme is built on top of the national surveillance monitoring programme (cf. EUs Framework Directive for Water) and ongoing monitoring programmes with long-term data series and/or integrated hydrophysical, -chemical and -biological investigations. We propose two alternative programmes with annual budgets of 7 and 3 mill NOK, including 25 and 14 monitoring sites, respectively, distributed on 6 regions (1. Eastern Norway, 2. Western Norway, 3. Middle Norway, 4. Mountains in Southern Norway, 5. Nordland/Troms counties, and 6. Finnmark county).



# 1. Innledning

## 1.1 Bakgrunn og mål

Klimaframskrivningene viser at ulike deler av Norge trolig vil oppleve noe ulike endringer av klimaforhold. De nærmeste 10-20 årene vil likevel den naturlige klimavariabiliteten sannsynligvis dominere over menneskeskapte klimaendringer. Ulike ferskvannslokaliteter vil i tillegg ha forskjellig følsomhet for endringer i klima.

Direktoratet for naturforvaltning (DN) planlegger å sette i gang et overvåkingsprogram som kan gi kunnskap om effekter av eventuelle klimaendringer på fysiske, kjemiske og biologiske forhold i ferskvann. Et program for overvåking av effekter av klimaendringer vil bli sett i sammenheng med øvrig ferskvannsovervåking i Norge, og forslag til nye lokaliteter, indikatorer og parametere vil i størst mulig grad bli knyttet opp mot eksisterende overvåkingsserier og forslag til nytt nettverk for basisovervåking i ferskvann i forbindelse med gjennomføring av Vannforskriften.

Naturindeksen for Norge ([www.dirnat.no](http://www.dirnat.no)) har som mål av seg å fange opp evt. endringer i det biologiske mangfoldet som følge av ulike menneskeskapte påvirkninger. Det er utviklet en egen indeks for ferskvann, men indikatorene som inngår i denne i dag er ikke valgt ut spesielt med tanke på følsomhet for klimaendringer. For videreutvikling av naturindeksen er det behov for geografisk representative overvåkingsdata av høy kvalitet som er egnet til å fange opp ulike typer påvirkninger, herunder effekter av klimaendringer.

Det eksisterer en del lange måleserier allerede, som er aktuelt å bygge på i et overvåkingsprogram for klimaendringseffekter i ferskvann. De lengste seriene er innenfor meteorologi og hydrologi (tilbake til 1870-årene for noen meteorologiske stasjoner). De eldste seriene med vanntemperatur begynner etter 1945 i NVE's databaser. Signifikante endringer i lufttemperatur, nedbør og snø vil direkte si noe om det har skjedd endringer i klima. Endringer i vannføringsforhold kan bare indirekte si noe om det har skjedd endringer i klima, men her kan også arealbruksendringer i nedbørfeltet og eventuelle kraftreguleringer bety vel så mye.

For biologi og kjemi i ferskvann finnes enkelte ubrutte måleserier som har gått fra 1970- og 1980-årene og fram til i dag (Løbersli 2003). Kjemiske data vil kunne si noe om klimaet har hatt virkninger på terrestriske eller akvatiske biogeokjemiske prosesser, mens biologiske data vil kunne si noe om endringene har hatt økologiske effekter.

I forbindelse med planleggingen av overvåkingsprogrammet for klimaendringseffekter ønsker DN å få laget en utredning som:

- kan gi et godt grunnlag for å komme i gang med et overvåkingsprogram i ferskvann med fokus på klima
- identifisering av eksisterende overvåkingsserier som kan si noe om klimautvikling og mulige effekter på biologisk mangfold i ferskvann
- komme med forslag til fysisk-kjemiske og biologiske overvåkingsparametre og anbefalinger om overvåkingsmetodikk og frekvens for de ulike parametrene
- vurderer i hvilken grad eksisterende dataserier kan styrkes med nye klimarelaterte parametere for å ivareta klimaaspektet

Vårt forslag for klimaovervåking i ferskvann baseres på to ulike budsjettnivåer: ett nivå med en ramme på 3 mill. kroner pr. år og ett med en ramme på 7 mill. kroner pr. år. Programmet inkluderer overvåkingslokaliteter i ulike deler av Norge, delvis basert på ulik utvikling av temperatur og nedbør i

forskjellige regioner. Følgende regioner skal være representert: 1. Øst-Norge, 2. Vest-Norge, 3. Midt-Norge, 4. Høgfjellet i Sør-Norge, 5. Nordland/Troms og 6. Finnmark.

Alle disse regionene skal være representert i programmet med den mest omfattende budsjettammen. Innenfor den minste budsjettammen kan enkelte regioner bli svakere representert, og eventuelt ikke inkludert i det hele tatt.

## 1.2 Nasjonal vannovervåking i lys av Vannforskriften

EU's Rammedirektiv for vann ([Vanndirektivet](#)) er nå integrert i norsk lovverk ved "Forskrift om rammer for vannforvaltningen", heretter omtalt som [Vannforskriften](#), som ble vedtatt av regjeringen den 15. desember 2006.

Vannforskriften setter som mål at minst god tilstand i vannforekomstene skal være nådd seinest i 2015 for vannområder i første planperiode, og innen 2021 for resten av landet. Risikoen for ikke å nå miljømålet uten belastningsreducerende tiltak er vurdert i karakteriseringsarbeidet basert på eksisterende data. Etter karakteriseringen kontrolleres tilstanden med overvåking for å undersøke om denne endres gitt de viktigste belastningene. Det er to hovedtyper av overvåking; basisovervåking og tiltaksovervåking, og Vannforskriften setter ulike krav til hvor det skal overvåkes og hva som skal overvåkes. I tillegg kan man gjennomføre problemkartlegging / supplerende undersøkelser ved behov.

Basisovervåkingen (surveillance monitoring sensu Vanndirektivet) omfatter både overvåking av referansestasjoner, dvs. lokaliteter tilnærmet upåvirket av menneskelig virksomhet, (referanseovervåking) og overvåking av langsiktige endringer som følge av omfattende menneskelig virksomhet (i Overvåkingsveilederen kalt trendovervåking). Både referanseovervåkingen og overvåkingen av påvirkede vannforekomster skal gjennomføres på en slik måte at eventuelle endringer over tid (trender), herunder effekter av klimaendringer, kan avdekkes med rimelig grad av sikkerhet.

Basisovervåking omfatter generelle storskala endringer og skal inkludere store vannforekomster, vannforekomster der det er betydelig forurensningsbidrag over landegrensene, samt vannforekomster som bidrar til forurensning av det marine miljø (se Overvåkingsveilederen kap. 6.1; [www.vannportalen.no](http://www.vannportalen.no)). Samtidig skal stasjonsnettet for basisovervåking være tilstrekkelig til å vurdere overflatevannets samlede tilstand i regionen, blant annet for å tilfredsstille Norges rapporteringsforpliktelser til EEA (EIONET) og ESA (EFTA-landenes kontrollorgan). Det er derfor forslått at basisovervåkingsnettverket bør inkludere et representativt utvalg av små/mellomstore, påvirkede vannforekomster (se Schartau mfl. 2009). Det ble i denne sammenheng valgt å fokusere på de viktigste påvirkningstypene i Norge, som er eutrofiering, forsuring og vassdragsreguleringer (hydromorfologiske endringer). Basisovervåkingen er tenkt å være en videreføring og en utvidelse av de nasjonale overvåkingsprogrammene i Norge, slik som RID-elvetilførselsprogrammet, vannkjemiske og biologiske effekter av langtransporterte forurensninger og EUREGI (Regional eutrofieringsovervåking), tilpasset Vannforskriftens krav.

Tiltaksovervåkingen vil også kunne omfatte nasjonal overvåkingsvirksomhet, slik som effekter av kalking i laksevassdrag, men kanskje særlig overvåking som skjer i regi av regionale og lokale myndigheter, organisert gjennom vannregioner og vannområder.

Basisovervåking kjennetegnes med få (faste) stasjoner, lav prøvetakingsfrekvens og at alle parametere (kvalitetselementer) skal overvåkes. Tiltaksovervåkingen kjennetegnes ved hyppigere prøvetaking sammenlignet med basisovervåkingen, men omfatter ofte kun et utvalg av de aktuelle kvalitetselementene og parametrene.

## 2. Regionale klimaframskrivninger for Norge; historiske og framtidige

### 2.1 Historiske klimaendringer: 1900 – 2010

”For klimavariabler som temperatur og nedbør er det er store variasjoner fra år til år og fra tiår til tiår. Variasjoner på denne tidsskalaen skyldes i hovedsak naturlige variasjoner i klimasystemet. Men mange tidsserier fra de siste 100–150 år viser også langtidstrender, som er en kombinasjon av både naturlige og menneskeskapte klimapådriv.” (Hanssen-Bauer mfl. 2009).

#### 2.1.1 Temperatur

”Årsmiddeltemperaturen for fastlands- Norge har økt med ca. 0,8 °C de siste hundre årene, og mest om våren. Det har vært perioder med både stigende og fallende temperatur, men siden 1965 har temperaturen økt med ca. 0,4 °C per tiår. Vekstsesongen har blitt lengre over hele landet, og fyringsgraddagssummen har avtatt.” (Hanssen-Bauer mfl. 2009).

Hanssen-Bauer mfl. (2009) delte Norge inn i seks regioner (se **Figur 1**), der langtidsutviklingen av temperatur innen regionen hadde vært noenlunde den samme. **Tabell 1** viser at den største lineære økningen i årstemperatur siden år 1900 har forekommet i region 3 (Trøndelag) og 4 (Nordland/Troms), og at oppvarmingen i alle landets regioner har vært størst om våren og i de fleste regioner minst om vinteren. I region 5 er det endog en negativ (ikke statistisk signifikant) trend i vintertemperatur i perioden 1900–2008.” (Hanssen-Bauer mfl. 2009).



**Figur 1.** Temperaturregioner (Hanssen-Bauer mfl. 2009).

**Tabell 1.** Trender (°C per tiår) i års- og årstidstemperatur for perioden 1900–2008. Trender signifikante på 1% nivå markert med uthevet skrift. \*Sammensatt serie (1912–2008) fra Longyearbyen/Svalbard lufthavn. (Hanssen-Bauer mfl. 2009).

Region	1	2	3	4	5	6	Norge	Svalbard*
År	<b>0,08</b>	<b>0,05</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	0,06	<b>0,07</b>	<b>0,08</b>	<b>0,23</b>
Vinter	0,04	0,04	0,09	0,08	-0,04	0,04	0,07	0,21
Vår	<b>0,11</b>	<b>0,07</b>	<b>0,11</b>	<b>0,13</b>	0,13	<b>0,12</b>	<b>0,11</b>	<b>0,46</b>
Sommer	0,06	0,03	0,06	<b>0,08</b>	0,07	<b>0,05</b>	<b>0,06</b>	<b>0,1</b>
Høst	<b>0,08</b>	<b>0,07</b>	0,1	<b>0,11</b>	0,06	<b>0,08</b>	<b>0,08</b>	<b>0,16</b>

### 2.1.2 Nedbør

”For fastlands-Norge har årsnedbøren økt med nesten 20 % siden år 1900, med størst økning om vinteren og minst om sommeren. Årsnedbøren har økt mest på Vestlandet. For stormhyppighet i våre hav og kystområder er det ingen klar trend siden 1880. Snøsesongen er blitt kortere de fleste steder.” (Hanssen-Bauer mfl. 2009).

Hanssen-Bauer og Førland (1998) delte Norge inn i 13 regioner (se **Figur 2**) der langtidsutviklingen av nedbør innen regionen hadde vært noenlunde den samme. ”Langtidsutviklingen av årsnedbør for fastlands-Norge etter 1900 viser at det har vært store variasjoner både fra år til år (avvik på opptil ±25 % fra middelverdien for 1961–90) og på dekadeskala. Det har vært en økning i nedbørnivået i Norge gjennom de siste hundre år, og spesielt fra slutten av 1970-tallet. For fastlands-Norge har årsnedbøren økt med nesten 20 prosent siden år 1900 (se **Tabell 2**). Årsnedbøren har økt mest på Vestlandet, der økningen både i region 4, 5 og 6 er på ca. 20 prosent i løpet av de siste hundre år, mens den lineære trenden i region 13 (Varangerhalvøya) er tilnærmet lik null. På stasjonene i Arktis er økningen betydelig større. For en sammensatt serie for Longyearbyen-området tilsvarende endringen i årsnedbør i perioden 1912–2008 en økning på 24% i løpet av hundre år. Tabellen viser ellers at nedbørøkningen for fastlands-Norge har vært størst om vinteren (24% økning i løpet av hundre år) og minst (8%) om sommeren. I Longyearbyen var det størst økning (tilsvarende 47% i løpet av hundre år) om sommeren og en svak (ikke signifikant) negativ trend om vinteren. I regionene 1–5 er det høstnedbøren som har økt mest, i regionene 6–8 vårnedbøren, og i region 9, 10, 11 og 12 vinternedbøren. For samtlige regioner i Sør-Norge (1–10) er det minst økning i sommernedbør (i region 3 endog negativ trend sommerstid), mens det i region 11 og 12 er minst økning om høsten. I region 13 er det tendens til minkende nedbør vår og vinter.” (Hanssen-Bauer mfl. 2009).



**Figur 2.** Nedbørregioner (Hanssen-Bauer mfl. 2009)

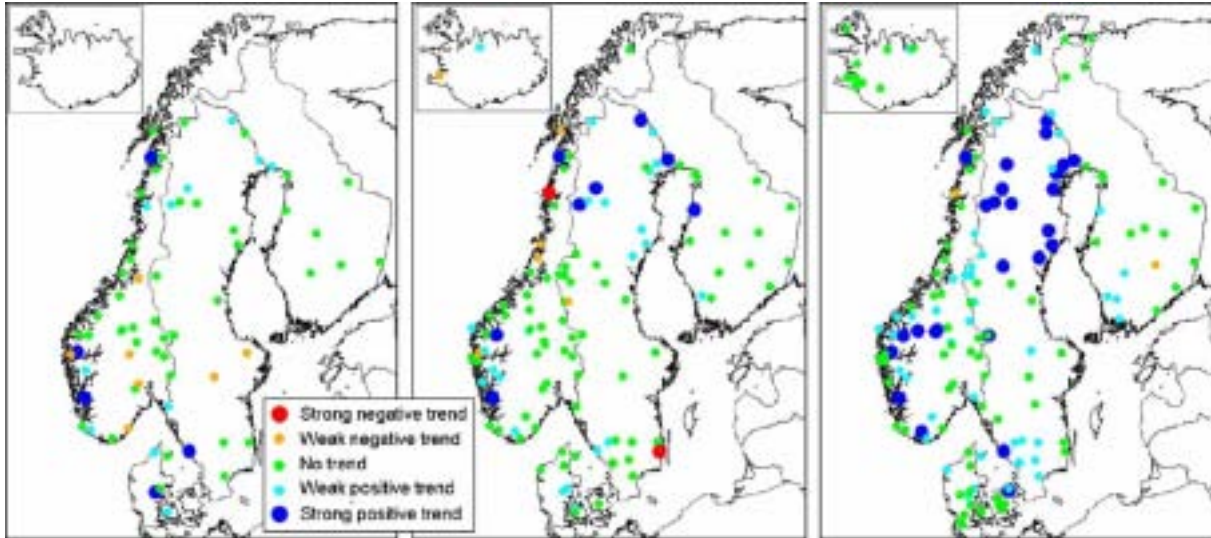
**Tabell 2.** Trender (prosent per tiår) i års- og årstidsnedbør for perioden 1900–2008. Trender signifikante på 1 % nivå markert med uthevet skrift. \* Sval er en sammensatt serie (1912–2008) fra Longyearbyen/Svalbard lufthavn. (Hanssen-Bauer mfl. 2009).

Region	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Norge	Sval*
År	2,1	1,3	0,9	2,0	2,0	2,0	<b>1,6</b>	1,8	<b>1,5</b>	<b>1,8</b>	<b>1,9</b>	1,7	0,0	<b>1,7</b>	<b>2,4</b>
Vinter	2,8	1,4	0,8	2,3	2,5	2,4	1,5	2,9	2,9	2,9	2,8	<b>2,7</b>	-1,4	<b>2,4</b>	-0,7
Vår	1,7	1,5	0,4	1,5	2,0	2,3	<b>2,5</b>	2,1	1,6	<b>2,3</b>	<b>1,7</b>	<b>2,0</b>	-0,8	1,9	2,1
Sommer	1,1	0,1	-0,2	0,7	0,5	0,8	0,7	0,8	0,6	1,0	<b>1,9</b>	1,6	<b>1,9</b>	0,8	<b>4,7</b>
Høst	2,8	2,4	1,9	<b>2,9</b>	<b>2,6</b>	2,2	2,4	1,6	1,5	1,4	1,3	0,9	0,1	<b>1,9</b>	<b>3,5</b>

### 2.1.3 Avrenning

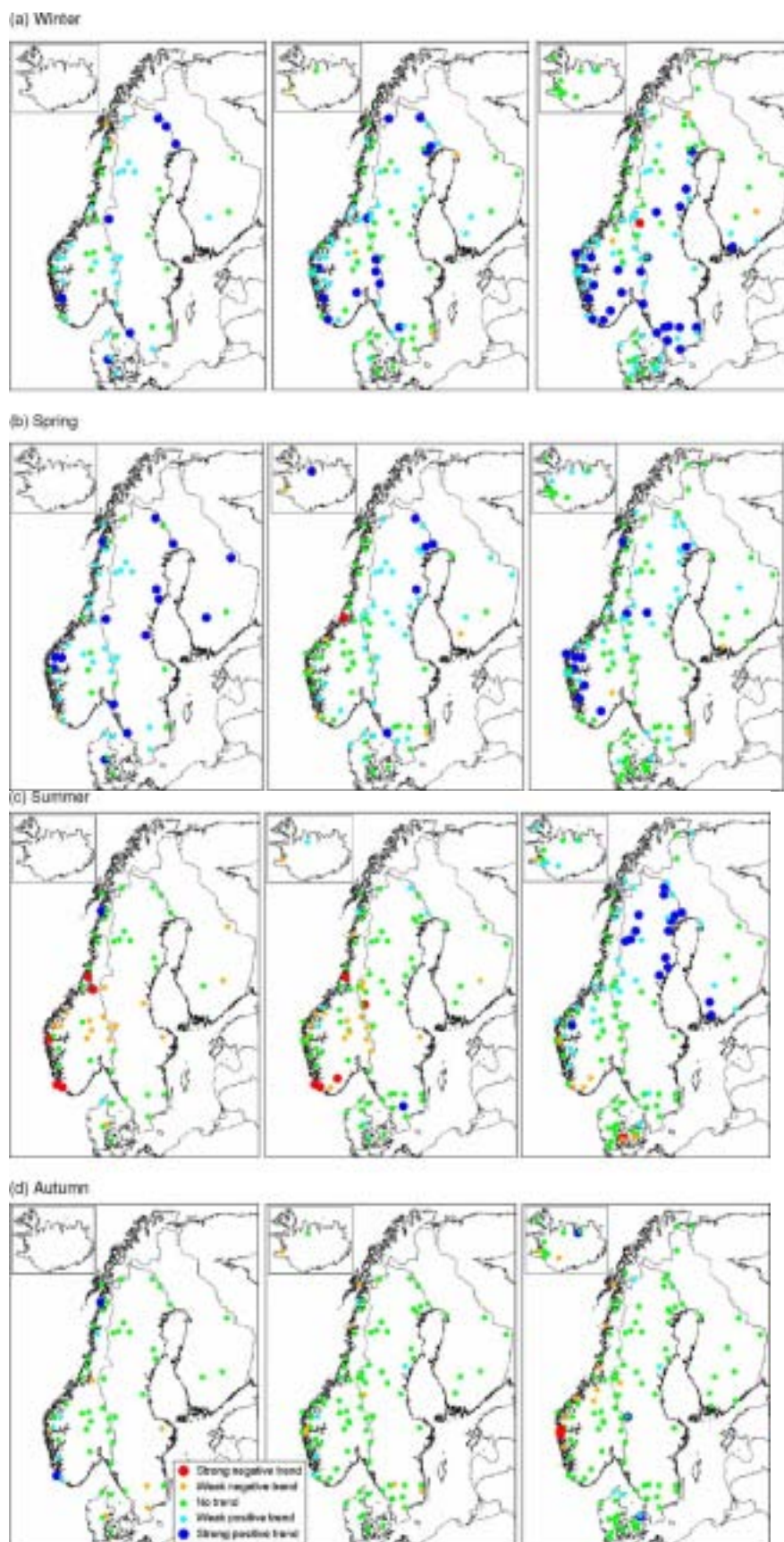
”Vannføringen varierer mye fra år til år og tiår til tiår. Den observerte temperaturøkningen har generelt ført til økt vannføring om vinteren og våren og tidligere snøsmelting. Det er tendenser til at Sørøstlandet har fått lengre perioder med lav vannføring om sommeren” (Hanssen-Bauer mfl. 2009).

Wilson mfl. (2010) undersøkte endringer i vannføring i Norden de siste 100 år ved å se på trender over tre forskjellige perioder: 1920-2005, 1941-2005 og 1961-2000. For årsavrenningen i Norge fant de en økende trend på Vestlandet og deler av Nordland over alle tre perioder (**Figur 3**). Sterkt økende trender er observert for stasjoner med bre i nedbørfeltet over den siste perioden (1961-2000). Disse økningene i avrenning skyldes økning i nedbør og temperatur siden midten av 1960-tallet. I resten av Norge var det stort sett ingen trender. Generelt er det viktig å være bevisst på den sterke innflytelsen fra de første og siste år i perioden for trendanalyser, siden bare en kort periode med noe få våte/tørre (varme/kalde) år i begynnelsen eller slutten kan være årsak til en tilsynelatende langtidstrend.



**Figur 3.** Trender i årsavrenning for tre perioder: 1920–2005 (venstre), 1941–2005 (midten) og 1961–2000 (høyre) (Nytrykket fra Wilson mfl. 2010, side 340, med tillatelse av Elsevier).

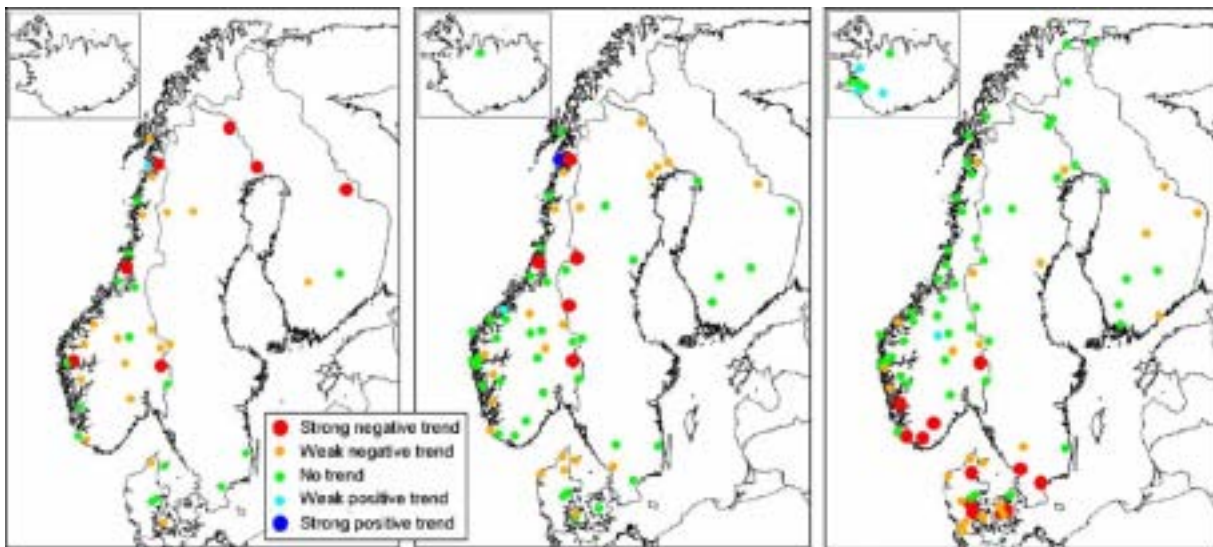
Fordelt på sesongavrenning blir trendene litt annerledes (**Figur 4**; Wilson mfl. 2010). Om vinteren er det en økning i avrenning i store deler av Sør-Norge over alle tre perioder, med unntak av stasjonene i de vestre og nordlige delene av Østlandet. Spesielt sterke, positive trender observeres for den korteste perioden (1961-2000). I Nord-Norge er det kun svake trender om vinteren. Om våren er det også observert økende trender over store deler av landet for den lengste perioden (1920-2005), mens det er nesten ingen trender og bare noe få minkende trender på Vestkysten av Sør-Norge i perioden 1941-2005. I den korteste perioden er det igjen observert sterk økende avrenning på Vestlandet og en svak eller sterk økning på enkelte stasjoner rundt i landet. Ellers er det ingen trender i denne perioden. Om sommeren minket avrenningen i Sør-Norge over de to lengste periodene, mens det ble observert både svakt minkende (Sørlandet) og økende (deler av Vestlandet) trender i perioden 1961-2000. På Østlandet er det stort sett ingen trender i denne perioden og i Nordland en blanding av svak økende eller ingen trender. Også om høsten er det få, tydelige trender i noen av periodene. Kun langs Vestlandskysten er det noen økende trender for den lengste perioden, mens det er flere stasjoner med avtakende trender for den korteste perioden.



**Figur 4.** Trender i sesongavrenning for tre perioder: 1920–2005 (venstre), 1941–2005 (midten) og 1961–2000 (høyre) (Nytrykket fra Wilson mfl. 2010, side 341-342, med tillatelse av Elsevier).

### 2.1.4 Flom

Trendene i størrelse og tidspunkt for høstflommen varierer lokalt og mellom periodene (Wilson mfl. 2010). For den lengste perioden (1920-2005) viser cirka halvparten av stasjonene i Sør- og Midt-Norge en minkende trend i flomstørrelsen. Mange av disse trendene er imidlertid ikke synlig over de to kortere perioder, mens en minkende trend blir observert langs Vestkysten. I indre deler av Sør-Norge er det observert en trend mot senere høstflom. For vårflommen er det ikke observert noen systematiske trender i størrelse, men spesielt over den lengste perioden er det en trend mot tidligere vårflo i store deler av landet (**Figur 5**). For den korteste perioden (1961-2000) er denne trenden kun synlig på Sørlandet, men der som en sterk trend.

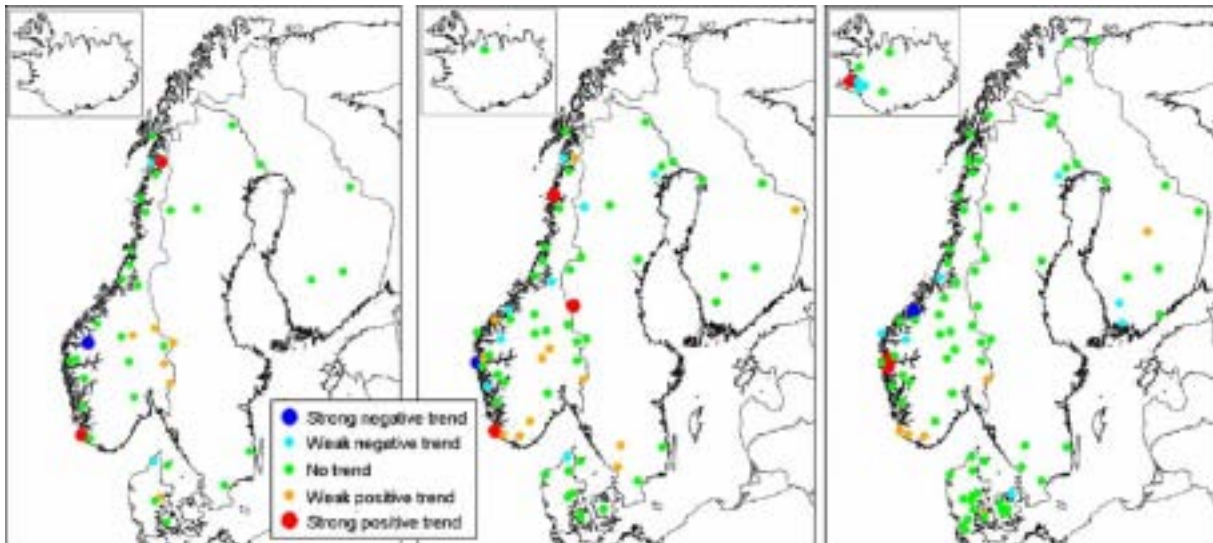


**Figur 5.** Trender i tidspunkt av vårflo for tre perioder: 1920–2005 (venstre), 1941–2005 (midten) og 1961–2000 (høyre) (Nytrykket fra Wilson mfl. 2010, side 343, med tillatelse av Elsevier).

### 2.1.5 Tørke

Trendene i tørkestørrelse (deficitvolum) varierer litt mellom de tre perioder (**Figur 6**; Wilson mfl. 2010). Men generelt viser det en trend mot et større deficitvolum (dvs. mer alvorlig tørke), spesielt på Øst- og Sørlandet. Ved noen stasjoner på Vestlandet blir det også observert en minkende trend. Varighet og deficitvolum av tørke henger sterk sammen, og liknende trender er også observert for tørkevarighet (ikke vist).





**Figur 6.** Trender i deficitvolum (tørke) for tre perioder: 1920–2005 (venstre), 1941–2005 (midten) og 1961–2000 (høyre) (Nytrykket fra Wilson mfl. 2010 side 343, med tillatelse av Elsevier).

## 2.2 Regionale klimaframskrivninger for Norge

### 2.2.1 Innledning

Framskrivning av temperatur, nedbør og andre meteorologiske variabler og bruk av disse dataene til å lage framskrivninger av ulike hydrologiske variabler er resultatet av en prosess i mange trinn. Til grunn for de meteorologiske framskrivningene ligger scenarier for framtidig politisk og økonomisk utvikling. Med utgangspunkt i disse er det laget scenarier for økning av konsentrasjonen av drivhusgasser fram mot år 2100.

Disse scenarioene er lagt inn i koblede globale hav-atmosfære klimamodeller. Disse har begrenset romlig oppløsning. Norsk topografi varierer mye over små avstander. Dette har betydning for lokalklimaet på de enkelte stedene i Norge. For å få til en bedre romlig oppløsning og en mer realistisk beskrivelse av klimavariabler i Norge, er det nødvendig å nedskalere resultatene fra de globale modellene til en regional skala. Dette kan gjøres ved bruk av en regional klimamodell over området av interesse (dynamisk nedskalering). Ved met.no har HIRHAM-modellen blitt benyttet (Haugen og Haakenstad, 2006). Den romlige oppløsningen har vært 55 x 55 km, men nå foreligger også framskrivninger med oppløsning 25 x 25 km. En alternativ metode er bruk av empirisk-statistiske modeller som bygger på at det finnes sammenhenger mellom storstilt klima og lokale forhold basert på historiske observasjoner. Dersom en global modell gir en rimelig realistisk beskrivelse av de storstilte forhold, er det mulig å beregne et realistisk lokalklima. Benestad og Hanssen-Bauer (2009) beskrev en rekke slike metoder. Benestad (2002) viste at slike metoder egner seg godt til å beregne samlinger (ensembler) av temperatur og nedbørfamskrivninger.

Hydrologiske framskrivninger bygger på tidsserier av daglig temperatur og nedbør. Disse dataseriene kan være knyttet til vær- og klimastasjoner eller være beregnet for et rutenett (gridceller) over et nedbørfelt, en region eller hele Norge. Til grunn for beregning av ulike hydrologiske variable ligger HBV-modellen, enten i form av nedbørfeltmodeller som de som brukes i flomvarslingen eller ved bruk av modellen i en rutebasert form (Beldring mfl. 2003). I Norge blir sesongfordelingen av vannføringen i vassdragene styrt av oppbyggingen og avsmeltingen av snødekket. For å kunne beskrive dette rimelig bra med norsk topografi, har det vært nødvendig å arbeide med en oppløsning på 1 x 1 km i rutenettversjonen av modellen.

Av de to nedskaleringemetodene, dynamisk og empirisk, er det brukt framskrivninger av temperatur og nedbør produsert ved dynamisk nedskalering i den hydrologiske modellen. Oppløsningen på 55 x 55 km er alt for grov for den hydrologiske modelleringen, og det er derfor utviklet en metode til å justere framskrivningene i en gridcelle til lokale vær- eller klimastasjoner i samme celle (Engen-Skaugen, 2007). Framskrivning av vannføring og andre hydrologiske variable er lagret som tidsserier på den hydrologiske databasen HYDRA II for utvalgte nedbørfelt. Resultater fra den rutenettmodellen kan vises i kartform (Beldring mfl. 2006).

Klimaframskrivningen blir beregnet ved at klimamodellene kjøres for en kontrollperiode som representerer referanseklimaet og en scenarioperiode. Alternativt kan modellen kjøres over et langt tidsrom med gradvis økning av konsentrasjonen av drivhusgasser (transient framskrivning).

### **2.2.2 Hva finnes av hydrologiske framskrivninger?**

De første framskrivningene av framtidig vannføring i utvalgte norske vassdrag ble utarbeidet som et bidrag til den interdepartementale klimautredningen i 1990 (Sælthun mfl. 1990). Arbeidet ble videreført gjennom prosjektet "Climate change impacts on runoff and hydropower in the Nordic countries" (Sælthun mfl. 1998). Framskrivningene som beskrives i det følgende er et resultat av prosjektene "Klimautvikling og kraftproduksjon" (Roald mfl. 2002), "Klimaprediktabilitet på en skala fra 0 til 100 år" (Engen-Skaugen mfl. 2005; Roald mfl. 2006) for Energibedriftenes Landsforening, de Nordiske Energiforskningsprosjektene "Climate and Energy" (Fenger, 2007) og "Climate and Energy Systems" (sluttrapport under utarbeidelse).

NVE har i samarbeid med met.no utarbeidet framskrivninger av framtidig vannføring i utvalgte felt i Norge. Arbeidet har gått i flere faser etter hvert som metodikken er blitt utviklet. De første framskrivningene ble laget for perioden 2030-2049 med perioden 1980-1999 som kontrollperiode (Roald mfl. 2002). Grunnlaget var framskrivninger av lufttemperatur og nedbør basert på modellen ECHAM4 drevet med utslippsscenario IS92A. Daglig vannføring, fordampning, snø og grunnvannsindeks er ble simulert dels ved bruk av en tradisjonell nedbørfeltversjon av HBV-modellen og dels ved en distribuert versjon av samme modell. Modellene ble drevet av daglige temperatur og nedbørserier observert eller tilpasset etter nedskalering til 52 meteorologiske stasjoner. Det ble beregnet daglige tidsserier for vannføring i 42 uregulerte nedbørfelt. Middelverdier, standardavvik og ekstremer ble beregnet for så vel kontroll- som framskrivningsperioden for hele året og de fire årstidene.

Det ble senere utarbeidet framskrivninger av framtidig vannføring og andre hydrologiske elementer i 23 nedbørfelt for perioden 2071-2100 (Engen-Skaugen mfl. 2005; Roald mfl. 2006). Grunnlaget var nedskalerte klimaserier basert på ECHAM4 og utslippsscenario B2 og på HadleyAM3 og utslippsscenarioene A2 og B2. Parallelt ble det arbeidet med framskrivninger for Norden i prosjektet Climate and Energy. Absolutte verdier og prosentvise endringer er framstilt i kartform (Beldring mfl. 2006) for alle de nordiske land unntatt Danmark. Det er nå etablert framskrivninger for 118 norske nedbørfelt basert på de globale modellene ECHAM 4 og ECHAM5 fra Max-Planck-instituttet i Hamburg, HadAm3H og HadCM3 fra Hadleysenteret i England og BCM fra Bjerknessenteret i Bergen. Det finnes også transiente framskrivninger for perioden 1951-2099 for ECHAM5-modellen, 1951-2050 for HadCM3-modellen og 1961-2099 for BCM, alle basert på utslippsscenario A1b.

Framskrivningene er brukt i flere studier, blant annet i ett for Landbrukets sentralforvaltning (Førland, 2007, Førland mfl. 2007) som underlag for endring i lov om naturskade og i en rapport om klimaendring i Osloregionen (Vevatne og Westskog, 2007).

## 2.3 Regionale endringer

I det følgende er gjengitt oppsummeringen fra Hanssen-Bauer mfl. (2009). Tallene referer seg til endring fra kontrollperioden 1961 til 1990 til scenarioperioden 2071 til 2100.

Konklusjonene i de meteorologiske framskrivningene bygger på 22 dynamiske framskrivninger, mens de hydrologiske framskrivningene bygger på resultater fra fem eksempelframskrivninger.

### 2.3.1 Temperatur

Det blir varmere i alle landsdeler og for alle årstider. Årsmiddeltemperaturen i Norge forventes å øke med 2,3 til 4,6 °C innen 2100. Størst temperaturøkning forventes i vinterhalvåret, minst om sommeren. Temperaturen forventes å øke mest i Nord-Norge. I Finnmark øker den med 3 til 5,4 °C på årsbasis, mens den på Vestlandet øker med 1,9 til 4,2 °C. I Hanssen-Bauer mfl. (2009) er det publisert en tabell som viser forventet økning i temperatur for hele Norge og for seks temperaturregioner for årsverdier og for sesongverdier for de fire årstidene. Økningen er oppgitt for to scenarioperioder 2021-2050 og 2071-2100. For hver periode er det oppgitt økning for ett lavt, ett midlere og ett høyt scenario (**Tabell 3**).

### 2.3.2 Nedbør

Det vil bli mer nedbør i hele landet. I gjennomsnitt vil årsnedbøren øke med 5 til 30 % mot 2100. Vinternedbøren kan øke med hele 40 % i deler av Øst-, Sør- og Vestlandet. Sommernedbøren på Sør- og Østlandet vil trolig avta mot 2100. For øvrige regioner og sesonger vil nedbøren øke, men den store naturlige variabiliteten kan likevel føre til at det lokalt kan være noen tiår med redusert nedbør. Det blir flere dager med høy nedbør, og gjennomsnittelig nedbørmengde på disse dagene vil bli høyere over hele Norge og til alle årstider. I Hanssen-Bauer mfl. (2009) er det publisert en tabell som viser forventet prosentvis økning i nedbør (årsverdier og sesongverdier) for hele Norge og for tretten nedbørregioner. Økningen er oppgitt for to scenarioperioder 2021-2050 og 2071-2100. For hver periode er det oppgitt økning for ett lavt, ett midlere og ett høyt scenario (**Tabell 4**).

**Tabell 3.** Middels, lav og høy temperaturframskrivning for forskjellige regioner, sesonger og tidsperspektiv. Tallene gir endring i temperatur i forhold til perioden 1961-1990. (Kilde: Hanssen-Bauer mfl. 2009).

Region	Sesong	Økning (°C) til 2021-50			Økning (°C) til 2071-2100		
		M	L	H	M	L	H
Norge	År	1,9	1,2	2,5	3,4	2,3	4,6
	Vinter DJF	2,3	1,5	3,3	4,3	2,8	6,0
	Vår MAM	1,9	1,2	2,6	3,5	2,3	4,8
	Sommer JJA	1,3	0,8	1,9	2,4	1,4	3,5
	Høst SON	1,9	1,3	2,6	3,5	2,4	4,8
TR-1 Østlandet	År	1,9	1,2	2,6	3,4	2,3	4,8
	Vinter DJF	2,4	1,5	3,5	4,5	2,8	6,5
	Vår MAM	1,7	1,1	2,5	3,2	1,9	4,6
	Sommer JJA	1,3	0,8	2,0	2,5	1,5	3,8
	Høst SON	1,9	1,3	2,8	3,6	2,5	5,1
TR-2 Vestlandet	År	1,7	1,0	2,3	3,1	1,9	4,2
	Vinter DJF	2,1	1,2	2,9	3,8	2,3	5,4
	Vår MAM	1,7	1,0	2,3	3,1	1,8	4,3
	Sommer JJA	1,3	0,7	1,9	2,3	1,2	3,5
	Høst SON	1,7	1,2	2,3	3,2	2,2	4,3
TR-3 Trøndelag	År	1,7	1,2	2,4	3,2	2,2	4,4
	Vinter DJF	2,2	1,4	3,2	4,1	2,6	5,8
	Vår MAM	1,8	1,1	2,5	3,3	2,1	4,6
	Sommer JJA	1,0	0,5	1,6	1,9	1,0	3,0
	Høst SON	1,8	1,3	2,6	3,4	2,3	4,8
TR-4 Nordland/ Troms	År	1,9	1,3	2,5	3,4	2,3	4,6
	Vinter DJF	2,3	1,5	3,3	4,2	2,7	6,0
	Vår MAM	2,1	1,4	2,9	3,8	2,6	5,2
	Sommer JJA	1,2	0,7	1,8	2,2	1,3	3,3
	Høst SON	1,9	1,2	2,5	3,4	2,3	4,5
TR-5 Finnmarks- vidda	År	2,3	1,7	2,8	4,2	3,1	5,2
	Vinter DJF	2,9	2,0	3,9	5,3	3,6	7,1
	Vår MAM	2,3	1,6	3,1	4,3	3,0	5,8
	Sommer JJA	1,5	1,0	2,2	2,8	1,7	4,0
	Høst SON	2,3	1,6	3,0	4,1	2,9	5,5
TR-6 Varanger	År	2,3	1,6	2,9	4,2	3,0	5,4
	Vinter DJF	2,8	1,7	4,0	5,2	3,0	7,3
	Vår MAM	2,6	1,8	3,5	4,7	3,3	6,4
	Sommer JJA	1,6	0,9	2,2	2,9	1,7	4,0
	Høst SON	2,2	1,4	2,8	4,0	2,6	5,2

**Tabell 4.** Relativ forandring (%) i års- og årstidsnedbør i Norge og i regioner fra perioden 1961-1990 til 2071-2100 ifølge middels (M), lav (L) og høy (H) framskrivning. (Kilde: Hanssen-Bauer mfl. 2009).

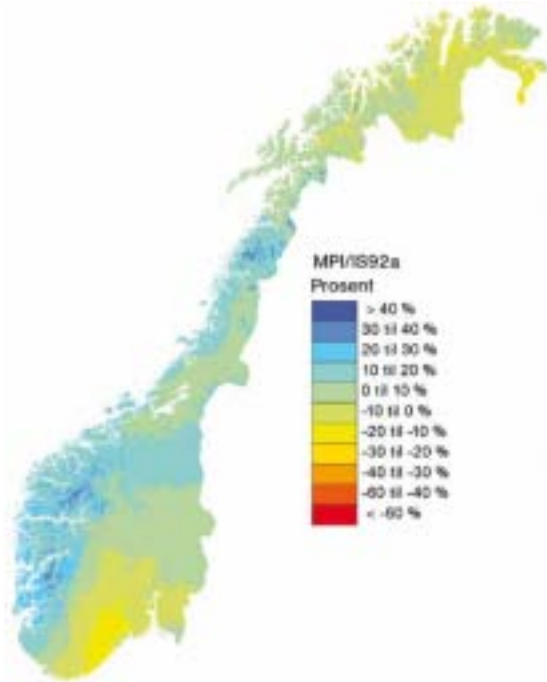
Region	Sesong	1961-90 til 2021-50: Endring (%) i nedbørssum			1961-90 til 2071-00: Endring (%) i nedbørssum		
		M	L	H	M	L	H
Norge	År	9,6	2,4	14,0	18,3	5,4	30,9
	Vinter DJF	11,1	3,8	18,4	21,4	8,5	39,9
	Vår MAM	10,0	3,7	20,0	19,4	7,2	41,5
	Sommer JJA	5,0	-1,6	9,7	9,2	-3,2	17,4
	Høst SON	12,2	2,1	16,1	23,3	4,6	33,4
NR-1 Østfold	År	6,7	1,5	12,1	12,2	2,7	22,2
	Vinter DJF	13,5	5,6	28,7	24,7	10,2	52,6
	Vår MAM	7,6	1,4	16,9	14,0	2,6	31,0
	Sommer JJA	-3,8	12,2	10,9	-7,0	-22,4	19,9
	Høst SON	9,2	-2,0	15,0	16,8	-3,7	27,5
NR-2 Østlandet	År	6,7	3,1	10,3	12,2	5,6	18,8
	Vinter DJF	15,8	7,0	26,6	28,9	12,9	48,8
	Vår MAM	7,6	2,9	15,5	14,0	5,4	28,5
	Sommer JJA	-2,4	-11,5	5,1	-4,4	-21,0	9,4
	Høst SON	8,2	1,0	12,5	15,1	1,8	22,9
NR-3 Sørlandet	År	4,6	-0,8	9,3	8,5	-1,5	17,0
	Vinter DJF	12,4	3,8	28,0	22,7	7,0	51,4
	Vår MAM	6,3	-0,4	16,6	11,6	-0,8	30,4
	Sommer JJA	-4,6	-15,4	5,0	-8,5	-28,2	9,2
	Høst SON	3,3	-4,8	8,7	6,0	-8,8	16,0
NR-4 Sørvestlandet	År	10,1	1,8	18,2	18,6	3,3	33,3
	Vinter DJF	13,7	2,6	24,7	25,1	4,7	45,2
	Vår MAM	11,3	4,8	17,2	20,8	8,8	31,6
	Sommer JJA	0,4	-11,2	12,8	0,8	-20,5	23,5
	Høst SON	12,2	0,3	20,3	22,4	0,5	37,2
NR-5 Sunnhordland og Ryfylke	År	10,2	3,3	17,8	18,7	6,1	32,6
	Vinter DJF	12,4	2,3	23,0	22,7	4,2	42,2
	Vår MAM	12,3	3,9	18,3	22,5	7,2	33,6
	Sommer JJA	1,5	-9,8	12,4	2,7	-18,0	22,7
	Høst SON	12,9	-0,1	19,6	23,6	-0,1	35,9
NR-6 Sogn og Fjordane og Nordhordland	År	12,0	1,5	19,6	22,0	2,7	36,0
	Vinter DJF	12,1	3,6	21,9	22,2	6,6	40,2
	Vår MAM	14,1	4,7	24,8	25,9	8,6	45,4
	Sommer JJA	5,6	-5,8	14,2	10,3	-10,6	26,0
	Høst SON	15,4	0,4	24,1	28,2	0,8	44,2

Tabell forts. fra foregående side

NR-7 Dovre/ Nord- Østerdal	År	9,9	3,1	14,3	18,2	5,6	26,3
	Vinter DJF	15,3	7,4	27,4	28,0	13,6	50,2
	Vår MAM	10,3	5,5	17,1	18,9	10,1	31,3
	Sommer JJA	3,9	-2,8	7,6	7,1	-5,2	14,0
	Høst SON	13,3	1,0	22,8	24,3	1,8	41,8
NR-8 Møre og Romsdal	År	12,0	-0,5	23,3	22,0	-1,0	42,7
	Vinter DJF	11,7	-4,0	23,3	21,4	-7,3	42,7
	Vår MAM	13,5	0,5	27,8	24,7	0,9	51,0
	Sommer JJA	9,3	-1,4	16,6	17,0	-2,6	30,4
	Høst SON	13,9	-0,8	25,7	25,5	-1,4	47,1
NR-9 Inntrøndelag	År	12,7	1,5	21,9	23,2	2,7	40,1
	Vinter DJF	14,7	-4,1	29,1	27,0	-7,5	53,4
	Vår MAM	13,9	3,5	27,1	25,5	6,4	49,6
	Sommer JJA	9,2	1,3	15,4	16,9	2,4	28,3
	Høst SON	14,5	0,5	24,9	26,5	1,0	45,6
NR-10 Trøndelag/ Helgeland	År	12,3	0,6	28,3	22,5	1,1	51,8
	Vinter DJF	10,1	-6,3	19,9	18,6	-11,6	36,5
	Vår MAM	12,3	3,1	31,3	22,6	5,7	57,4
	Sommer JJA	11,5	4,4	19,7	21,1	8,0	36,1
	Høst SON	15,4	0,5	33,2	28,3	0,9	60,8
NR-11 Hålogaland	År	10,4	2,7	23,2	19,0	4,9	42,6
	Vinter DJF	6,9	-6,4	21,1	12,7	-11,7	38,6
	Vår MAM	9,5	0,4	34,7	17,4	0,7	63,7
	Sommer JJA	10,5	6,5	18,0	19,2	11,9	33,0
	Høst SON	14,3	5,6	23,6	26,3	10,3	43,3
NR-12 Finnmarksvidda	År	9,1	3,7	14,9	16,6	6,8	27,3
	Vinter DJF	8,5	0,4	19,8	15,6	0,8	36,3
	Vår MAM	8,8	1,7	22,3	16,2	3,2	40,9
	Sommer JJA	7,2	2,3	11,6	13,2	4,3	21,3
	Høst SON	12,3	5,6	20,3	22,6	10,3	37,3
NR-13 Varanger	År	8,3	0,9	15,9	15,3	1,6	29,2
	Vinter DJF	7,0	-5,3	23,5	12,8	-9,7	43,1
	Vår MAM	5,0	-2,7	23,8	9,1	-5,0	43,6
	Sommer JJA	9,7	1,0	17,0	17,8	1,9	31,2
	Høst SON	11,6	6,1	16,1	21,2	11,2	29,6

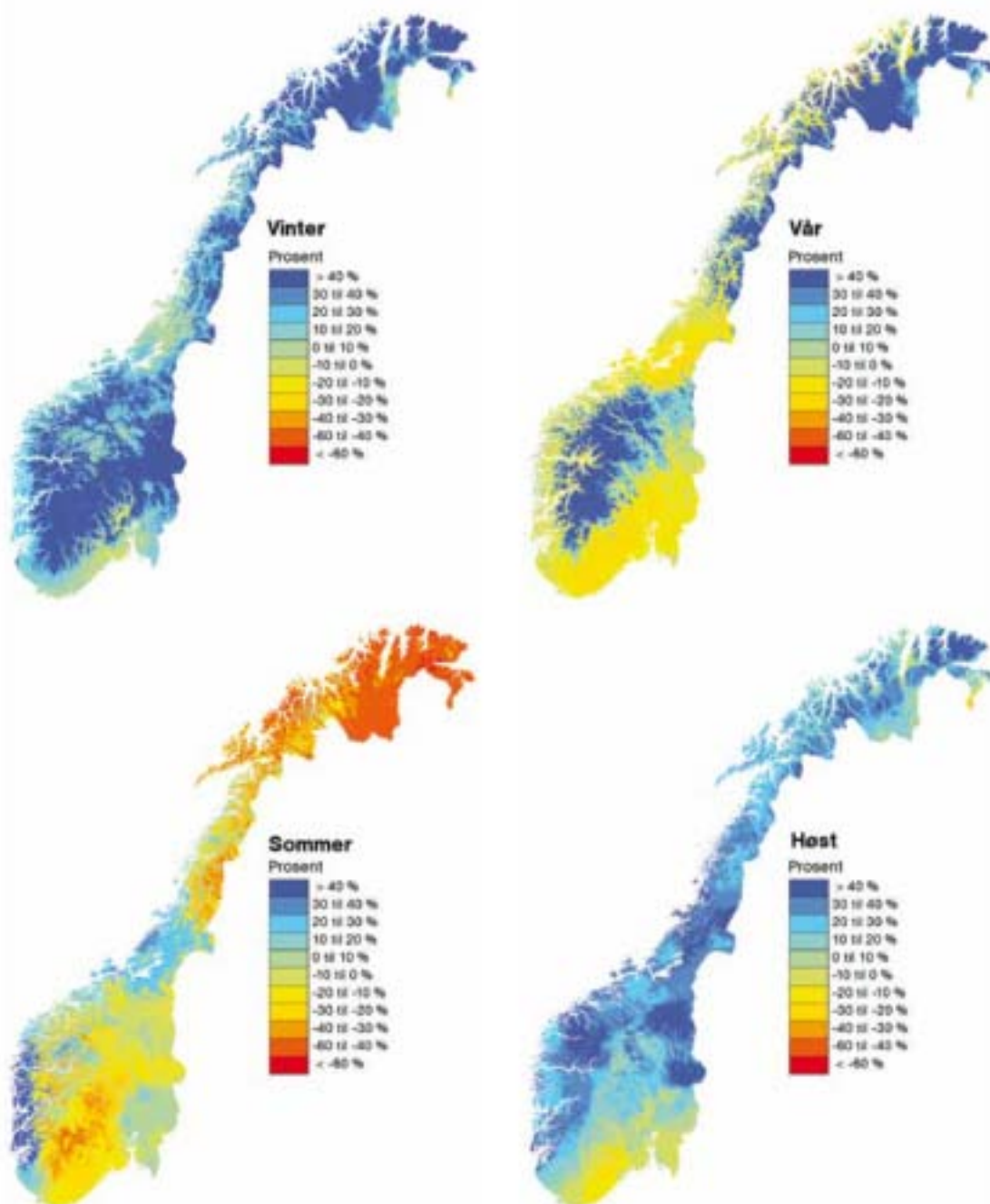
### 2.3.3 Vannføring

Endring i årsavrenning henger sammen med nedbørendringer, men også endring i fordampningen som styres av temperaturen. Det forventes en viss økning i årsavrenningen over Norge under ett, men i hvilken landsdel økningen blir størst er avhengig av hvilke lavtrykksbaner som blir vanlige i et endret klima. I **Figur 7** er vist endring i årsavrenningen i Norge fra 1961-1990 til 2071-2100 basert på en modell som gir økt vestavværet fra Vestlandet til Troms og dermed økt nedbør vest for vannskillet mot Nordsjøen og Norskehavet. Andre modeller gir flere lavtrykksbaner fra sørøst og dermed mer nedbør på deler av Østlandet.



**Figur 7.** Prosentvis endring i årsavrenningen 2071-2100 i forhold til perioden 1961-1990.

Endringen er større mellom de fire årstidene. I **Figur 8** er endringen vist for vinter (djf), vår (mam), sommer (jja) og høst (son). Avrenningen i vintermånedene forventes å øke vesentlig, som følge av oftere mildvær og mer nedbør. Den prosentvise økningen er ofte stor om vinteren, fordi avrenningen i vintermånedene er lav i referanseperioden. I lavtliggende felt forskyves snøsmelteflommen fra våren og inn i vintermånedene. Om våren forventes økt avrenning i fjellfelt som følge av tidligere snøsmelting, mens lavlandsfelt blir tørrere fordi smelteflommen da allerede er over. Det forventes redusert avrenning om sommeren, både som følge av redusert nedbør og økt fordampning. Om høsten forventes det en økning i avrenning. For nedbørfelt med mye breareal i feltet forventes økt avrenning både sommer og vinter (Lappegard mfl. 2006).

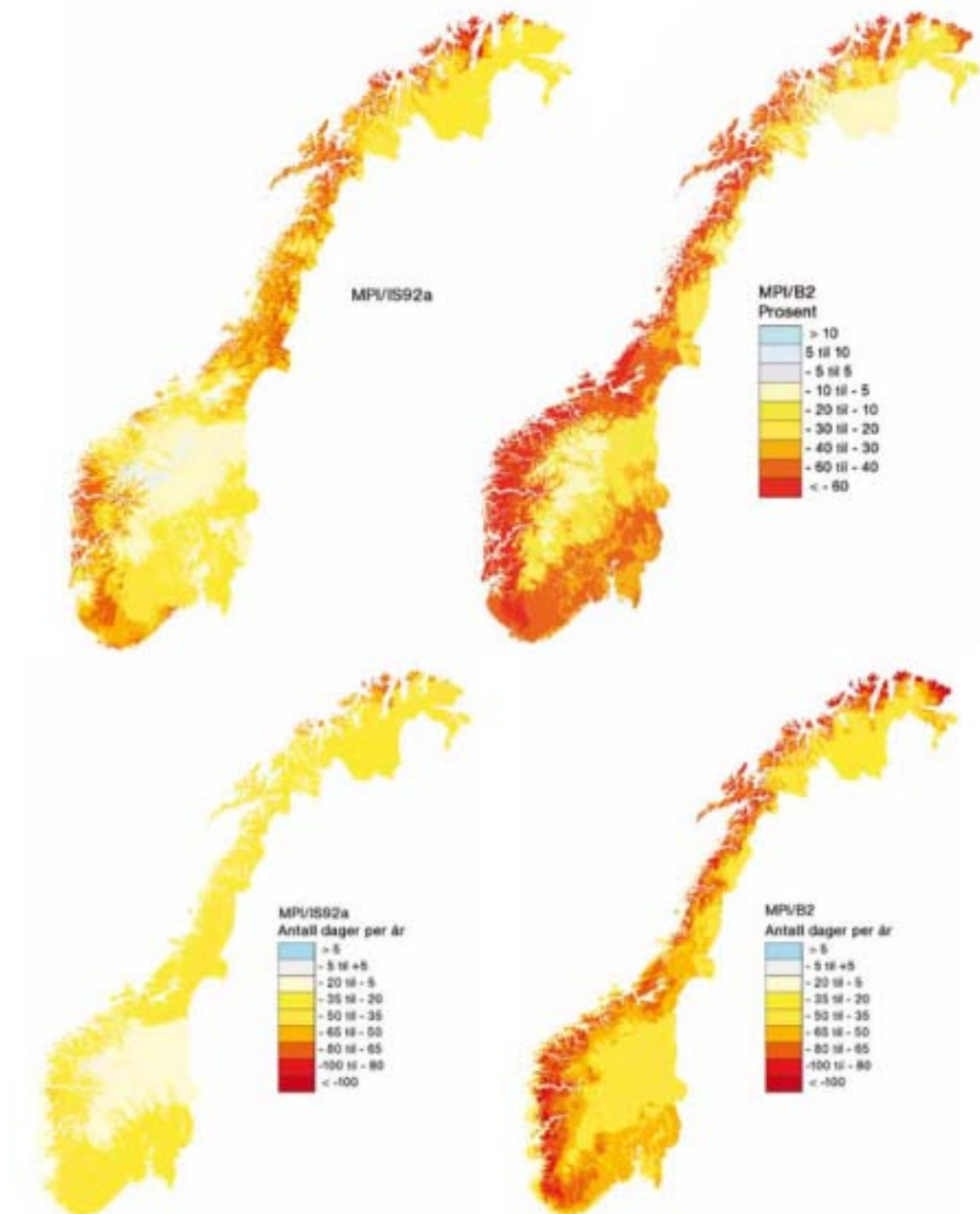


**Figur 8.** Prosentvis endring i avrenningen i perioden 2071-2100 i forhold til perioden 1961-1990.

### 2.3.4 Snø

Snøsesongen blir kortere over hele landet. I lavlandet forventes en reduksjon i varigheten av snødekket på 2-3 måneder mot 2100. I fjellet blir reduksjonen mindre i første del av scenarioperioden, både som følge av økt nedbør og som følge av at temperaturøkningen ikke er stor nok til å starte omfattende snøsmelting. Det årlige maksimale vanninnholdet i snøen vil derfor øke fram mot midten av århundret i høyfjellet og i Finnmark. Fram mot slutten av århundret forventes den å avta overalt. I **Figur 9** er vist prosentvis endring i maksimalt vanninnhold i snøen for periodene 2030-2049 og 2071-2100 (øverst) og tilsvarende reduksjonen i antall dager med snødekke i de to periodene (nederst).





**Figur 9.** Prosentvis endring i maksimalt snømagasin i kort 2030-49 (øverst til venstre) og lang framskrivningsperiode 2071-2100 (øverst til høyre) relativt til perioden 1961-1990 og endring i antall dager med snødekke i kort (nederst til venstre) og lang framskrivningsperiode nederst til høyre i forhold til perioden 1961-1990.

### 2.3.5 Flom, tørke og erosjon

Framskrivningene av flom er meget usikre. Det er store lokale variasjoner, men generelt ser flomstørrelsen ut til å øke i områder der viktigste flomtype er regnflom som på Vestlandet, mens områder med snøflomregime, som på indre Østlandet og i Finnmark får reduserte flomstørrelser (Hisdal mfl. 2006, Lawrence mfl. 2011). Flomtidspunktet vil forskyve seg mot tidligere vårflo og økt fare for flommer sent på høsten og om vinteren. I bratte kystfelt på Vestlandet og i Nordland kan høyere temperaturer føre til at overgangssonen fra regn til snø heves flere hundre meter. Dette kan føre til farligere vinterflommer i slike felt.

Høyere temperaturer kan innebære økt fare for lokalt kraftige nedbørepisoder særlig i den varme årstiden. Dette kan medføre at skadepotensialet øker i urbane områder og i områder med bratt terreng, jfr. NVE's klimatilpasningsstrategi (Hamarsland mfl. 2010, side 20). Det vil også medføre økt risiko for kraftige erosjonsepisoder, spesielt i vassdrag under marin grense og elver med lite kantvegetasjon og/eller ustabile elvebanker. Det forventes små endringer i markvannsunderskuddet på kort sikt, men betydelig økning i underskuddet fram mot slutten av århundret. Økt markvannsunderskudd om sommeren kan gi alvorlig sommertørke, med de følger det har for jord- og skogbruk, vanningsbehov og skogbrannfare.

### 2.3.6 Is og isgang

I islagte vassdrag kan det utløses isganger ved rask øking i vannstand og vannføring. Isen vil begynne å drive og mer eller mindre tette til elveleiet. Dette vil forårsake oversvømmelser ovenfor isdemningen. Klimaframskrivningene viser at temperaturen vil øke og at kuldeperiodene om vinteren vil bli kortere og mindre kalde. Det er imidlertid betydelig år til år variabilitet og derfor fare for fortsatte isganger (Asvall og Kvambekk, 2006). Litt inn fra kysten er det en sone hvor det skifter ofte mellom mildvær og kulde, og hvor isen kan komme og gå flere ganger i løpet av en vinter. Denne sonen vil flytte seg lenger inn i landet og til større høyde over havet. Dette innebærer at isganger kan utløses høyere oppe i vassdraget på steder der det til nå ikke normalt har skjedd. Etter hvert som ismassene beveger seg nedover elva, kan de tette elveløpet på nye steder og forårsake nye oversvømmelser og fare for bl.a. erosjon. I innlandet, spesielt i Finnmark, vil det være små endringer i isgangene i forhold til dagens klima.

### 3. Nasjonale og regionale overvåkingsprogrammer

Nedenfor følger en kort omtale av nasjonale og regionale overvåkingsprogrammer som vil kunne ha stor relevans i forhold til fremtidig overvåking av klimaendringseffekter på ferskvann:

#### 3.1 Nasjonale programmer

##### Norges hydrologiske stasjonsnett

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) har ansvar for innsamling, kvalitetskontroll og lagring av hydrologiske data. Stasjonene driftes enten av NVE, eller er pålagt i forbindelse med kraftutbygging. Stasjonsnettet dekker hele Norge og skal i størst mulig grad være representativt for ulike klimasoner og hydrologiske regimer. Stasjonsnettet omfatter vannføring i elver, vannstand i innsjøer, vanntemperatur i elver og innsjøer, sedimenttransport, snø- og teledyp, mark og grunnvann samt overvåking av isbreer på fastlandet. Mange vannføringsstasjoner har lange dataserier og inngår i NVE's overvåking av klimaendringers effekt på hydrologi.

##### Basisovervåkingen

Administreres av Direktorsgruppen for Vanddirektivet. Basisovervåkingen (surveillance monitoring *sensu* Vanddirektivet) skal fange opp langsiktige naturlige endringer og endringer som følge av omfattende menneskelig virksomhet. Basisovervåkingen omfatter både overvåking av upåvirkede vannforekomster (referanseovervåking) og vannforekomster påvirket av omfattende menneskelig virksomhet (trendovervåking). NINA og NIVA leverte høsten 2009 forslag til basisovervåkingsnettverk for ferskvann i Norge (Schartau mfl. 2009). Valget av vannforekomster skal være representativt i forhold til økoregioner, vann typer og tilstandsklasser, og overvåkingen skal ha et omfang som muliggjør en vurdering av overflatevannets samlede tilstand i hver vannregion. Overvåkingen er delt opp i følgende delnettverk for hele landet:

- Referanse elver/innsjøer
- Store elver/innsjøer (hhv. >2500 km<sup>2</sup> nedbørfelt og >50km<sup>2</sup> overflateareal)
- Eutrofierte elver/innsjøer
- Forsurede elver/innsjøer
- Regulerte elver/innsjøer
- Delprogram for miljøgifter

Forslag til lokaliteter innenfor basisovervåkingen ligger på [www.vannportalen.no](http://www.vannportalen.no). Etter en høringsrunde i 2010, der vannregionene har fått komme med sine innspill, vil forslaget oppdateres.

I 2009 ble det igangsatt en utprøving av system for basisovervåking i henhold til Vannforskriften. Formålet var å teste ut forslag til gjennomføring av basisovervåkingen, styrke datagrunnlaget for fastsettelse av referanseverdier for ulike kvalitetselementer i vanlige norske innsjø typer og prøve ut ny metodikk for tilstandsklassifisering av norske vannforekomster i hht. Klassifiseringsveilederen (Schartau mfl. 2010). Denne basisovervåkingen ble videreført i 2010, og det er til nå overvåket 24 innsjøer (Vedlegg 9.1). Alle biologiske kvalitetselementer (planteplankton, vannvegetasjon, dyreplankton, litorale bunndyr og fisk) og relevante fysisk-kjemisk parametre ble overvåket i potensielle referansesjøer, mens utvalget var noe redusert for hhv. forsurete og eutrofierte innsjøer (Vedlegg 9.1). Overvåkingen av de påvirkede innsjøene ble begrenset til de antatt mest følsomme kvalitetselementer og parametre, gitt påvirkningstype.

##### Nettverk for biologisk mangfold i ferskvann

Overvåkingsprogrammet "Nettverk for biologisk mangfold i ferskvann" er en videreføring av programmer som delvis startet som det såkalte "Forskref"-programmet, finansiert av det daværende

Norges teknisk-naturvitenskapelige forskningsråd (NTNF), delvis som en del av undersøkelsene i ”10-års vernede vassdrag”. Hovedlokalitetene er Atnavassdraget i Hedmark og Vikedalsvassdraget i Rogaland. I de senere årene har arbeidet blitt utført med tilskudd fra DN, men med betydelig egeninnsats fra de deltakende institusjonene, Uni Miljø, NIVA og NINA. Kvalitetselementene som overvåkes er påvekstalter, bunndyr, krepsdyr og fisk i begge vassdragene og planteplankton i Atnsjøen. I tillegg foregår det vannkjemisk overvåking i Vikedalsvassdraget, og i mer begrenset omfang også i Atnsjøen. Tidserienes lengde varierer med kvalitetselement. I Atna har de fleste parametrene blitt registrert siden 1985. I Vikedal startet bunndyrinnsamlingene i 1982, mens det finnes data for fleste andre parametre fra 1994-95 (Sandlund mfl. 2010). Nedre del av Vikedalselva er kalket, mens Atnavassdraget er ukalket.

### **Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør**

Dette overvåkingsprogrammet, også kalt sur nedbør-overvåkingen, administreres av Klif (vannkjemi) og Direktoratet for naturforvaltning (ferskvannsbibliologi) og omfatter undersøkelser av både av atmosfæriske tilførsler og effekter av disse på vannforekomstene (Klif 2009). Programmet har gått siden 1980, og noen av stasjonene har vært overvåket helt siden 1973 i forbindelse med SNSF-prosjektet. Forurensningens virkninger på vannkvalitet følges gjennom overvåking av 2 elver (tidligere ca. 20), omkring 80 innsjøer og 6 feltforskningsområder (se stasjonsoversikt i Vedlegg 9.3). Elvene prøvetas månedlig, innsjøene 1 gang per år og feltforskningsstasjonene ukentlig. De fleste av feltforskningsstasjonene er knyttet til en av NVEs vannføringsstasjoner samt NILUs luftovervåkingsstasjoner.

Det biologiske overvåkingsprogrammet følger virkninger på bunndyr og fisk (ungfisk av ørret) i bekker/elver og småkreps (inklusive dyreplankton), bunndyr og fisk i innsjøer. Elveovervåkingen omfatter noen av de lengste biologiske tidsseriene vi har i Norge; de første bunndyrundersøkelsene startet i 1981, mens fiskebestandene er overvåket fra 1987/88. Antall vassdrag som overvåkes er gradvis redusert, og etter 2007 omfatter programmet kun fem vassdrag med bunndyrovervåking og ett vassdrag med overvåking av ungfisk. Innsjøovervåkingen (BILOK) startet opp i 1996, men det er gjennomført fiskeundersøkelser i flere av innsjøene før dette, blant annet i forbindelse med SNSF-prosjektet. Antall innsjøer som overvåkes er gradvis redusert slik at overvåkingen i dag omfatter i underkant av 60 innsjøer, hvorav 20 innsjøer undersøkes årlig (mer info om BILOK-stasjonene, se Vedlegg 9.3). Alle BILOK overvåkes også med hensyn på vannkjemi (parameterutvalg som for den øvrige sur nedbør overvåkingen).

Som en del av overvåkingsprogrammet er det også gjennomført store regionale innsjøundersøkelser (såkalte 1000-sjøers undersøkelser); i 1986 (SFT 1987) og 1995 (Skjelkvåle mfl. 1997). Rapportene gir nærmere informasjon om lokalisering av innsjøene. Undersøkelsene inkluderer vannkjemi på alle stasjoner (høstprøver) og en oppdatering av fiskestatus (intervjuundersøkelser) i et utvalg av sjøene. Innsjøene i 1995-undersøkelsen er i senere tid koblet sammen med digitale, kartbaserte tema som vannføring, nedbørfeltegenskaper og klimastatistikk, noe som muliggjør statistiske analyser av sammenhenger mellom vegetasjonsdekke, klima og vannkjemi (Larsen mfl. 2011).

### **Elvetilførselsprogrammet**

Elvetilførselsprogrammet (Riverine Inputs and direct Discharges - RID) administreres av Klif og måler tilførsler av næringssalter og utvalgte miljøgifter til norske havområder (Skarbøvik mfl. 2009). Programmet som har pågått siden 1990 skal gi en årlig kvantitativ vurdering av alle tilførsler via vassdrag, arealavrenning og direkte utslipp av utvalgte forurensningskomponenter til kyst- og havområder som omfattes av Oslo-Pariskonvensjonen (OSPAR). Programmet består av 10 hovedelver som overvåkes månedlig og 36 mindre vassdrag som overvåkes kvartalsvis (se stasjonsoversikt i Vedlegg 9.6). Alle prøver analyseres med hensyn til pH, konduktivitet, suspenderte partikler, totalt organisk karbon (TOC), nitrat, ammonium, total nitrogen, total fosfor, fosfat, silisium, arsen, bly, kadmium, kobber, sink, nikkel, krom, kvikksølv, lindan og PCB (de to sistnevnte analyseres én gang per kvartal på hver stasjon).

**Regional eutrofieringsovervåking av innsjøer (EUREGI-programmet)**

Totalt 450 innsjøer var med i dette nasjonale programmet, som varte fra 1988-2001, og ble utført av NIVA på oppdrag fra daværende SFT. Det første året (1988) ble 355 innsjøer overvåket mht. planteplankton, dyreplankton og næringsalter, mens innsjøutvalget de påfølgende årene varierte fra ca. 20 til ca. 50 (Faafeng mfl. 1990, Oredalen og Faafeng 2002). Programmet ble lagt ned i 2002, og denne typen overvåking har siden kun foregått i regi av fylker og kommuner. Den siste oppdaterte nasjonale oversikten over dagens eutrofieringstilstand og trender ble utarbeidet av NIVA på oppdrag fra SFT i 2008 (Lyche-Solheim mfl. 2008). Sistnevnte rapport inneholder også en oversikt over hvilke stasjoner som har inngått i løpet av program-perioden.

**JOVA-programmet**

JOVA - Jord og vannovervåking i landbruket er et nasjonalt overvåkingsprogram for landbruksdominerte nedbørfelt som har pågått siden 1990. Programmet, som gjennomføres av Bioforsk på oppdrag fra Statens landbruksforvaltning, har et nettverk av målestasjoner i små nedbørfelt dominert av jordbruk (se lokaliteter i Vedlegg 9.7). Stasjonene er knyttet til de viktigste jordbruksområdene i Rogaland, Sørlandet, Østlandet, Trøndelag og Nordland. Det benyttes vannføringsproporsjonal prøvetaking og det måles avrenning og vannkvalitet (næringsalter, suspenderte partikler og pesticider) i bekkene, samtidig som bøndene registrerer all landbruksaktivitet i nedbørfeltene. Dette gir grunnlag for å sammenhenholde driften på jordbruksarealene med vannkvaliteten i bekkene. Programmet inkluderer analyser av næringsstoffer, erosjonspartikler og pesticider (Sørbotten 2011). Bioforsks klimastasjoner er knyttet til feltene, og det måles luft- og vanntemperatur, konduktivitet, pH, vannstand på alle stasjoner, og jordtemperatur og nedbør på noen.

**Tiltaksovervåking av elvekalkingsprosjekter**

Totalt 21 lakseførende vassdrag kalkes i Norge, og alle disse overvåkes årlig i forbindelse med Direktoratet for Naturforvaltning (DN) sin tiltaksovervåking, tidligere Effektkontroll for elvekalkingsprosjekter (DN 2009). Årsrapporter for de seneste årene er tilgjengelig elektronisk fra DN sine nettsider ([www.dirnat.no](http://www.dirnat.no)). Effekten av kalkingen følges ved årlig overvåking av vannkvalitet og fisk i alle vassdragene, mens bunndyr og enkelte andre grupper av flora og fauna overvåkes hvert annet år (flora og fauna overvåkes kun i noen utvalgte elver). Noen av tidsseriene går helt tilbake til 1980-tallet, og integreringen av kjemi og vannbiologi gjør dette datasettet svært interessant både i vanddirektiv- og i klimasammenheng. Analyseparametere for kjemi er sortert i tre "standard pakker", hvorav den lengste serien inneholder: pH, konduktivitet, kalsium, alkalitet, reaktivt aluminium, ikke-labilt aluminium og labilt aluminium, totalt organisk karbon (TOC), magnesium, natrium, kalium, klorid, sulfat, nitrat, ammonium, total nitrogen, total fosfor og silisium.

**NINAs vannkjemiske elveserie**

Denne overvåkingsserien består per i dag av vannkjemiske prøver fra elver fordelt over hele landet (Saksgård og Schartau 2010). Siden 1992 har programmet omfattet 20 lokaliteter (se Vedlegg 9.5). Overvåkingen er en oppfølging av DN/NINAs "Elveserie". For vassdragene Åna Sira, Imsa og Stabburselva går dataene tilbake til slutten av 1960-tallet. De andre vassdragene har dataserier tilbake til 1970- eller 1980-tallet. Samtlige vannprøver er analysert på turbiditet, farge, konduktivitet, pH og alkalitet. På utvalgte tidspunkter gjennom året er det også analysert på kalsium, magnesium, natrium, kalium, sulfat, klorid, silisium, aluminiums-fraksjoner og nitrat. Syrenøytraliserende kapasitet (ANC) er beregnet der dette er mulig. Innholdet av totalt fosfor (Tot-P), totalt nitrogen (Tot-N) og totalt organisk karbon (TOC) er inkludert fra en høstprøve årlig. I flere av elvene foregår det annen overvåking, inkludert overvåking av biologi og hydrologi. Temperaturmålinger finnes også fra enkelte vassdrag. En rekke av de opprinnelige elvene er siden videreført som en del av tiltaksovervåking kalking av laksevassdrag. De gjenstående elvene har en relativt god geografisk spredning i områder uten slik kalking.

## 3.2 Regionale og lokale programmer

### Overvåking av anadrome laksefisk

NINA opererer såkalte Wolf-feller, som fanger all opp og nedvandrende fisk, i Imsa i Sandnes, Rogaland og i Halselva i Alta, Finnmark (Bergesen mfl. 2010, Strand og Finstad 2010). Begge lokaliteter er inkludert i NINAs elveserie (se ovenfor), Imsa siden slutten av 1960-tallet og Halselva siden 1989. I Imsa har fella vært i drift siden 1975 og i Halselva siden 1987. I Imsa registreres oppvandrende laks, anadrom ørret og ål. På nedvandring fanges de samme artene samt stasjonær sik og røye fra innsjøene i vassdraget. Vannføring og temperatur registreres også. I Halselva fanges laks, og anadrom ørret og røye. NVE registrerer vannføring og vanntemperatur i elva, og det registreres også temperatur i sjøen.

### Aksjon Jærvassdrag

Rogaland fylkeskommune (Aksjon Jærvassdrag) har siden 2004 gjennomført vannkjemisk og biologisk overvåking av en rekke innsjøer og elvestasjoner på Jæren, basert på et spleiselag mellom fylkeskommunen og berørte kommuner, og med støtte fra Klif (Molversmyr 2009).

Overvåkingsprogrammet har vært en god forløper for overvåkingen som heretter skal gjennomføres i tråd med vannforskriften. Følgende vassdrag har inngått i programmet (antall lokaliteter i parentes): vassdrag på Stavangerhalvøya (1 lok.), Ims-Lutsi vassdraget (5 lok.), Storånavassdraget (3 lok.), Figgjovassdtaget (8 lok.), Orrevassdraget (10 lok.), Håelv-vassdraget (8 lok.), kystnære småvassdrag (6 lok.). Standard overvåkingsprogram har hittil inneholdt:

- Overvåking av vannkjemi, planteplankton m.m. i 16 innsjøer, hvert 4. år
- Undersøkelse av vannkjemi på 9 elvelokaliteter med månedlig prøvetaking (hvert år).
- Undersøkelse av begroingsalger på 25 elvelokaliteter hvert 3. år.

I tillegg har en de senere årene fått støtte fra Klif til å gjennomføre en utvidet overvåking:

- Undersøkelse av begroingsalger utvidet, slik at de tas hvert år (alle 25 lokaliteter)
- Årlig prøvetaking og analyse av bunndyr i elver (11 lokaliteter).
- Utvidelse av innsjøovervåkingen til også å omfatte arter og mengder av dyreplankton

### Morsa-prosjektet

Dette er et stort overvåkingsprogram med analyse av en rekke fysiske og kjemiske parametre fra innsjøen Vansjø med tilløpselver (Skarbøvik mfl. 2011). I tillegg finnes det et stort materiale med kvantitativt planteplankton fra innsjøene, algetoksiner, samt data på begroingsalger, makrofyter og bunndyr (Haande mfl. 2011). Prosjektet administreres lokalt, men med finansiering av bl.a. Klif. De lengste tidsseriene startet på 1970-tallet. Programmet inneholder data om suspenderte partikler (fra erosjon, som er sterkt klimapåvirket) samt løste og partikulære fraksjoner av fosfor. Dette gir gode muligheter for å studere sammenhenger mellom nedbør, erosjon, partikler, fosfortilførsler, og fosfortilgjengelighet for algevekst. Dominans av ulike typer alger er sterkt påvirket av klimafaktorer (via partikkeltransport, vanntemperatur, lysforhold, osv.), og datamaterialet gir også grunnlag for å kunne underbygge valg av forurensningsbegrensende tiltak (f.eks. erosjonstiltak vs. kloakksanering). Mange arbeider indikerer økt forekomst av giftige cyanobakterier ved høy sommertemperatur (Paerl og Huisman 2008, 2009), og dette skal testes videre bl.a. i EU-prosjektet REFRESH, hvor NIVA og Bioforsk er norske partnere.

### Mjøsa med tilløpselver

Overvåkingsprogrammet for Mjøsa med tilløpselver har tidsserier på temperatur, kjemi og biologi tilbake til 1972 (Løvik mfl. 2010). NIVA har stått for gjennomføringen av overvåkingsprogrammet gjennom hele perioden. Fram til 1995 var det i hovedsak Statens forurensningstilsyn (SFT) som finansierte og administrerte Mjøsundersøkelsene, bl.a. innenfor Statlig program for forurensningsovervåking. Deretter har programmet vært administrert av en interkommunal

styringsgruppe (1996-2002) og Vassdragsforbundet for Mjøsa med tilløpselver (2003-). Mer info om programmet finnes her: [www.vassdragsforbundet.no](http://www.vassdragsforbundet.no). Det er for tiden 4 innsjøstasjoner hvor det årlig foretas 6-11 observasjoner av temperatur, generell vannkjemi, næringssalter, planteplankton og dyreplankton. De 6 viktigste tilløpselvene overvåkes med hensyn til vannføring, næringsstoffer, partikler, organisk stoff og begroing/bunndyr (rullerende program på biologi).

### **Gjersjøen og Kolbotnvannet**

Det finnes systematiserte data fra Gjersjøen og Kolbotnvannet helt tilbake til 1972. Observasjoner i sjøene er gjort så langt tilbake som i 1953. Regelmessig overvåking av vannkvaliteten gjennom lang tid gir et godt grunnlag for å se utviklingen av innsjøenes status gjennom hele perioden. En oppsummering for perioden 1972-2009 er gitt av Haande mfl. (2010).

## **3.3 Overvåking av miljøgifter i vann og biota**

Klimaendring kan påvirke transport, mobilitet, transformering, bioakkumulering og nedbryting av persistente organiske forbindelser (POPs) og tungmetaller. Kvikksølv (Hg) i fisk har f.eks. økt siden 1980, mens det ikke er observert samme økning i sedimentene. Langtransport- og depositionsmonster av miljøgifter er generelt påvirket av klima/temperatur, og spesielt nordområdene høyfjellsjøer er utsatt for endring. I tillegg til mulige endringer i depositionsmonstret, kan også klimaendringer medføre økt mobilitet av miljøgifter i nedbørfeltene pga. økt nedbør og lengre frostfrie perioder. Andre effekter kan være endrede metyleringsbetingelser for kvikksølv, hurtigere nedbrytning av visse POPs og pesticider, samt endret bruk av pesticider pga. nye skadeorganismer/bruksendringer i landbruket. Gruveavrenning er en viktig kilde for tungmetaller i vassdrag, og klimaendringer med mer nedbør og hyppigere flommer vil trolig bidra til å øke transporten av forurensende stoffer.

Det foreligger forslag til stasjonsnett for miljøgifter i ferskvann som en del av basisovervåkingen (Rannekleiv mfl. 2009). AMAP (Arctic Monitoring and Assessment Programme) har dessuten krav om oppfølging av miljøgifter i nordområdene. Den landsomfattende overvåkingen av tungmetaller og miljøgifter i innsjøsedimenter og fisk har langt gjentakintervall (~10 år) som gjør det vanskelig å fange opp eventuelle effekter av klimaendringer (f.eks. Christensen mfl. 2008; Fjeld mfl. 2009; Fjeld og Rognerud 2004, 2009; Rognerud mfl. 2008; Skjelkvåle mfl. 2008).

Elvetilførselsprogrammet (RID) inkluderer analyser av tungmetaller, samt lindan og PCB i ordinære vannprøver (månedlig i 10 hovedelver og kvartalsvis i 36 bielver) (Skarbøvik mfl. 2009). Ofte er deteksjonsgrensene for høye til å måle POPs i vann, og det jobbes derfor med alternative prøvetakingsmetoder for å fange opp partikler fra store vannvolum (mange av POPene er sterkt partikkelbundne) og ulike former for passive prøvetakere (se Allan mfl. 2009, 2010).

## 4. Tidsserier med høy klimarelevans

Dette kapittelet gir en komprimert oversikt over tidsserier som det kan være aktuelt å bygge videre på i et kommende overvåkingsprogram for klimaendringseffekter i ferskvann. Klimarelevans kan knyttes til flere kriterier, bl.a:

- Tidsseriene er tilstrekkelig lange til å kunne gi statistisk utsagnskraft ved endringer
- Datasettene inkluderer antatt klimafølsomme parametre
- Programmene inneholder integrert overvåking av et bredt spekter av hydromorfologiske, fysisk-kjemiske og biologiske kvalitetselementer (i tid og rom)
- Høy datakvalitet – tilfredsstillende generelle krav til innsamlingsmetodikk, prøvetakingsfrekvens, analyseusikkerhet og taksonomisk detaljnivå

### 4.1 Meteorologiske data

*(info hentet fra [www.met.no](http://www.met.no))*

Meteorologisk institutt har forskjellige typer værstasjoner i sitt stasjonsnett. Stasjonene kan grovt sett deles inn i tre hovedtyper, etter observasjonsprogram: Værstasjoner med manuell betjening, helautomatiske stasjoner og nedbørstasjoner.

#### Manuelle værstasjoner

De manuelle værstasjonene kjennetegnes ved at met.no's observatører gjennomfører et omfattende observasjonsprogram. Observatørene foretar visuelle observasjoner (f.eks. av sikt og skydekke) og måleinstrumenter avleses. Det arbeides imidlertid fortløpende med å automatisere den instrumentelle delen av observasjonstjenesten. På flere og flere stasjoner utfører observatøren nå bare den visuelle delen av observasjonsprogrammet, i tillegg til nedbørsobservasjonene. De manuelle værstasjonene har et observasjonsprogram som blant annet består av:

- Lufttemperatur 2 meter over bakken. Det vil si måleverdi til faste tidspunkter og minimums- og maksimumsverdier gjennom hele døgnet.
- Relativ luftfuktighet.
- Vind. Det vil si 10-minutters middelvindretning og -hastighet til faste tidspunkter og maksimal middelvind gjennom døgnet, eventuelt også vindkast.
- Nedbørhøyde, snødybde, sikt og skyer. Det vil si skydekke, skyhøyde og skytyper.
- Været ved observasjonstiden. Det vil si blant annet tåke, nedbørtype (yr, regn, sludd, snø, byger) tordenvær og sol.
- Været siden forrige observasjon.
- Eventuelt lufttrykk.

På enkelte stasjoner foretas også observasjoner av solskinnstimer, samt sjøgang og sjøtemperatur. Deler av observasjonsprogrammet er det automatiske måleinstrumenter som står for. Men nedbørhøyde, sikt, skydekke, skyhøyde, skytyper og sjøgang er en sak for det blotte øyet. Felles for alle disse stasjonene er at det gjøres slike observasjoner minst tre ganger i døgnet, kl. 07, 13 og 19 norsk normaltid. Noen stasjoner har observasjonstjeneste innimellom disse tidspunktene (kl. 01, 03, 09, 15 eller 21), og noen få har visuelle observasjoner hver tredje time, hele døgnet gjennom.

#### Nedbørstasjonene

Nedbørstasjonene har, som navnet sier, kun nedbørrelaterte værparametere i sitt observasjonsprogram. Dette er manuelt betjente stasjoner og observatøren måler nedbørhøyden hver morgen kl. 08, både sommertid og vintertid (normaltid). I tillegg noteres type nedbør som har forekommet på stasjonen siste døgn, og om vinteren observeres snødekket og snødybden. Dataene sendes inn til Meteorologisk



institutt hver uke. Også på nedbørstasjonene foregår en omfattende modernisering. En rekke stasjoner er nå utstyrt med mobiltelefoner, som benyttes for daglig overføring av observasjonene. På disse stasjonene foretas observasjonen kl. 07 norsk normaltid.

### **Helautomatiske værstasjoner**

De helautomatiske værstasjonene har den fordel at de er uavhengig av bosetting, men de krever regelmessig tilsyn, oppfølging og vedlikehold. På automatstasjonene registreres:

- Lufttemperatur. Inkludert minimums- og maksimumstemperatur.
- Luftfuktighet
- Middelvindhastighet og -retning 10 meter over bakken. Inkludert maksimal middelvind og vindkast.
- Lufttrykk både på stasjonen og i havets nivå.
- Nedbørmengde.

På noen stasjoner registreres også:

- Nedbørintensitet; egne automatiske nedbørintensitetsstasjoner i urbane områder registrerer antall millimeter nedbør hvert minutt
- Stråling (ev. solskinnstid)
- Bølgehøyde og bølgeperiode registreres fra oljeplattformene, i tillegg til standard måleparametere.

### **Stasjonsnettet per i dag**

- 102 stasjoner med automatisert instrumentering, 38 av disse er tilknyttet en observatør
- 47 flyplasser med automatisk instrumentering, 12 av disse her tilknyttet en observatør
- 52 værstasjoner er såkalt manuelle, dvs. at de drives av en observatør.

I tillegg mottar instituttet observasjoner fra følgende stasjoner, som instituttet bare delvis driver og eier selv:

- 25 maritime værstasjoner
- 415 nedbørstasjoner
- 8 radiosondestasjoner
- 6 værradarer
- En rekke værsatellitter
- Observasjoner fra instrumenter plassert ombord på skip og fly

### **Tilgang til data**

eKlima er en ekstern tilgang til Meteorologisk institutt sin klimadatabase ([eklima.met.no](http://eklima.met.no)). Tjenesten er gratis, og man kan blant annet hente observasjoner, døgnverdier, og månedsverdier fra samtlige av Meteorologisk institutt sine målestasjoner. Noen av produktene:

- Tidsserier
- Normaler
- Regionale serier med trendberegning
- Homogeniserte serier med trendberegninger
- Returperioder for ekstreme nedbørhendelser
- Statistikk for korttidsnedbør
- Vindroser ([klikk for bilde av vindrose](#))

Det er utarbeidet regionale temperaturserier fra 1900 for 6 temperaturregioner og 13 nedbørregioner i Norge. Disse seriene foreligger som årsserier, sesongserier og månedsserier og oppdateres fortløpende.

## 4.2 Temperatur i jord og vann

### Mark- og grunnvannsstasjoner

Mark- og grunnvannsstasjoner som drives av NVE er en del av det *Landsomfattede mark- og grunnvannsnettet (LGN)*. Stasjonsnettet består av 65 stasjoner, hvorav 18 markvannsstasjoner. Markvannsstasjonene ligger i representative områder som dekker flest mulige aspekter av norsk geografi, klima og jordarter. Grunnvannsstasjonene som drives i samarbeid med NGU, er lokalisert i områder som er upåvirket eller lite påvirket av menneskelige aktiviteter. Stasjonene er ikke influert av overflatevann, og betraktes derfor som referansestasjoner. Det er lagt vekt på å sikre god representativitet mhp geologiske, topografiske og klimatiske forhold. Parametrene som måles ved en grunnvannsstasjon er: Grunnvannsnivå og grunnvannstemperatur (kun de senere år). Ved markvannsstasjoner måles det i tillegg parametere som markfuktighet, jordtemperatur og teledyp. Registrering foretas én gang pr time, overføres til NVE én gang i døgnet. Dataene ligger digitalt på NVEs database Hydra II.

### Vanntemperaturmålinger i elver

Det måles vanntemperaturer i ca. 80 uregulerte elver, eller lite påvirkede elver. De fleste seriene har mellom 10-20 år med data. De tidligste målingene er manuelle og tatt 1-2 ganger om dagen. De nyere er målt med dataloggere hver 3.-6. time. Dataene ligger digitalt på NVEs database Hydra II.

### Vanntemperatur i innsjøer

Det er gjort et utvalg av manuelle målestasjoner i ca 70 innsjøer. Utvalget består av både regulerte og uregulerte innsjøer. De regulerte er i klart flertall, men i mange magasiner er vanntemperaturen litt påvirket av reguleringen. De fleste vannene har data for 10- 20 år. Vanntemperaturen måles to ganger i året fra overflaten til 100 m dyp (eller bunnen på grunnere vann). Målingene foretas når vanntemperaturen er nær sitt varmeste (august) og sitt kaldeste (mars). I noen få innsjøer er det satt ut kontinuerlig måleutstyr som måler hver time ned til 50 m dyp. Dataene ligger digitalt på NVEs database Hydra II.

### Iskartlegging eller isleggingstidspunkt/isløsningstidspunkt i elver og innsjøer

Utvalget består av målestasjoner som i dag er aktive og som har gått i minst 10 år. Det er målinger både i elv og på innsjøer. På innsjøene er også tatt med målinger fra regulerte innsjøer. Det noteres datoer for islegging og isløsning. Dataene ligger digitalt på NVEs database Hydra II. Det kan nevnes at for Femund foreligger det observasjoner av isløsning siden 1944 og av islegging siden 1954. Observasjonene er utført av oppsitter på Femundshytten (på vestsida av sjøen), Klas Femundshytten.

### Istykkelse

Utvalget består av målestasjoner som i dag er aktive og som har gått i minst 10 år. I dag er det kun 5 stasjoner hvor vi måler istykkelse hver 14. dag. Dataene ligger digitalt tilgjengelig, men ennå ikke på NVEs database Hydra II. NVE jobber med å digitalisere gamle isdata. De fleste seriene ble nedlagt på 80-tallet. Når dette er gjort, vil det vurderes en gjenåpning av de lengste tidsseriene.

## 4.3 Hydrologi

### Vannstand/vannføring

Det hydrologiske stasjonsnettet for vannstand/vannføring består av omtrent 600 aktive målestasjoner, fordelt på vassdrag over hele landet. Målestasjonene er instrumentert for å registrere og logge vannstand kontinuerlig med faste tidsintervaller. Data fra omkring 150 stasjoner overføres til NVE via mobilnettet to ganger i døgnet og hyppigere ved flomsituasjoner. Data fra ca 200 stasjoner hentes hver time. Vannstandene som samles inn på stasjonene regnes om til vannføringer.

Fra NVEs totale stasjonsnett er det gjort et utvalg av viktige vannføringsdataserier. Utvalget består av to grupper dataserier, lite påvirkede serier (>30 år) og regulerte langtids dataserier (>80 år), til sammen 235 serier. De lite påvirkede seriene omfatter referansestasjoner fra uregulerte eller ubetydelig regulerte vassdrag. Til sammen dekker de i stor grad variasjonene i Norges klima og ulike typer vassdrag og miljøer. Dataene ligger digitalt på NVEs database Hydra II. NVE vil i løpet av 2011 oppdatere utvalget av stasjoner og etablere et referansedatasett for overvåking av klimaendringers virkning på hydrologi.

#### 4.4 Sirkulasjonsforhold i innsjøer

Økende lufttemperatur pga. klimaendringer vil gi økt overflatetemperatur i innsjøer, høyere termisk stabilitet og lengre isfri sesong. Tidligere isgang om våren og raskere oppvarming vil kunne øke produksjonssesongens lengde for planteplankton og vannvegetasjon, men det kan også tenkes å innebære "mismatch" mellom ulike deler av økosystemet (planteplankton/dyreplankton, dyreplankton eller bunndyr/fisk etc.) hvis ikke disse klarer å tilpasse seg et endret sirkulasjons- og temperaturregime. Økt termisk stabilitet om sommeren vil i sjiktede (dype), eutrofe innsjøer bety større sannsynlighet for oksygenvinn i dypvannet og dermed økt intern gjødsling. Det vil si en forsterket eutrofiering. Senere tilfrysing (eller ingen islegging) på høsten vil innebære lengre perioder med sirkulasjonsforhold. Dette i kombinasjon med f.eks. hyppigere episoder med mildvær og regn på vinteren vil bety større sannsynlighet for forringet vannkvalitet med tanke på innsjøer som råvannskilder. Lange tidsserier fra innsjøer med temperaturdata som viser sjiktningsforholdene vil derfor være meget verdifulle.

Eksempler på innsjøer med lange, sammenhengende tidsserier (>10 år) med vertikale temperaturprofiler.

Lokalitet:	Region	Tidsrom:	Frekvens:	Referanse:
Mjøsa	Øst-Norge	1976-	6-11/år	Løvik mfl. 2010
Gjersjøen	Øst-Norge	1972-	6/år	Haande mf. 2010
Hornindalsvatn	Vest-Norge	1994-d.d.	4-6/år	L. Golmen, NIVA
Vansjø	Øst-Norge	1980-	20-30/år	Skarbøvik mf. 2009

I 1994 startet NIVA med målinger av temperatur i Hornindalsvatnet, Europas dypeste innsjø (514 m). Målingene kom i stand i samarbeid med Hornindal kommune og har pågått kontinuerlig, med 4-6 vertikalprofiler pr år, fra overflate til bunn over det dypeste partiet. En høypresisjons CTD-målesonde har vært brukt til formålet, med sensorkalibrering hos produsenten hvert 3-4 år. Målingene har således en nøyaktighet på bedre enn +/-0.005 °C. Sammen med målt konduktivitet, oksygen og i noen tilfeller også andre parametre utgjør materialet en viktig klimaserie for en dyp, kystnær innsjø.

## 4.5 Generell vannkjemi

Tabellen nedenfor viser eksempler på innsjø- og elvestasjoner med lange og sammenhengende vannkemiske tidsserier (>10 år). Det har ligget utenfor rammene for dette prosjektet å gi en komplett oversikt over eksisterende data, og relevante dataserier kan dermed mangle. Stasjonene er knyttet til landsomfattende eller regionale/lokale overvåkingsprogrammer som er nærmere omtalt under kapittel 3 i denne rapporten.

<b>Program/lokaltet:</b>	<b>Region:</b>	<b>Innsjø/elv:</b>	<b>Variable*:</b>	<b>Tidsrom:</b>	<b>Frekvens:</b>	<b>Referanse:</b>
<i>Basisovervåkingen</i> - 24 innsjøer	Flere	Innsjø	f, e	2009**-	6/2. år	Schartau mfl. 2011
<i>Sur nedbør overvåkingen</i> - 6 feltforskningsomr. - ca. 80 innsjøer - 2 elver	Flere Flere Øst-Norge, Vest-Norge	Elv Innsjø Elv	f f f	> 15-40 år > 25 år > 30 år	Ukentlig Årlig Månedlig	Skjelkvåle mfl. 2009
<i>Elvetilførselsprogrammet</i> - 10 hovedelver - 36 mindre elver	Flere Flere	Elv Elv	f, e, t, m f, e, t, m	1990- 1990-	Månedlig Kvartalsvis	Skarbøvik mfl. 2009
<i>EUREGI-programmet</i> - 450 innsjøer	Flere	Innsjø	e	1988-2001	Variierende	Lyche- Solheim mfl. 2008
<i>JOVA-programmet</i> - 13 felter/bekker	Flere	Elv	e, m	1990-	Vannf.prop. prøver	Sørbotten 2011
<i>Effektkontroll kalking</i> - 21 lakseelver	Øst-Norge, Vest-Norge	Elv	f	> 15 år	Variierende	DN 2009
<i>FoU, kalking</i> - Store Finntjenn  - Vegår - Store og Lille Hovvatn - Rorevassdraget (flere elver og innsjøer)	Øst-Norge  Øst-Norge Øst-Norge	Innsjø  Innsjø Elv, innsjø	f  f f	1980-1996  1985-d.d. 1972-ca 2005 1992-2001	Variierende  Variierende Variierende	Kaste mfl. 1999 Barlaup 2004 Hindar 2004 Walseng mfl. 2001, Kroglund 2007
<i>NINAs elveserie</i> - 20 elver	Flere	Elv	f	> 20 år	~ Månedlig	Saksgård og Schartau 2010
<i>Biomangfold ferskvann</i> - Atna - Vikedalselva	Øst-Norge Vest-Norge	Elv, innsjø Elv	f, e f, e	> 25 år > 15 år	~ Månedlig ~ Månedlig	Sandlund mfl. 2010
<i>Morsa-prosjektet</i> - 15-20 elvestasjoner - Ca. 10 innsjøstasjoner	Øst-Norge Øst-Norge	Elv Innsjø	e e	Variierende Variierende	Variierende Variierende	Skarbøvik mfl. 2011
<i>Mjøsa m/tilløpselver</i> - 4 innsjøstasjoner - 6 elvestasjoner	Øst-Norge Øst-Norge	Innsjø Elv	e e	1972- 1972-	6-11/år 6-11/år	Løvik mfl. 2010
<i>Aksjon Jærvassdrag</i> - 16 innsjøer	Vest-Norge	Innsjø	e	1994-	Variierende	Molversmyr

- 25 elver	Vest-Norge	Elv	e	1994	Variierende	2009
<i>Lokale prosjekter</i>						
Gjersjøen	Øst-Norge	Innsjø	e	1972-	Variierende	Haande mfl.
Kolbotnvann	Øst-Norge	Innsjø	e	1972-	Variierende	2010

\*) f=forsuringsparametre, e=eutrofieringsparametre, t=tungmetaller, m=miljøgifter

\*\*\*) Noen lokaliteter er overvåket tidligere innenfor andre programmer

I tillegg til stasjonene nevnt ovenfor, inneholder overvåkingen av drikkevannskilder ofte tidsserier som strekker seg lengre tilbake i tid enn dem tradisjonelle forurensingsovervåkingen. Dataene finnes enten hos vannverkene selv, eller noe er lagt inn i vannverksregisteret som driftes av Folkehelseinstituttet ([www.fhi.no](http://www.fhi.no)). For enkelte parametre som f.eks. farge kan det finnes data fra før 1960, mens parametre som fosfor, nitrogen og klorofyll først ble inkludert etter ca. 1970.

## 4.6 Vannbiologi

Biologiske datasett representerer ofte korte tidsperioder (fra ett til noen få år), men det finnes også noen dataserier som har gått ubrutt siden 1970- eller 1980-årene og fram til i dag. Generelt finnes det flere lange dataserier på dyreplankton, bunndyr og fisk enn for planteplankton, påvekstalg og vannplanter. Videre er det til dels store variasjoner i metodikk, inklusive prøvetakingsfrekvens for biologiske datasett. Unntak er lokaliteter som inngår i nasjonale overvåkingsprogram, der metodikken ofte er ”standardisert”.

I en serie med tabeller nedenfor vises eksempler på innsjø- og elvestasjoner med lange og fortrinnsvis sammenhengende tidsserier for de biologiske kvalitetselementene planteplankton, dyreplankton, påvekstalg, vannplanter, bunndyr og fisk. Det har ligget utenfor rammene for dette prosjektet å gi en komplett oversikt over eksisterende data innenfor de ulike kategoriene. Relevante dataserier kan dermed mangle i oversiktene nedenfor. Stasjonene er knyttet til landsomfattende eller regionale/lokale overvåkingsprogrammer som er nærmere omtalt under kapittel 3 i denne rapporten.

### *Planteplankton*

Eksempel på innsjøstasjoner med lange tidsserier (>5-10 år) på planteplankton. Kvalitative prøver tas ved håvtrekk, mens kvantitative prøver tas fra en vannprøve med et kjent vannvolum.

Lokalitet:	Region	Kvalitativ	Kvantitativ	Tidsrom	Frekvens	Referanse
Mjøsa	Øst-Norge		x	1972-	5-10/år; mai-okt	Løvik mfl. 2010
Gjersjøen	Øst-Norge		x	1979-2010 (hull)	3-14/år	Haande mfl. 2010
Vansjø	Øst-Norge	x		1982-	Variierende	Skarbøvik mfl. 2011
Store Hovvatn	Øst-Norge		x	1980-1998	Variierende	Hindar 2004
Atnsjøen	Øst-Norge		x	1990-	5 /år; jun-okt	Sandlund mfl. 2010
16 Jær-sjøer	Vest-Norge		x	1994	6-8/hvert 4 år	Molversmyr 2009
Akersvatn	Øst-Norge		x	1985-2010 (noen hull)	6-10 /år; mai-okt (mars noen år)	Fjeld mfl. 1996
Borrevatn	Øst-Norge		x	1992-96	9-11/år; apr-nov	Bratli og Skiple 1998
Kolbotnvatn	Øst-Norge		x	1983-2010 (noen hull)	5-14/år	Haande mfl. 2010
Steinsfjorden	Øst-Norge		x	1979-2004 (noen hull)	2-15/år	Tjomsland mfl. 2006

Tyrifjorden	Øst-Norge	x	1978-1996 (hull)	4-12/år	Bækken mfl. 2004
Randsfjorden	Øst-Norge	x	1994-2005	5-8/år; jun-okt	Løvik og Kjellberg 2006

### Dyreplankton

Eksempel på innsjøstasjoner med lange tidsserier (>5-10 år) på dyreplankton. Kvalitative prøver tas ved håvtrekk, mens kvantitative prøver tas fra en vannprøve med et kjent vannvolum.

Lokalitet:	Region	Kvalitativ	Kvantitativ	Tidsrom	Frekvens	Referanse
Atnsjøen	Øst-Norge	x	x	1985-d.d.	5 /år	Halvorsen og Papinska 2010
Fjellgardsvatn Botnavatn Ø Heimdalsvatn	Vest-Norge Fjell Sør- Norge	x x	x	1996-d.d. 1969-1999	3/år 1-5 /år	Fjellheim mfl. 2010 Brittain og Borgstrøm 2010
Store Hovvatn Takvatn	Øst-Norge Nordland / Troms	x x	x	1997-2002 1980-d.d.	Årlig Årlig med avbrudd	Hindar 2004 P.-A. Amundsen, pers. medd.
Stuorajavri	Finnmark	x		1981-d.d.	Årlig/2. hvert år med avbrudd	P.-A. Amundsen, pers. medd.
Pasvik; Ruskebukta	Finnmark	x		1991-d.d.	Årlig	Amundsen mfl. 2009, upubl.
Pasvik; Skrukkebukta	Finnmark	x		1991-d.d.	Årlig	Amundsen mfl. upubl.
Dalvatn 20 innsjøer (inkl Dalvatn) <sup>1</sup>	Finnmark Hele landet	x x	1991-98 1996-98	1991-d.d. 1996/1999- d.d.	1-2 /år 2-3 /år	KLIF 2010 KLIF 2010
Rorevassdraget (12 innsjøer)	Øst-Norge	x	x	1992-2001	2/år	Walseng mfl. 2001, Walseng upubl.
Mjøsa	Øst-Norge	x	x	1972-	11/år	Løvik mfl. 2010
Gjersjøen	Øst-Norge		x	8-10 år (før 2000)	6/år	Hande mfl. 2008
Kolbotnvann	Øst-Norge		x	8-10 år (før 2000)	6/år	Hande mfl. 2008
Randsfjorden	Øst-Norge		x	1988-2005	5-8 /år	Løvik og Kjellberg 2006

<sup>1</sup> Innsjøer inkludert i biologiske overvåking av sur nedbør – BIOLOK (se Vedlegg 9.3).

### Påvekstalger

Eksempel på elvestasjoner med lange tidsserier (>5-10 år) med påvekstalger

Lokalitet:	Region	Tidsrom	Frekvens	Referanse
Tovdalselva	Øst-Norge	1995 - 2005	Årlig	Effektkontroll kalking (www.dirnat.no)
Mandalselva	Øst-Norge	1996-2005	Årlig	Effektkontroll kalking (www.dirnat.no)
Suldalslågen	Vest-Norge	1997-2003*	Årlig	Effektkontroll kalking (www.dirnat.no)
Atna	Øst-Norge	1988-d.d.	Årlig	Sandlund mfl. 2010
Vikedal	Vest-Norge	1997-d.d.	Årlig	Sandlund mfl. 2010
25 Jærvassdrag	Vest-Norge	1994-	Årlig / 3. hvert år (vekslende)	Molversmyr 2009
Bjerkereim	Vest-Norge	1996-2007	Uregelmessig (5 x i perioden)	Effektkontroll kalking (www.dirnat.no)
Flekk-Guddal	Vest-Norge	1998-2009	Uregelmessig (4 x i perioden)	Effektkontroll kalking (www.dirnat.no)

Yndesdal	Vest-Norge	2001-2010	perioden) Uregelmessig (4 x i perioden)	Effektkontroll kalking (www.dirnat.no)
----------	------------	-----------	---	--

Tovdal og Mandal og Bjerkereim blir nå tatt opp igjen i forbindelse med kalkingsovervåking. I Suldalslågen tas det ikke begroingsalger ifm kalkingsovervåking. Atna og Vikedal komplette årlige datasett, mens de andre dataseriene tidvis har hull.

### Vannplanter

Eksempel på innsjø- og elvestasjoner med lange tidsserier (>5-10 år) med vannplanter

Lokalitet:	Region	Tidsrom	Frekvens	Referanse
Tovdalselva	Øst-Norge	1995-2001	Årlig	Effektkontroll kalking (www.dirnat.no)
Mandalselva	Øst-Norge	1996-2002	Årlig	Effektkontroll kalking (www.dirnat.no)
Suldalslågen	Vest-Norge	1998-2002	Årlig	Effektkontroll kalking (www.dirnat.no)
Bjerkereimsvassdraget	Vest-Norge	1996-2001	Årlig	Effektkontroll kalking (www.dirnat.no)
Vikedalselva	Vest-Norge	1996-2002	Årlig	Effektkontroll kalking (www.dirnat.no)

### Bunndyr

Eksempel på innsjø- og elvestasjoner med lange og sammenhengende tidsserier (>10 år) med bunndyr

Lokalitet:	Region:	Innsjø/elv:	Variabler:	Tidsrom:	Frekvens:	Referanse:
Ø.Heimdalsvann	Fjell Sør-Norge	Innsjø	Lit. bunndyr	1972-2000	72-76-85-00	Brittain og Borgstrøm 2010
Takvatn	Nordland/Troms	Innsjø	Bunndyr	1980-d.d.	Nå og da	P.-A. Amundsen, upubl.
Alta	Finnmark	Elv	Bunndyr	1981-dd	Årlig	Ugedal mfl. 2007
Store Hovvatn	Øst-Norge	Innsjø	Bunndyr	1977-2002	Årlig	Hindar 2004
Vikedal	Vest-Norge	Elv	Bunndyr	1982-d.d.	2 /år	KLIF 2010
Vikedal	Vest-Norge	Elv	Bunndyr	1979-d.d.	Årlig	Fjellheim mfl. 2010,
Atna	Øst-Norge	Elv	Bunndyr	1986-d.d.	4 /år	Bongard 2010
20 innsjøer inkl Atnsjøen <sup>1</sup>	Hele landet	Innsjø	Lit. bunndyr	1996/1999-d.d.	1-2 /år	KLIF 2010
21 kalka vassdrag <sup>2</sup>	Øst-Norge, Vest-Norge	Elv Innsjø	Bunndyr, Lit. bunndyr	1996-	1-2 /år	Effektkontroll kalking (www.dirnat.no)
Kystvassdrag i Farsund	Øst-Norge	Elv	Bunndyr	1981-d.d.	2 /år	KLIF 2010
Ogna	Vest-Norge	Elv	Bunndyr	1983-d.d.	2 /år	SFT 2009
11 Jærvassdrag	Vest-Norge	Elv	Bunndyr	1994-	Årlig	Molversmyr 2009
Vosso	Vest-Norge	Elv	Bunndyr	1993- 2005	2 /år	SFT 2006
Gaularvassdr	Vest-Norge	Elv	Bunndyr	1984-d.d.	2 /år	KLIF 2010
Nausta	Vest-Norge	Elv	Bunndyr	1983-d.d.	2 /år	KLIF 2010

<sup>1</sup> Innsjøer inkludert i biologiske overvåking av sur nedbør – BIOLOK (se Vedlegg 9.3).

<sup>2</sup> Inkluderer også ukalkede referansestasjoner.

## Fisk

Eksempel på innsjø- og elvestasjoner med lange og sammenhengende tidsserier (>10 år) på fisk. Det er hovedsakelig foretatt garnfiske på innsjøstasjonene og elfiske på elvestasjonene.

Lokalitet:	Region:	Innsjø/elv:	Variable:	Tidsrom:	Frekvens:	Referanse:
Ø.Heimdalsvann	Fjell Sør-N	Innsjø	Ørret Ørekyt	1958-d.d. 70-tallet- d.d.	Årlig med avbrudd	Brittain og Borgstrøm 2010
Atnsjøen	Øst-Norge	Innsjø	Ørret Røye	1985-d.d.	Årlig	Saksgård og Hesthagen 2010a
Fjellgardsvatnet (Vikedal)	Vest-Norge	Innsjø	Ørret Røye	1994-d.d.	Årlig	Saksgård og Hesthagen 2010b
Store Hovvatn	Øst-Norge	Innsjø	Ørret	1982-d.d.	Årlig	Hindar 2004, Kleiven og Barlaup 2010
Vegår	Øst-Norge	Innsjø	Ørret, abbor, krøkle	1980-2008	Ca. 2. hvert år	Barlaup 2004, Kleiven og Håvardstun 2009
Femund	Øst-Norge	Innsjø	Sik, ørret, røye	1982-2009	Årlig	Sandlund mfl. 2004, upubl
Mjøsa	Øst-Norge	Innsjø	Mange fiskearter	1965-???	1960-1990-tallet variabelt. Årlig fra 2010?	Aass 1972, Sandlund mfl. 1985, Fjeld mfl. 2010
Osensjøen	Øst-Norge	Innsjø	Sik, lagesild, ørret	1976-dd	1976-1985, 1987, 1990, 1993, 1996-98, 2009-2010	Linløkken og Sandlund 2003, upubl.
Orkla	Trøndelag	Elv	Laks	1979-d.d	Årlig	Hvidsten mfl. 2004, upubl.
Takvatnet	Nordland / Troms	Innsjø	Røye, ørret, stingsild	1980-81, 1983-d.d.	Årlig	Knudsen mfl. 2008
Fjellfrøsvatn	Nordland / Troms	Innsjø	Røye, ørret	1992-d.d.	Irregulært	Knudsen mfl. 2010
Stuorajavri	Finnmark	Innsjø	Sik, abbor, ørret	1981-d.d.	Årlig 1981-91 og 2003-d.d.; 2/ år 1992-2002	Amundsen mfl. 2002, upubl.
Pasvik; Vaggatem inkl. Ruskebukta	Finnmark	Innsjø	Sik, lagesild, ørret, abbor, gjedde	1990-d.d.	Årlig	Amundsen mfl. 2009
Pasvik; Skrukkebukta	Finnmark	Innsjø	Sik, lagesild, ørret, abbor, gjedde	1990-d.d.	Årlig	Amundsen mfl. 2009
Tesse, Vinsteren, Aursjøen	Fjell Sør- Norge	Innsjø	Ørret	1980-2009	Årlig	T. Hesthagen, upubl.
Tana	Finnmark	Elv	Skjell av laks	1973-dd	Årlig	Morten Johansen, pers. medd.
Sandvatn	Fjell Sør- Norge	Innsjø	Ørret	2000-20010	Årlig	Rognerud og Brabrand 2010
Høysjøen	Midt-Norge	Innsjø	Ørret-røye	1986-dd	Årlig til 2005, 2008-09, 2011	O. Ugedal pers. medd.
Alta	Finnmark	Elv	Laks - elfiske /skjell	1981-dd	Årlig	Ugedal mfl. 2007



Songsjøen	Midt-Norge	Innsjø	Ørret-røye	1968-d.d.	Årlig til 1994, deretter uregelmessig	T. Hesthagen pers. medd.
Saltdalselva	Nordland / Troms	Elv	Laks/ørret	1975-2010	Ungfisk 2 /år, skjell årlig	Jensen (red.) 2004, upubl.
Strynselva	Vest-Norge	Elv	Laks/ørret	1983-2010	Årlig	Jensen (red.) 2004, upubl.
Repparfjordelva	Finnmark	Elv	Skjellprøve r, laks	1932-2010	Årlig siden 1960	Jensen mfl. 2004, upubl.
Eira	Vest-Norge	Elv	Laks/ørret	1987-2010	Skjellprøver årlig, ungfisk 1988-1993 og 2001-2010	Jensen mfl. 2011
Vefsna	Nordland / Troms	Elv	Laks/ørret	1975-2010	Årlig, med avbrudd	Johnsen mfl. 2005, upubl.
Imsa	Vest-Norge	Elv	Opp- og nedvandrende fisk	1975-d.d.	Kontinuerlig	Bergesen mfl. 2010
Halselva	Finnmark	Elv	Opp- og nedvandrende fisk	1987-d.d.	Kontinuerlig	Strand og Finstad 2010
Vikedal	Vest-Norge	Elv	Ørret	1987-2010	Årlig – 2 /år	KLIF 2010
Bjerkreim	Vest-Norge	Elv	Ørret	1987-2006	Årlig – 2 /år	SFT 2007
Gaularvassdr	Vest-Norge	Elv	Ørret	1987-2007	Årlig – 2 /år	SFT 2008

## 4.7 Miljøgifter i vann, sediment og biota

Eksempel på innsjø- og elvestasjoner med undersøkelser av miljøgifter i vann, sediment eller biota, som strekker seg over mer enn 10 år (ikke nødvendigvis sammenhengende tidsserier)

Lokalitet:	Region	Innsjø/elv	Medium	Variable	Tidsrom/år	Referanse
Mjøsa		Innsjø	Fisk	Hg, POPs	1967-2010 (Hg) 1995 (POPs)	Fjeld mfl. 2010
150-250 innsjøer	Hele landet	Innsjø	Sediment	Metaller, PCB, PAH	1985/1995/2005	Rognerud mfl. 2008
20 innsjøer	Østlandet	Innsjø	Fisk	Hg	1990,1992, 2008	Fjeld og Rognerud 2009

## 5. Programmer/stasjoner med integrert overvåking

Dette kapitlet omhandler overvåkingsprogrammer eller prosjekter hvor det er gjennomført integrert overvåking (i tid og rom) av vannfysikk, vannkjemi og vannbiologi. Disse datasettene er spesielt interessante i samband med klimaovervåking fordi det kan belyse hele økosystemers respons på klimavariasjon og –endring på kort og lang sikt.

### **Basisovervåkingen**

I full drift skal valget av vannforekomster i basisovervåkingen representere alle økoregioner, vann typer og tilstandsklasser, og overvåkingen skal ha et omfang som muliggjør en vurdering av overflatevannets samlede tilstand i hver vannregion. I 2009 og 2010 er det til sammen overvåket 24 innsjøer innen programmet (alle i Øst-Norge med unntak av en innsjø i Midt-Norge). Alle biologiske kvalitetselementer (planteplankton, vannvegetasjon, dyreplankton, litorale bunndyr og fisk) og relevante fysisk-kjemisk parametre ble overvåket i potensielle referansesjøer, mens utvalget var noe redusert for hhv. forsurete og eutrofierte innsjøer (Vedlegg 9.1). Overvåkingen av de påvirkede innsjøene ble begrenset til de antatt mest følsomme kvalitetselementer og parametre. I 2009 utarbeidet NINA, NIVA og NVE et forslag til etablering av klimaovervåking i store innsjøer (Vedlegg 9.2), som inkluderer registreringer av vannfysikk (vannstand, vannføring, vanntemperatur), vannkjemi og vannbiologi (planteplankton, dyreplankton og fisk). Basisovervåkingen er også omtalt under kapittel 3.

### **Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør – biologisk del**

Det biologiske programmet under sur nedbør overvåkingen følger virkninger på bunndyr og fisk (ungfisk av ørret) i bekker/elver og småkrepser (inklusive dyreplankton), bunndyr og fisk i innsjøer. Elveovervåkingen omfatter noen av de lengste biologiske tidsseriene vi har i Norge; de første bunndyrundersøkelsene startet i 1981, mens fiskebestandene er overvåket fra 1987/88. Antall vassdrag som overvåkes er gradvis redusert, og etter 2007 omfatter programmet kun fem vassdrag med bunndyrovervåking og ett vassdrag med overvåking av ungfisk (Vedlegg 9.3). Innsjøovervåkingen (BIOLOK) startet opp i 1996, men det er gjennomført biologiske undersøkelser i flere av innsjøene før dette, blant annet i forbindelse med SNSF-prosjektet. Antall innsjøer som overvåkes er gradvis redusert slik at overvåkingen i dag omfatter i underkant av 60 innsjøer, hvorav 20 innsjøer undersøkes årlig (Vedlegg 9.3). Alle BIOLOK overvåkes også med hensyn på vannkjemi (parameterutvalg som for den øvrige sur nedbør overvåkingen). Sur nedbør programmet er bredere omtalt under kapittel 3.

### **Tiltaksovervåking av elvekalkingsprosjekter (tidligere Effektkontrollen)**

Effekten av kalkingen i 21 lakseførende elver i Øst- og Vest-Norge (Vedlegg 9.4) følges ved årlig overvåking av vannkvalitet og fisk i alle vassdragene (fra 2011 vil fisk overvåkes hvert annet år), mens bunndyr og enkelte andre grupper av flora og fauna overvåkes hvert annet år. Begroingsalger og vannvegetasjon overvåkes kun i noen utvalgte vassdrag. I tillegg overvåkes planteplankton, dyreplankton og bunndyr i et fåtall store innsjøer innenfor et par av de kalkede vassdragene. Noen av tidsseriene går helt tilbake til 1980-tallet, og integreringen av kjemi og vannbiologi gjør dette datasettet svært interessant både i sammenheng med oppfølging av vannforskriften og overvåking av klimaendringseffekter. Det er målestasjoner for vannføring i de fleste av vassdragene, og hydrologiske samt meteorologiske data presenteres i de årlige rapportene fra kalkingsovervåkingen. Programmet er også omtalt under kapittel 3.

### **FoU-virksomhet knyttet til kalking**

Direktoratet arbeider for at kalkingsvirksomheten skal være kunnskapsbasert, og har derfor årlig bevilget midler til FoU-virksomhet knyttet til kalking. Noen av disse midlene er benyttet til langsiktige prosjekter, hvor innsjøer eller vassdrag er fulgt i en årrekke for å dokumentere langtidseffekter av ulike kalkingsstrategier. Eksempler på dette er Store og Lille Hovvatn, Store og Lille Finntjenn som ble fulgt opp med vannkjemiske og vannbiologiske undersøkelser fra tidlig på 1980-tallet. Andre

eksempler er innsjøen Vegår som er undersøkt fra 1987 og innsjøer innenfor Rorevassdraget med undersøkelser i perioden 1992-2001. Alle innsjøene er beliggende i Aust-Agder fylke. Prosjektene er godt dokumentert gjennom en rekke rapporter og vitenskaplige publikasjoner.

### **Atna og Vikedal**

I Atna- og Vikedalsvassdraget er det samlet data om miljøforhold og en lang rekke biologiske kvalitetselementer over en lang årrekke (Sandlund mfl. 2010). Programmet omfatter det boreal/subalpine innlandsvassdraget Atna (Øst-Norge), og det sørvestnorske lavlandsvassdraget Vikedal (Vest-Norge). Programmet er for øvrig omtalt under kapittel 3. NVE-stasjon 2.32 Atnasjø er primærstasjon i det hydrologiske stasjonsnettet. Det foreligger en lang måleserie på vannstand/vannføring, fra 1916 til i dag. Også NVE-stasjon 2.479 Li bru ligger i Atnavassdraget, nærmere bestemt oppstrøms Atnasjø. Dette er en sekundærstasjon i det hydrologiske stasjonsnettet, hvor det er blitt målt vannstand/vannføring siden 1988. I Vikedal foreligger det vannstand-/vannføringsdata fra NVE-stasjon 38.1 Holmen, som har vært i drift siden 1982.

### **Femunden**

I Femunden (Øst-Norge) er det samlet prøver av sik og ørret i perioden 1982-2009 (Sandlund mfl. 2004), delvis gjennom eget prøvefiske, delvis gjennom innkjøpt materiale fra Femund Fiskerlag. Prøvefisket har også gitt data om røye og enkelte andre fiskearter. NIVA har gjort undersøkelser av vannkjemi og plante- og dyreplankton med ujevne mellomrom siden slutten av 1960-tallet (Løvik mfl. 2009). Det foreligger én hydrologisk stasjon, 311.4 Femundsanden, som er sekundærstasjon i det hydrologiske stasjonsnettet og hvor det er målt vannstand/vannføring siden 1896. Det finnes isleggings- og isgangsdata fra 1940- og 50-tallet til i dag.

### **Mjøsa**

Overvåkingsprogrammet for Mjøsa med tilløpselver (Hedmark og Oppland fylker) har tidsserier på temperatur, kjemi og biologi tilbake til 1972 (Løvik mfl. 2010). Det er for tiden 4 innsjøstasjoner hvor det årlig foretas 6-11 observasjoner av temperatur, generell vannkjemi, næringssalter, planteplankton og dyreplankton. De 6 viktigste tilløpselvene overvåkes med hensyn til vannføring, næringsstoffer, partikler, organisk stoff og begroing/bunndyr (rullerende program på biologi). Programmet er også omtalt tidligere under kapittel 3. To hydrologiske stasjoner er aktuelle for Mjøsa: 2.197 Ertesekken ndf, som er en konsesjonspålagt stasjon driftet av Glommen og Laagen Brugseierforening (GLB). Stasjonen ligger i Vorma, nedstrøms Mjøsa, hvor det er blitt målt vannstand/vannføring siden 1931. I tillegg, 2.101 Hamar, som også er en konsesjonspålagt stasjon (GLB). Her er det blitt målt magasin vannstand siden 1908.

### **Vansjø-Hobølvassdraget**

Vansjø-Hobølvassdraget i Akershus/Østfold er et lavlandsvassdrag, som er betydelig påvirket av partikler og næringssalter fra lokale kilder, spesielt landbruk og bebyggelse. Overvåkingsprogrammet inkluderer innsjøen Vansjø (Storefjorden og Vanemfjorden) med tilløpselver, samt et antall mindre innsjøer i nedbørfeltet. Programmet inneholder analyse av en rekke fysiske og kjemiske parametre, og de lengste tidsseriene strekker seg tilbake til 1970-tallet (Skarbøvik mfl. 2011). I tillegg finnes det et stort materiale med kvantitativt planteplankton fra innsjøene og data på algetoksiner. Programmet inneholder data om suspenderte partikler (fra erosjon, som er sterkt klimapåvirket) samt løste og partikulære fraksjoner av fosfor. Dette gir gode muligheter for å studere sammenhenger mellom nedbør, erosjon, partikler, fosfortilførsler, og fosfortilgjengelighet for algevekst i innsjøene. NVE har vannføringsstasjonen Høgefoss, som ligger i Hobøelva et stykke oppstrøms Vansjø. Vassdraget er også godt undersøkt gjennom forskningsprosjektene SEALINK og EUTROPIA og EU-prosjektene AQUAMONEY, EXIOPOL og REFRESH.

**Aksjon Jærvassdrag**

Programmet har siden 2004 inneholdt overvåking av vannkjemi og planteplankton i innsjøer og vannkjemi, påvekstalger og bunndyr i elver på Jæren i Rogaland. Alle vannforekomstene ligger i lavlandsvassdrag som er til dels betydelig påvirket av landbruksforurensning (Molversmyr 2009).

**Øvre Heimdalsvatn**

Øvre Heimdalsvatn ligger 1088 m o.h. i sørøstkanten av Jotunheimen (region Høgfjellet i Sør-Norge). Registreringene av biologiske parametre startet i 1957 med prøvafiske og overvåking av ørretbestanden (se oppsummering i Brittain og Borgstrøm 2010). Senere ble undersøkelsene utvidet, bla. ved at det norske IBP-programmet (1968- 1974) brukte Ø. Heimdalsvatn som sin innsjølokalitet og gjennomførte produksjonsstudier på alle trofiske nivå i perioden 1969-1973 (Larsson mfl. 1978). Oppfølgende studier har også vært gjort senere, f. eks. 1985 og 1999 for dyreplankton (Larsson mfl. 2010). Senere er ulike prosjekter gjennomført på en slik måte at det finnes gode tidsserier av både temperatur og hydrologi, samt de fleste biologiske kvalitetselementer. Det er også gjort en del forskning i innsjøens nedbørfelt. Hydrologisk stasjon 2.36 Ø. Heimdalsvatn er et samarbeid mellom NVE og Universitetet i Oslo. Dette er en sekundærstasjon i det hydrologiske stasjonsnettet, hver det er blir målt vannstand/vannføring og snøparametere siden 1995.

**Fiskebestander og klimavariasjoner på Hardangervidda.**

Tidligere publiserte undersøkelser av ørretbestander på Hardangervidda (region Høgfjellet i Sør-Norge) er sammenholdt med klimavariasjoner gjennom de siste 100 år (Rognerud mfl. 2003). Fiskens tilvekst og årsklassestyrke var relatert til snømengdene på våren (sen isgang) og lufttemperaturen i produksjonssesongen på Vestvidda. Variasjonene i klima på Hardangervidda bidrar til å forklare mange av de store svingningene i fisket som er beskrevet i tidligere tider, og som vi også har observert de siste årene. Årlige undersøkelser (2000-2010) i uregulerte Sandvatn har vist at variasjoner i klima har stor betydning for fiskens rekruttering, årsklassestyrke, kvalitet, og forekomsten av dens viktigste næringsdyr (Rognerud og Brabrand 2010).

**Andre tidsserier fra høyfjellet**

Ved Finse (region Høgfjellet i Sør-Norge) har UiO og UiB en høyfjellsøkologisk forskningsstasjon. Limnologiske og biologiske studier i en rekke lokaliteter i området er gjort fra 1970-tallet og fremover, og inkluderer både små og store vannforekomster. Fra årene 1970-1975 finnes det kjemi- og dyreplanktondata fra 50-60 lokaliteter i området mellom Finse stasjon og Blåisen. Fem lokaliteter er fulgt relativt grundig gjennom hele året (NB. 5 meter is i april). Flakavatn på 1453 m o.h. er gjenstand for undersøkelser fra 2004 av i regi av UiO. Herfra foreligger også limnologiske data fra 1930-tallet (Kåre Strøm, UiO). Både i Flakavatn og Finsevatn pågår forskning på biologisk mangfold med molekylære metoder. UiB har dessuten gjennomført paleolimnologiske studier i flere lokaliteter i området.

I forbindelse med prosjektet "Finprikkauren på Hardangervidda" har Uni Miljø gjennomført limnologiske og biologiske studier i fem ulike lokaliteter (Dragøyfjorden samt fire bekkelokaliteter) (region Høgfjellet i Sør-Norge) oppstrøms Store Krækkja. Det er målt vanntemperatur i alle lokalitetene (6-12 målinger per døgn) over en periode på 7 til 11 år. Fra de samme stasjonene finnes vannkjemi (8 prøver per år), samt fiskeundersøkelser (1 gang per år) basert på prøvegarnfiske i Dragøyfjorden og elfiske etter ungfisk i bekkene. Bunndyrundersøkelser er gjennomført uregelmessig, 6 prøveserier fra 19 stasjoner i perioden 1997-2007. Det finnes ingen hydrologiske data.

**Takvatnet**

Takvatnet i Troms (region Nordland/Troms) har vært brukt som forsøkslokalitet av Universitetet i Tromsø (Norges Fiskerihøgskole) siden 1980 (for eksempel Knudsen mfl. 2008). Hovedfokus har vært på fiskesamfunnet, men det finnes også en god del dyreplanktondata som i tid dekker det meste av innsamlingsperioden, og det finnes en del bunndyrdata og litt planteplankton. Vannkjemidataene er

svært sporadiske. Her er det planer om å opprette ny vannstand/vannføringsstasjon i forbindelse med basisovervåkingen.

### **Pasvikvassdraget**

Pasvikvassdraget (region Finnmark), med innsjøene Skrukkebukta (Vaggatem) og Ruskebukta har vært undersøkt av UiT-NFH siden 1991 (Amundsen mfl. 2009). Her er også fokus på fiskesamfunnet, men i tillegg er det god dekning på dyreplankton. Vannkjemidata er også trolig tilgjengelig for store deler av tidsperioden, dels gjennom analysene som INEP (Russland) har gjort, og dels fra registreringer gjort gjennom diverse miljøovervåkingsprogrammer. For bunndyr og planteplankton finnes det noe informasjon, men kun som punktdata. Hydrologisk stasjon 246.9 Sametielv ligger i sidevassdrag til Pasvik. Stasjonen er opprinnelig forvaltningsstasjon, men fra 1999 pålagt Pasvik kraft som uregulert referansestasjon for reguleringen av Pasvikvassdraget.

### **Stuorajavre**

Stuorajavre (region Finnmark) har undersøkelser av fiskesamfunnet foregått siden 1981 i regi av UiT-NFH (Amundsen mfl. 1999). Det finnes også dyreplanktondata som dekker det meste av perioden. Det foreligger ingen hydrologisk målestasjon, men det er foretatt iskartlegging med dataserie fra 1980 til i dag.

### **Dalelv/Dalvatn**

Dalvatn (region Finnmark) har vært undersøkt mht. vannkjemi, dyreplankton, bunndyr og fisk siden 1991, først som en del av det norsk-russiske overvåkingsprogrammet (NINA, NIVA, INEP) for å følge effekter av forurensninger fra industrien på Kolahalvøya (Nøst mfl. 1997). Fra denne perioden finnes det også data på planteplankton samt tungmetaller i biologisk materiale. Fra 1997 ble Dalvatn tatt inn i det nasjonale overvåkingsprogrammet for langtransporterte forurenset luft og nedbør, og det er siden tatt årlige prøver av dyreplankton og bunndyr mens prøvefiske er gjennomført hvert 4. år.

Dalelva har status som feltforskningsområde innenfor overvåkingsprogrammet for langtransporterte forurenset luft og nedbør, og det er tatt ukentlige vannkjemiske prøver siden 1989. De første 10-12 årene ble vannføringen i Dalelva logget kontinuerlig av NIVA, men stasjonen ble etter hvert lagt ned og vannføringsdata skalert fra NVEs stasjon i Karpdalen. NILU har to nærliggende stasjoner for måling av atmosfærisk depositionsjon; Karpdalen og Svanvik.

### **Svalbard**

Det er samlet bunndyr og fisk i Linnevatnet i forbindelse med et UNIS kurs i ferskvannøkologi, men varigheten på serien er ikke kjent. Det finnes også fiskedata fra ulike tidspunkt fra Vårfluesjøen (M.-A. Svenning, pers. medd.). Sysselmannen har drevet noe prøvefiske, men omfanget er begrenset. Ole K. Berg (NTNU) og Anders G. Finstad (NINA) har to års data fra Bjørnøya. NVE har tre aktive stasjoner på Svalbard hvor det er målt vannføring og vanntemperatur siden 1991/92. Ved to av disse blir det også utført målinger av sedimenttransport.

## 6. Forslag til overvåkingsparametre og metodikk

### 6.1 Generelt

Effekter av klimaendringer på akvatiske økosystemer har gjerne blitt fanget opp gjennom overvåking som har hatt fokus på andre miljøpåvirkninger enn klimaendringer. De fleste av programmene var opprinnelig laget for å overvåke effekter av ulike forurensningstyper eller for å møte internasjonale forpliktelser. I de senere år er det blitt tydelig at klimavariasjoner påvirker resultatene, og at fremtidige klimaendringer kan medføre store effekter. Utfordringen vil være å designe et overvåkingsprogram som både overvåker de problemene vi allerede kjenner til (med dagens klima), i tillegg til å ta høyde for andre problemer som vi i dag ikke kjenner (med fremtidens klima).

Biologiske parametre akkumulerer effekten av endringer over en periode (fra dager til år), mens stikkprøver av fysiske eller kjemiske forhold i vannforekomsten er viktige for å dokumentere miljøforholdene på gitte tidspunkt i løpet av året. Ulike organismer har ulik levetid, og mens noen organismer (for eksempel planteplankton) vil respondere raskt på endringer i miljøbetingelsene, vil organismer med lang levetid (for eksempel fisk) fange opp både episoder og små endringer som vedvarer over lengre perioder. Overvåking av effekter av klimaendringer må derfor inkludere både kortlivede og langlivede organismer. I tillegg vil automatiske sensorer utplassert i vassdragene kunne være nyttige verktøy for å dokumentere kortvarige episoder og ekstremhendelser samt være et viktig grunnlag for tolking av biologiske responser.

### 6.2 Eksempler på klimasensitive parametre/indikatorer

Eksempler på klimasensitive parametre/indikatorer (som følge av direkte eller indirekte påvirkning) kan være:

- Vanntemperatur/termoklindyp/termisk stabilitet
- Islegging/isløsning (lengde isperiode)
- Vannføring (flom og uttørking)
- Partikler, inkludert næringssalter på partikulær form (trenger mer kunnskap om biologisk tilgjengelighet)
- Organisk stoff (TOC, farge) – økt utlekking ved klimaendring, påvirker lysforhold
- Metaller og miljøgifter (knyttet til partikler, eller økt utlekking ved klimaendring)
- Nitrogen (økt utlekking ved klimaendring; mikrobielle prosesser ved ulik jordtemperatur)
- Forsuringsparametere (flom, sjøsaltepisoder, tørke/oksidering)
- Oksygenvinn i bunnvannet - tiltak for å bekjempe eutrofiering kan motvirkes av klimaendringer
- Fortynning av kalsiumkonsentrasjon i vann pga økt nedbør (vs. kritiske grenser for biota)
- Endringer i vanddekket areal i forhold til årstid og habitatkrav
- Biodiversitet: Artssammensetning, artsmigrasjon (høydegradient/nord-sør gradient), tidspunkt/varighet av biologiske hendelser (planktonoppblomstring, gyting, klekking, smoltutvandring, etc), temperatur-vekstforhold
- Nye innvandrende arter, positiv respons på økt vanntemperatur
- Kaldstenoterme arter, negativ respons på økt vanntemperatur

## 6.3 Viktige fokusområder for overvåking av klimaendringseffekter på vann

Nettverket av stasjoner bør gjenspeile effekter av klima alene (altså referanselokaliteter for alle vann typer), og kombinasjoner av klima og andre påvirkninger, altså gradienter av lokaliteter primært langs gradienter av eutrofiering og forsuring. For eutrofi bør man ha noen bynære lokaliteter som kan bli utsatt for kloakkoverløp og noen i landbruksområder der erosjon er en risiko. For forsuring er det viktig å velge lokaliteter med spesielt forsurningsfølsom geologi og eller vannforekomster som er utsatt for sjøsaltepisoder.

Andre aktuelle fokusområder ved design av et slikt program:

- Kontinuerlig overvåking – fra enkle temperaturloggere til avanserte sensorer
- Automatisk prøvetaking under flom- og tørkehendelser
- Inkludere spesielt klimasensitive områder (fjell, nordområder, leirvassdrag)
- Integreert hydrologisk, meteorologisk, vannkjemisk og biologisk overvåking (felles stasjoner)
- Kjemiske flukser (elementtransport) i tillegg til konsentrasjoner
- Klimasensitive parametere
- Irreversible økosystemendringer, terskeeffekter, kaskade-effekter
- Paleolimnologiske undersøkelser for å påvise langtidsendringer.
- Geografiske dekning i forhold til klimaregioner og økoregioner (jf. typologien for ferskvann) - dvs. sørge for god dekning der klimaendringene forventes å bli størst
- Lokaliteter som ligger nær randsoner for fremmede arter (artskart over svartelista arter kan være et grunnlag).

Implikasjoner i forhold til tradisjonell miljøovervåking:

- Vil være mer intensivt og kostnadskrevenne enn dagens overvåkingsprogrammer
- Det vil være viktig å ta vare på lange, kontinuerlige dataserier som kan fange opp effekter av klimaendringer på akvatiske økosystemer (også sjeldne hendelser)
- Referansestasjoner (uten vesentlig menneskelig påvirkning) bør prioriteres
- Viktig med tett prøvetakingsfrekvens (kontinuerlig overvåking) for god utsangskraft
- Ny teknologi bør tas i bruk: Termistorer, passive prøvetakere, satellitter etc. (med tilhørende system for datahåndtering)

## 6.4 Overvåkingsparametre og metodikk fordelt på fagområde

### 6.4.1 Meteorologi og atmosfæriske tilførsler

Meteorologiske data jfr. kapittel 4.1 vil være viktige forklaringsvariable for observerte endringer i vannfysiske, vannkjemiske og vannbiologiske forhold. Nærhet til en av met.no's stasjoner er derfor et viktig kriterium for utvelgelse av stasjoner det nye overvåkingsprogrammet for klimaendringseffekter i vann. Data fra Norsk institutt for luftforskning (NILU) sine overvåkingsstasjoner for atmosfæriske tilførsler (avsetning av forurensingskomponenter i luft og nedbør) vil også være viktige forklaringsvariable.

### 6.4.2 Hydrologi og vanntemperatur

*Vannføring (elver):* NVE har langtidsserier for vannføring som det både er utført trendanalyser og klimafremskrivninger på. Sammen med meteorologiske observasjoner av temperatur og nedbør utført av Meteorologisk institutt er dette viktige parametere for å kunne dokumentere klimaendringer.

Metodikk: Automatisert. Frekvens: kontinuerlig

*Vanntemperatur:* NVE utfører kontinuerlig måling av vanntemperatur i innsjøer (kun én som har gått 10 år, satt ut 1 stk 2010, 1 til i 2011). Metodikk: Automatisert. Frekvens: Bør baseres på loggere med registrering 6-12 ganger pr døgn. Måles også vanntemperatur vertikalt 2 ganger pr. år på utvalgte innsjøer (febr/mars og august). Kontinuerlig måling av vanntemperatur og i elv (serier fra 80 tallet).

*Dato for islegging/isgang på innsjøer:* NVE jobber med å legge inn gamle serier. De fleste ble nedlagt på 80 tallet. Det skal gjøres en analyse på seriene og en vurdering på hvilken som kan være aktuelle for å gjenopptas. Metodikk: Manuelt. Frekvens: årlig. Vurdere om satellitt-registreringer er anvendelig.

### 6.4.3 Fysiske forhold

*Partikkelkonsentrasjon (sedimenttransport):* NVE har flere lange data serier med partikkelkonsentrasjon i elver (i lavlandet/jordbrukslandskapet). Pr. i dag måles det på lab basert på månedlige prøver. Bør oppgraderes til kontinuerlig måling med automatisk turbiditets-sensor. Metodikk: Automatisert. Frekvens: kontinuerlig

### 6.4.4 Vannkjemi

*Parametre:* Tilsvarende utvalg som for referanselokaliteter innen basisovervåkingen (konduktivitet, turbiditet, pH, alkalitet, Ca, Mg, K, Na, Cl, SiO<sub>2</sub>, SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, Tot-N, PO<sub>4</sub>, Tot-P, Partikulært P, TOC, STS, BOD, ANC, Tot-Al, LAI). Enkelte av disse kan også måles kontinuerlig basert på sensorer (f.eks. pH, konduktivitet, turbiditet, farge [absorbans], nitrat, m.m.).

*Metodikk:* I hht. overvåkingsveilederen, men med høyere prøvetakingsfrekvens (se under)

*Frekvens:* Viktig med høyere frekvens enn ved basisovervåking; gjennom hyppigere manuell prøvetaking, automatisk prøvetaking eller ved bruk av automatiske sensorer.

### 6.4.5 Vannbiologi

For di vi kun har begrenset kunnskap om hvilke strukturelle og funksjonelle effekter klimaendringer har i forhold til flora og fauna er det viktig at biologisk materiale gjennomgås med tanke på å framskaffe så gode data som mulig. Med dette menes at organismene bestemmes til art så langt det er mulig. Dette vil muliggjøre beregning av ulike indekser som inkludere artsantall, diversitet, artssammensetning og funksjonelle grupper. Biomasseberegninger vil også kunne være aktuelt. I tilfelle vil det være nødvendig å inkludere kvantitative prøver samt målinger av lengde/biovolum.

*Planteplankton og dyreplankton:* For dype innsjøer: vertikale profiler av plankton. Basisovervåkingen ellers krever kun blandprøver fra et gitt dybdeintervall. Enkelte planktoniske krepsdyr finnes primært i dypere (kalde) vannlag. Vi har ikke tilstrekkelig kunnskap til å kunne forutsi om disse vil forsvinne/ redusere sin utbredelse ved en generell temperaturøkning (alle vannlag) eller dersom sirkulasjonsforholdene endres. Tilsvarende, heterotrofe flagellater (planteplankton), som har sitt optimum omkring kjemoklinen (primært i meromiktiske innsjøer?), vil også kunne påvirkes av endringer i sirkulasjonsforholdene. Metodikk: I hht. overvåkingsveilederen men med tillegg for vertikale planktonprofiler (planteplankton: NS 9459, dyreplankton: NS-EN 15110).

*Påvekstalger:* I rennende vann gir påvekstalger et integrert bilde av vannmiljø over lengre tid. Prøvetas årlig i august/september. Metodikk: I hht. overvåkingsveilederen.

*Vannvegetasjon:* Overvåking av vannplanter i innsjøer. Metodikk: I hht. overvåkingsveilederen



**Bunnfauna:** Overvåkingen av bunndyr i elv og eventuelt i strandsona i innsjøer. I egnete lokaliteter kan høydegradient i relativt homogent elveløp gjøre det mulig å registrere endringer i forekomst og utbredelse av bunndyrarter (eksempel Atna). Metodikk: I hht. overvåkingsveilederen.

**Fisk:** For fisk er det viktig å inkludere parametre som gir mulighet for å estimere vekst, da denne er temperaturavhengig. Dette krever aldersbestemmelse samt målinger av lengde og vekt. Metodikk: I hht. overvåkingsveilederen.

## 6.5 Overvåking ved hjelp av automatiske sensorer

For å kunne dokumentere omfang og effekter av kortvarige, men intense værhendelser trengs kontinuerlig overvåking av hydrologi, vannfysikk og vannkjemi. Per i dag fins det i Norge få stasjoner for kontinuerlig og samtidig overvåking av flere klimasensitive parametre i ferskvann. Ett eksempel er JOVA-feltene, som er tilknyttet Bioforsk sine klimastasjoner. Bl.a. er det full klimaovervåking på Mørdrefeltet (Østlandet). Bioforsk har data tilbake i tid for luft- og vanntemperatur, kond., pH, vannstand m.m. på alle stasjoner og jordtemp, nedbør på noen stasjoner.

Ett annet eksempel er den forholdsvis nyopprettede klimastasjonen NIVA har bygget i tilknytning til Langtjern feltforskningsområde i Flå kommune, Buskerud. Nåværende måleutstyr på Langtjern ble plassert ut den 21. mai 2010 og har deretter vært i kontinuerlig og stabil drift (også gjennom vinteren). For tiden pågår en evaluering av måleresultater sammenlignet med laboratorieprøver og stabilitet over tid.

### *Teknisk beskrivelse av utmontert utstyr*

Det er utmontert måleutstyr både på en bøye med målinger i flere dyp i de frie vannmasser i innsjøen og i utløpet av innsjøen. På bøya (figur 1) er det montert følgende utstyr:

- 2 oksygensensorer, dybde 1m og 8m, Aanderaa optoder type 3835
- 8 temperatursensorer, dybde 0,5m/1m/1,5m/2m/3m/4m/6m/8m, NIVAs egen termoelementstreng

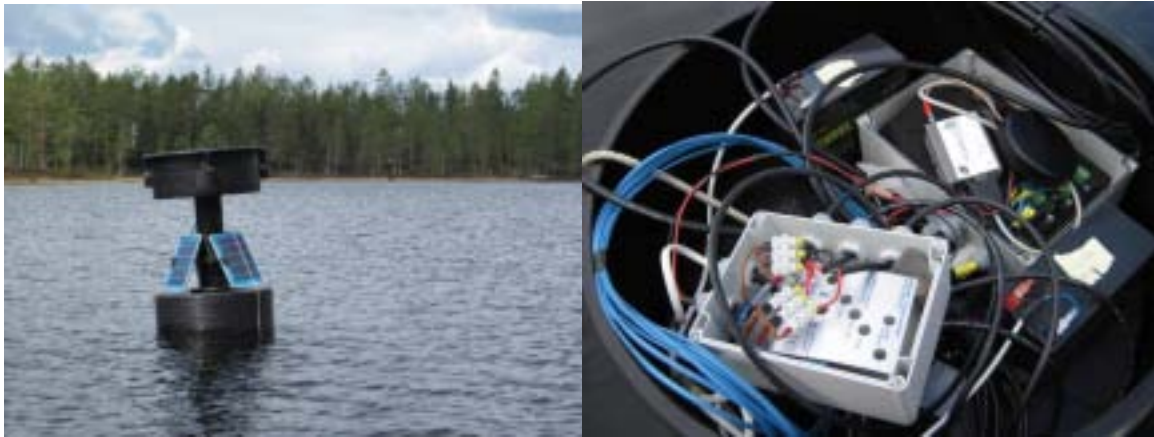
I utløpet fra sjøen (figur 2, nær NVEs målestasjon) har vi følgende utstyr:

- Lufttemperatur, ca 2m over bakken på et tre, termoelement
- Vanntemperatur, termoelement
- Jordtemperatur ca 10 cm dyp, termoelement
- Konduktivitet, grafitt målecelle med transmitter til 4-20 mA (Honeywell)
- pH, Durafet elektrode med transmitter til 4-20 mA (Honeywell)
- Fluorescens-sensor for måling av algepigmenter (Microflu-CDOM)
- Absorbans-sensor for estimering av løst organisk materiale (TriOSProPS)
- Vannstand, trykkelde 0-5V

Alle ovennevnte er koblet til en Campbell Scientific datalogger type CR1000 med GPRS modem type Maestro 100.

### *Dataoverføring*

Det benyttes dataoverføring over mobilnettet. En mottaksmaskin på NIVA ringer daglig opp dataloggerne og overfører data i form av tekstfiler til NIVA. En Labview-applikasjon overfører data til NIVAs sentrale database. Det lagres back-up av de overførte tekstfilene og det er back-up for data i NIVA-basen. Det er laget en AquaMonitor web-applikasjon som leser Langtjern-data fra databasen og publiserer disse fritt tilgjengelig på nettet (se <http://www.aquamonitor.no/langtjern>). UVabs instrumentet på utløpet krever ekstra god mobildekning for å kunne overføre data. I dette tilfellet benyttes foreløpig manuell uthenting av data.



Figur 1. Bøye med sensorer i flere dyp, elektronikk for automatisk oversendelse av data samt strømforsyning fra solceller.



Figur 2. Målestasjon ved bekkens utløp. All elektronikk er montert i vanntette skap som har strømforsyning fra solcelle.

## 7. Forslag til overvåkingsprogram for klima

### 7.1 Forslag til hovedstruktur

Det foreslås at overvåkingsprogrammet for klimaendringseffekter i ferskvann bygges som en modul innenfor Basisovervåkingen (inkl. forslag til klimaovervåking av store innsjøer, Vedlegg 9.2) basert på eksisterende/tidligere overvåkingsprogrammer med relevante tidsserier (jf. kapitlene 3, 4 og 5). Programmet inkluderer overvåkingslokaliteter i ulike deler av Norge, blant annet basert på forventet ulik utvikling av temperatur og nedbør i forskjellige regioner. Følgende regioner inngår:

1. Øst-Norge (inkl. Sørlandet)
2. Vest-Norge
3. Midt-Norge,
4. Høgfjellet i Sør-Norge
5. Nordland/Troms
6. Finnmark

Forslag til program er basert på to ulike budsjettnivåer: ett nivå med en ramme på 7 mill. kroner pr. år (ambisjonsnivå 1) og ett med en ramme på 3 mill. kroner pr. år (ambisjonsnivå 2). Begge nivåene inkluderer overvåkingslokaliteter i ulike deler av Norge, blant annet basert på forventet utvikling av temperatur og nedbør i følgende regioner: 1. Øst-Norge, 2. Vest-Norge, 3. Midt-Norge, 4. Høgfjellet i Sør-Norge, 5. Nordland/Troms og 6. Finnmark. Det er lagt vekt på å dekke viktige miljøgradienter (oligotrof/eutrof, lavland/skog-fjell), men gitt de økonomiske rammene vil det ikke være mulig å dekke disse innen hver enkelt region. Det er fortrinnsvis valgt lokaliteter med gode grunnlagsdata, og stasjonene bør bygges ut videre med god instrumentering og et bredt anlagt overvåkingsprogram (se nedenfor).

Hovedelementer som bør inngå i programmet, gitt de to ambisjonsnivåene er vist i tabellen nedenfor:

	Ambisjonsnivå 1 (7 mill NOK)		Ambisjonsnivå 2 (3 mill NOK)	
	Elv	Innsjø	Elv	Innsjø
Loggestasjon (kontinuerlig), elvebredd	x			
Loggestasjon (kontinuerlig), innsjøbøye		x		
Enkle temperatur-loggere, overflatevann			x	
Enkle temperatur-loggere, vertikal profil				x
Nærhet til met.stasjon	x	x	x	x
Vannføringsstasjon (m. måling av vanntemp). Elv	x		x	
Vannstandsmåling. Innsjø		x		x
Is-observasjoner. Innsjø		x		x
Vannkjemi (bredt parameterutvalg, god tidsoppløsning)	x	x	x	x
Vannbiologi (utvidet program, ift. basisovervåkingen)	x	x	x	x

Parameterutvalg og prøvetakingsfrekvens: Vi foreslår at vi tar utgangspunkt i overvåkingsveilederen (kapittel 6.4), men øker gjentaksintervallet til årlig både for vannkjemiske og biologiske kvalitetselementer. For enkelte vassdrag, er det aktuelt å etablere flere biologistasjoner langs en høydegradient.

## 7.2 Forslag til program med budsjetttramme 7 mill/år

Dersom budsjetttrammen på 7 mill kr/år fordeles flatt på 25 overvåkingslokaliteter, blir det i underkant kr 300 000 per lokalitet (inkludert ca. 10% til administrasjon, databearbeiding og rapportering). I **Tabell 5** er det gitt et forslag til lokaliteter som kan inngå i et nytt program gitt den nevnte økonomiske rammen. Hver lokalitet har ulikt nivå av overvåking i dag, og kostnader i forbindelse med etablering av ny klimarelevant overvåking vil derfor variere forholdsvis mye fra sted til sted. I **Tabell 6** er det gitt flere detaljer om pågående overvåking og foreslått påbygning for hver enkelt lokalitet. Med dette ambisjonsnivået vil et større utvalg vanntyper/påvirkningstyper bli dekket enn ved ambisjonsnivå 2 (neste avsnitt). Det vil også være mulig å etablere nye stasjoner for kontinuerlig overvåking av vannfysikk/-kjemi i enkelte elver og innsjøer, samt et biologisk stasjonsnett i enkelte elver som dekker høydegradienten fra fjell til hav.

Forslaget til overvåkingslokaliteter må betraktes som et foreløpig forslag. Endelig stasjonsutvalg (antall) og overvåkingsparametere vil først kunne framkomme etter detaljplanlegging og nøyere kostnadsberegning av undersøkelsene på den enkelte lokalitet.

## 7.3 Forslag til program med budsjetttramme 3 mill/år

Dersom budsjetttrammen på 3 mill kr/år fordeles flatt på 14 overvåkingslokaliteter, blir det i gjennomsnitt ca kr 215 000 per lokalitet (inkludert ca. 10% til administrasjon, databearbeiding og rapportering). I **Tabell 7** er det gitt et forslag til lokaliteter som kan inngå i et nytt program gitt den nevnte økonomiske rammen. Hver lokalitet har ulikt nivå av overvåking i dag, og kostnader i forbindelse med etablering av ny klimarelevant overvåking vil derfor variere forholdsvis mye fra sted til sted. I **Tabell 8** er det gitt flere detaljer om pågående overvåking og foreslått påbygning for hver enkelt lokalitet. Med dette ambisjonsnivået vil det ikke være mulig å dekke flere vanntyper eller lokaliteter med ulik påvirkningsgrad innen hver region. Det vil også være svært begrenset mulighet til å etablere nye stasjoner for kontinuerlig overvåking av vannfysikk/-kjemi (kun enkle temperaturloggere) og/eller et biologisk stasjonsnett som dekker høydegradienten fra fjell til hav.

Forslaget til overvåkingslokaliteter må betraktes som et foreløpig forslag. Endelig stasjonsutvalg (antall) og overvåkingsparametere vil først kunne framkomme etter detaljplanlegging og nøyere kostnadsberegning av undersøkelsene på den enkelte lokalitet.

**Tabell 5.** Forslag til program for overvåking av klimaendringseffekter i ferskvann, gitt budsjetttramme 7 mill NOK/år

Lokalitet	Innsjø/elv	Vassdrag	Region	Begrunnelse/kommentar
Mjøsa	Innsjø	Vorma/Glomma	1. Øst-Norge	Norges største, Lange dataserier; vannfysikk, -kjemi, -biologi
Atnsjøen	Innsjø	Atnavsdr/Glomma	1. Øst-Norge (nord)	Lange dataserier, vannfysikk, -kjemi og -biologi, tidl Forskref
Langtjern	Innsjø	Drammensvassdr.	1. Øst-Norge	Etablert infrastruktur; sensorer i inn/utløp + innsjøbøye
Vansjø	Innsjø	Vansjø-Hobølva	1. Øst-Norge	Lange dataserier, mulig kobling: klima og giftige cyanobakt.
Saudlandsvatn	Innsjø	Lista	1. Øst-Norge (sør)	Lange dataserier på kjemi og biologi; forsuret
Atnavsdraget*	Elv	Atnavsdr/Glomma	1. Øst-Norge (nord)	Lange dataserier, tidl. Forskref, mulighet for høydegradient
Hobølva	Elv	Vansjø-Hobølva	1. Øst-Norge	Lange dataserier, erosjonsutsatt, turbiditetssensor
Lygna	Elv	Lygna	1. Øst-Norge (sør)	Uregulert, forsuret Sørlandsvassdrag, gode basisdata
Froylandsvannet	Innsjø	Orreelva	2. Vest-Norge	Eutrofiert innsjø på Jæren, gode data (Aksjon Jærvassdrag)
Homindalsvatn	Innsjø	Eidselva	2. Vest-Norge	Europas dypeste, lang dataserie på vertikal temperatur
Vikedalselva*	Elv	Vikedalsvassdraget	2. Vest-Norge	Lange dataserier, tidl. Forskref, mulighet for høydegradient
Imsa	Elv	Imsvassdraget	2. Vest-Norge	NINA forskningsstasjon, etablert infrastruktur
Femunden	Innsjø	Trysilelva/Glomma	3. Midt-Norge	Lange dataserier; vannfysikk, -kjemi og -biologi
Høysjøen	Innsjø	Verdalsvassdraget	3. Midt-Norge	Biologiske dataserier
Orkla	Elv	Orkla	3. Midt-Norge	Lange dataserier, bla. RID-programmet
Namsen	Elv	Namsen	3. Midt-Norge	Lange dataserier, bla. RID-programmet
Vinstra/Ø Heimdalsvatn	Elv/innsjø	Gudbr.lågen	4. Høgfjell Sør	Regulert fjellvassdrag; bredt anlagt overvåkingsprogram; bla. IBP
Sjoa/Gjende	Elv/innsjø	Gudbr.lågen	4. Høgfjell Sør	Uregulert fjellvassdrag, inkl. innsjøene Gjende og Ø/N Sjødalsvatn
Heddersvatn	Innsjø	Telemarksvassdr.	4. Høgfjell Sør	Tidstrend-sjø, Biolok-sjø
Takvatn	Innsjø	Målselvassdraget	5. Nordl/Troms/Svalb	Forsøkslokalitet av UiT-NFH, lange biol. dataserier
Linnévatn	Innsjø	Svalbard	5. Nordl/Troms/Svalb	Data på bunndyr og fisk (UNIS)
Dalvatn	Innsjø	Dalelva	6. Finnmark	Lange dataserier, vannkjemi og -biologi, feltforskningsomr.
Vaggatem/Skrukkebukta	Innsjø	Pasvikvassdraget	6. Finnmark	Undersøkt av UiT-NFH siden 1991
Halselva	Elv	Halsvassdraget	6. Finnmark	NINA forskningsstasjon, etablert infrastruktur
Alta	Elv	Altavassdraget	6. Finnmark	Lange dataserier, bla. RID-programmet

\* Mulighet for stasjonsnett langs en høydegradient

**Tabell 6.** Nærmere opplysninger om stasjoner foreslått under Ambisjonsnivå 1 (budsjettramme 7 mill kr/år). ”+” angir parametere som overvåkes allerede, ”-” angir parametere som ikke er overvåket (eller som ikke er relevante på den aktuelle stasjonen), ”NY” angir parametere som anbefales inkludert i det nye overvåkingsprogrammet. I=innsjø, E=elv, vf=vannføring, vs=vannstand, Kla=klorofyll a

Lokalitet	Region	Type	Met. stasj.	Vf Vs	Temp vann	Temp profil	Temp logg	Is- data	Sikte dyp	Vann- kjemi	Kont logg	Kla	Plante- plankt	Dyre- plankt	På- vekst	Vann- vegetasj	Bunn- dyr	Fisk
Mjøsa	1	I	+	+	+	+	NY	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+
Atnsjøen	1	I	+	+	+	+	NY	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+
Langfjern	1	I	+	+	+	+	+	NY	NY	+	+	NY	NY	NY	-	-	NY	NY
Vansjø	1	I	+	+	+	+	NY	NY	+	+	NY	+	+	+	-	-	NY?	NY?
Saudlandsvatn	1	I	+	NY	NY	NY	NY	NY	NY	+	-	NY	NY	+	-	-	+	+
Atnavsdraget	1	E	+	+	+	-	NY	-	-	+	+	-	-	-	+	-	+	NY <sup>1</sup>
Hobølelva	1	E	+	+	+	-	+	-	-	+	+	-	-	-	NY	NY	NY	-
Lygna	1	E	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	NY	NY	NY	+
Frøylandsvannet	2	I	+	+	+	+	NY	NY	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
Homindalsvatn	2	I	+	+	+	+	NY	NY	+	NY	-	NY	NY	NY	-	-	-	-
Vikedalselva	2	E	+	+	+	-	+	-	-	+	+	-	-	-	+	NY	+	+
Imsa	2	E	+	+	+	-	+	-	-	+	NY	-	-	-	NY	NY	NY	+
Femunden	3	I	+	+	-	NY	NY	+	NY	NY	-	+	+	+	-	-	-	+
Høysjøen	3	I	+	NY	-	-	NY	NY	NY	+	-	-	NY	+	-	-	+	+
Orkla	3	E	+	+	NY?	-	NY	-	-	+	-	-	-	-	NY	NY	NY	+
Namsen	3	E	+	+	+	-	NY	-	-	-	-	-	-	-	NY	NY	-	+
Vinstra/Ø.Heimdalsv.	4	I	+	+	NY	-	NY	+	NY	+	-	-	+	+	NY?	NY	+	+
Sjoa/Gjende	4	I	+	+	+	NY	NY	NY?	NY	NY	-	NY	NY	-	NY	NY	NY	NY
Heddersvatn	4	I	+	(+)	NY	NY	NY	NY	NY	+	-	NY	NY	+	-	-	+	+
Takvatn	5	I	+	(+)	NY	NY	NY	NY	NY	NY	-	NY	NY	+	-	-	+	+
Linnévatn	5	I	+	NY?	NY	NY	NY	NY	NY	NY	-	NY	NY	NY	-	-	+	+
Dalvatn	6	I	+	-	NY	NY	NY	NY	NY	+	NY	NY	+	+	-	-	+	+
Vaggatem/Skrukkebukta	6	I	+	+	NY	-	NY	NY	NY	NY	-	NY	NY	+	-	-	NY	+
Halselva	6	E	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	NY	NY	NY	+
Alta	6	E	+	+	+	-	NY(+) <sup>2</sup>	-	-	+	-	-	-	-	+	NY	NY	+

<sup>1</sup> Det finnes data for fisk i Atna elv fra 1986-1991 (Hesthagen et al. 2004).

<sup>2</sup> Temperatur logges på flere punkter i Alta.

**Tabell 7.** Forslag til program for overvåking av klimaendringseffekter i ferskvann, gitt budsjetttramme 3 mill NOK/år

Lokalitet	Innsjø/elv	Vassdrag	Region	Begrunnelse/kommentar
Atnsjøen	Innsjø	Atnvassdr/Glomma	1. Øst-Norge (nord)	Lange dataserier, vannfysikk, -kjemi og -biologi, tidl Forskref
Langfjern	Innsjø	Drammensvassdr.	1. Øst-Norge	Etablert infrastruktur; sensorer i inn/utløp + innsjøbøye
Atnvassdraget*	Elv	Atnvassdr/Glomma	1. Øst-Norge (nord)	Lange dataserier, tidl Forskref,
Hobølelva	Elv	Vansjø-Hobølelva	1. Øst-Norge	Lange dataserier, erosjonsutsatt, turbiditetssensor
Frøylandsvannet	Innsjø	Orreelva	2. Vest-Norge	Eutrofiert innsjø på Jæren, gode data (Aksjon Jærvassdrag)
Vikedalselva*	Elv	Vikedalsvassdraget	2. Vest-Norge	Lange dataserier, tidl. Forskref,
Høysjøen	Innsjø	Verdalsvassdraget	3. Midt-Norge	Biologiske dataserier
Orkla	Elv	Orkla	3. Midt-Norge	Lange dataserier, bla. RID-programmet
Vinstra/Ø Heimdalsvatn	Elv/innsjø	Gudbr.lågen	4. Høgfell Sør	Regulert fjellvassdrag, bredt anlagt overvåkingsprogram; bla. IBP
Sjoa/Gjende	Elv/innsjø	Gudbr.lågen	4. Høgfell Sør	Uregulert fjellvassdrag, inkl. innsjøene Gjende og Ø/N Sjødalsvatn
Heddersvatn	Innsjø	Telemarksvassdr.	4. Høgfell Sør	Tidstrend-sjø, Biolo-k-sjø
Takvatn	Innsjø	Målselvassdraget	5. Nordl/Troms	Forsøkslokaltet av UiT-NFH, lange biol. dataserier
Dalvatn	Innsjø	Dalelva	6. Finnmark	Lange dataserier, vannkjemi og -biologi, feltforskningsomr.
Halselva	Elv	Halsvassdraget	6. Finnmark	NINA forskningsstasjon, etablert infrastruktur

\* Mulighet for stasjonsnett langs en høydegradient

**Tabell 8.** Nærmere opplysninger om stasjoner foreslått under Ambisjonsnivå 2 (budsjettramme 3 mill kr/år). ”+” angir parametere som overvåkes allerede, ”-” angir parametere som ikke er overvåket (eller som ikke er relevante på den aktuelle stasjonen), ”NY” angir parametere som anbefales inkludert i det nye overvåkingsprogrammet. I=innsjø, E=elv, vf=vannføring, vs=vannstand, Kla=klorofyll a

Lokalitet	Region	Type	Met. stasj.	Vf Vs	Temp vann	Temp profil	Temp logg	Is- data	Sikte dyp	Vann- kjemi	Kont logg	Kla	Plante- plankt	Dyre- plankt	På- vekst	Vann- vegetasj	Bunn- dyr	Fisk
Atnsjøen	1	I	+	+	+	+	NY	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+
Langfjern	1	I	+	+	+	+	+	NY	NY	+	+	NY	NY	NY	-	-	NY	NY
Atnvassdraget	1	E	+	+	+	-	NY	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	NY <sup>3</sup>
Hobølelva	1	E	+	+	+	-	+	-	-	+	+	-	-	-	NY	NY	NY	-
Frøylandsvannet	2	I	+	+	+	+	NY	NY	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
Vikedalselva	2	E	+	+	+	-	+	-	-	+	+	-	-	-	+	NY	+	+
Høysjøen	3	I	+	NY	-	-	NY	NY	NY	+	-	-	NY	+	-	-	+	+
Orkla	3	E	+	+	NY?	-	NY	-	-	+	-	-	-	-	NY	NY	NY	+
Vinstra/ØHeimdalsv.	4	I	+	+	NY	-	NY	+	NY	+	-	-	+	+	NY?	NY	+	+
Sjoa/Gjende	4	I	+	+	+	NY	NY	NY?	NY	NY	-	NY	NY	-	NY	NY	NY	NY
Heddersvatn	4	I	+	(+)	NY	NY	NY	NY	NY	+	-	NY	NY	+	-	-	+	+
Takvatn	5	I	+	(+)	NY	NY	NY	NY	NY	NY	-	NY	NY	+	-	-	+	+
Dalvatn	6	I	+	-	NY	NY	NY	NY	NY	+	NY	NY	+	+	-	-	+	+
Halselva	6	E	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	NY	NY	NY	+

<sup>3</sup> Det finnes data for fisk i Atna elv fra 1986-1991 (Hesthagen et al. 2004).



## 7.4 Tilleggsopsjoner (krever finansiering ut over gitte budsjettammer)

### 7.4.1 Utnyttelse av eksisterende infrastruktur - kontinuerlig miljøovervåking

Det drives per i dag flere stasjoner for kontinuerlig overvåking av fysiske, kjemiske og biologiske parametere rundt omkring i Norge. Noen av disse er listet opp nedenfor:

	Parametre	Institusjon	Program
Glomma	Temp, farge, turb, nitrat	NIVA	Internt
Hobølelva	Turb, pH, kond, temp, vannst.	Bioforsk	Morsa-prosjektet
Langtjern	Temp, farge, turb, algepigmenter	NIVA	Internt
Storelva	Temp, pH (flere stasjoner)	NIVA	Driftskontroll, kalking
Arendalsvassdraget	Temp, pH (flere stasjoner)	NIVA	Driftskontroll, kalking
Tovdalselva	Temp, pH (flere stasjoner)	NIVA	Driftskontroll, kalking
Otra	Temp, pH (flere stasjoner)	NIVA	Fylkesmann, kraftverk
Mandalselva	Temp, pH (flere stasjoner)	NIVA	Driftskontroll, kalking
Lygna	Temp, pH (flere stasjoner)	NIVA	Driftskontroll, kalking
Kvina	Temp, pH (flere stasjoner)	NIVA	Driftskontroll, kalking
Vikedalselva	Temp, pH (flere stasjoner)	NIVA	Effektkontroll, kalking
Ekso	Temp, pH (flere stasjoner)	NIVA	Effektkontroll, kalking
JOVA-feltene	Temp, turb, NO3, kond, pH, vannst*	Bioforsk	JOVA
Imsa	Fisk ++	NINA	Internt + div prosjekter
Halselva	Fisk ++	NINA	Statkraft + div prosjekter

\* varierer mellom feltene

Det ville innebære en betydelig merverdi dersom det kan avsettes midler til bearbeiding og tilgjengeliggjøring av disse dataene i en klimasammenheng, f.eks. i årlige rapporter for klimaovervåkingsprogrammet.

### 7.4.2 Klimaovervåking i store innsjøer knyttet til basisovervåkingen

I 2009 utarbeidet NINA, NIVA og NVE et forslag til etablering av klimaovervåking i store innsjøer, som inkluderer registreringer av hydrologiske forhold (vannstand, vannføring, vanntemperatur), vannkjemi og vannbiologi (planteplankton, dyreplankton og fisk). Disse stasjonene er vist i tabellform under Vedlegg 9.2. Enkelte av innsjøene inngår i forslaget som presenteres i denne rapporten (se **Tabell 5, Tabell 7**), men på grunn av gitte økonomiske rammer og målet om å dekke et bredt spekter av ulike vanntyper er flertallet av de store innsjøene er ikke inkludert.

### 7.4.3 Overvåking langs høydegradienter

En aktuell påbygning av den foreslåtte hovedstrukturen kan være å etablere 'transekter' fra fjord til fjell (høydegradienter) i ulike regioner. Dette vil kreve supplering av stasjoner i utvalgte regioner slik at det ikke blir for store hull i gradientene. Aktuelle transektområder kan f. eks. være Setesdal-Hardangervidda, Jotunheimen, Helgeland, og Troms/Finnmark. Transektene bør velges ut basert på klimascenarier for regionene, og ut fra biogeografiske forskjeller mellom regionene.

Langs transektene overvåkes organismegrupper som forventes å kunne gi informasjon om direkte og indirekte effekter av klimaendringer. Det vil være spesielt interessant å kunne spore endringer i fenologi (årlig tilbakevendende hendelser) hos arter som begrenses av klima gjennom kort isfri sesong eller temperatur i seg selv, og endringer i dominansforhold (evt. utskifting av arter) ved at kaldtvannarter forskyves oppover langs høydegradientene.

Etablering av høydegradienter vil nødvendigvis medføre merkostnader. Dersom det ikke er rom for regulære høydegradienter i overvåkingsprogrammet, kan det etableres et selvstendig program som fokuserer spesielt på utvalgte indikatorarter.

#### 7.4.4 Overvåking av spesialiserte krepsdyrarter med 'arktisk-alpin' utbredelse

I høyfjellet finnes en rekke spesialiserte krepsdyrarter med såkalt 'arktisk-alpin' utbredelse, og disse synes å egne seg svært godt for overvåking av klimaendringseffekter. Noen av dem er knyttet til dammer hvor det ikke finnes fisk (tusenbeinkrepsene *Branchinecta paludosa* og *Polyartemia forcipata*), mens andre også finnes i innsjøer sammen med aure (f. eks. skjoldkrepsen *Lepidurus arcticus* og vannloppene *Daphnia "umbra"* og *D. pulicaria*). Som eksempel kan nevnes forekomsten av *B. paludosa*: I nord forekommer *B. paludosa* også i lavlandet helt ute ved kysten, mens i Sør-Norge er forekomstene begrenset til omtrent 900-1500 m o.h. Dette indikerer at forekomsten er klimatisk begrenset. Et tilsvarende bilde finner vi hos andre arter, f. eks. *Daphnia "umbra"*, hvor det er en klar lineær sammenheng mellom høyde over havet og breddegrad (finnes bare i fjellet i S-Norge, mens den påtreffes helt ned til havnivå i N-Norge). Arter med slike utbredelser må forventes å presses oppover i høyden ved økende sommertemperatur. Overvåking av deres forekomst langs høydegradienter i ulike regioner vil derfor kunne gi verdifull informasjon om miljøendringer som direkte følge av temperaturøkning. For å fange opp disse artene bør mindre vannforekomster (dammer og grunne små innsjøer) inkluderes i høydegradienter.

#### 7.4.5 Aktuelle tiltak for å gjøre pågående overvåking mer klimarelevant

Flere av de store overvåkingsprogrammene vil med forholdsvis enkle grep kunne gjøres mer relevante i forhold til å fange opp effekter av klimaendringer. En summarisk oversikt over mulige tiltak er gitt for noen av programmene nedenfor:

*Program for overvåking av forurenset luft og nedbør (oppdragsgiver: Klif)*

- Sette ut enkle, rimelige temperaturloggere i f.eks. Biolo-k-sjøene (innsjø/utløpsbekk, ville gi verdifull klimainformasjon som grunnlag for den biologiske overvåkingen)
- Mer systematisk innhenting av klima- og hydrologidata knyttet til BIOLOK-sjøene
- Inkludere stasjoner i klimafølsomme områder (f.eks. høyfjellet, nordområdene, små kystnære vassdrag)
- Inkludere turbiditet, suspenderte partikler og farge som faste overvåkingsparametre

*RID-Elvetilførselsprogrammet (oppdragsgiver: Klif)*

RID-elvene med tilhørende nedbørfelter har en relativt god geografisk dekningsgrad (55 % av landarealet). Tidsoppløsningen kan imidlertid være et problem: Programmet fanger opp endringer i middeltilstanden, men går lett "glipp av" episoder (f.eks. flom- og tørkehendelser). Dessuten kan hendelser som tilfeldig fanges inn av prøvetakingen lett gi et feilaktig bilde av år-til-år variasjonen. Prøvetakingsstrategien bør derfor endres noe dersom det skal vinkles mer mot klimaovervåking. Stikkord her er: økt prøvetakingsfrekvens, automatisk/mengdeproporsjonal prøvetaking, passive prøvetakere, økt bruk av modeller og etablering av sensorer for kontinuerlig overvåking i utvalgte elver.

*NINAs elveserie (oppdragsgiver: DN)*

Programmet fanger opp endringer i middeltilstanden, men går lett "glipp av" episoder som f.eks. flom, tørke eller sjøsaltepisoder. Dessuten kan hendelser som tilfeldig fanges inn av prøvetakingen lett gi et feilaktig bilde av år-til-år variasjonen. Prøvetakingsstrategien bør derfor endres noe dersom det skal vinkles mer mot klimaovervåking (jf. RID-programmet ovenfor).

*Morsa-prosjektet (oppdragsgiver: Klif m.fl.)*

Programmet kan gjøres enda mer klimarelevant ved å innføre kontinuerlig overvåking av partikler, farge og muligens også nitrat på 1-2 utvalgte stasjoner. I tillegg vil det være en fordel å innføre hyppigere prøvetaking under flom- eller tørkeperioder, f.eks. ved at det plasseres ut 1-2 automatiske prøvetakere på elve- eller bekkestrekninger som er spesielt utsatt for erosjon, overløp eller

landbruksforurensning. Det trengs også prøvetaking også utenom sommersesongen, f.eks. under isen om vinteren, da dette kan påvirke det systemet som vokser opp om våren. Gitt sammenhengen som er funnet mellom partikler, lys og algeoppblomstring i innsjøene, trengs det kontinuerlig, automatisk måling av turbiditet og lys i vannmassene.

*Overvåking av fisk i høyfjellsjøer (diverse oppdragsgivere)*

Fellsjøer er svært utsatt for raske endringer i været og i klimatiske forhold over tid. Dette kan ha drastiske følger for fiskebestandene som kan vare over flere år. Derfor er det viktig med årlige observasjoner i innsjøer i fjellet. Når det gjelder basisovervåking av fiskebestander i fjellet i regi av vannforskriften, kan det være bedre å ha årlige observasjoner i færre sjøer enn 3 års sykluser i flere innsjøer. Endringer i økologisk status i fiskebestandene vil da kunne oppdages langt tidligere. Grunnlaget for å forstå betydningen av klimaendringer som et langtidsfenomen blir langt bedre når en har bakgrunnskunnskap om betydningen av årlige variasjoner i klimatiske forhold.

## 8. Referanser

- Aass, P. 1972. Age determination and year-class fluctuations of cisco, *Coregonus albula* L., in the Mjøsa hydroelectric reservoir. Report Institute of Freshwater Research, Drottningholm 52: 4-21.
- Allan, I., Fjeld, E., Garmo, Ø., Langford, K., Kringstad, A., Bratsberg, E., Kaste, Ø., 2009. RiverPOP 2008: Measuring concentrations of persistent organic pollutants and trace metals in Norwegian rivers. Klif-rapport TA 2521, NIVA l. nr OR-5815. 112 s.
- Allan, I., Garmo, Ø., Harman, C., Kringstad, A., Bratsberg, E., 2010. RiverPOP 2009: Measuring concentrations of persistent organic pollutants and trace metals in Norwegian rivers. Klif-rapport TA 2662, NIVA l. nr OR-5989. 39 s.
- Amundsen, P.-A., F.J. Staldivik, Y.S. Reshetnikov, N. Kashulin, A. Lukin, T. Bøhn, O.T. Sandlund & O.A. Popova 1999. Invasion of vendace *Coregonus albula* in a subarctic watercourse. Biological Conservation 88: 405-413. Amundsen, P.-A., Siwertsson, A., Primicerio, R. og Bøhn, T. 2009. Long-term responses of zooplankton to invasion by a planktivorous fish in a subarctic watercourse. Freshwater Biology 54: 24-34. Bergesen, K.A., Pettersen, K. & Larsen, B.M. 2010. NINA Forskningsstasjon, Ims. Årsmelding 2009. NINA Rapport 605, 24 s.
- Amundsen, P.-A., Kristoffersen, R., Knudsen R., og Klemetsen, A. 2002. Long-term effects of a stock depletion programme: the rise and fall of a rehabilitated whitefish population. Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol. 57, 577-588.
- Asvall, R.P. og Kvambekk, Å.S. 2006. Ice cover in a changing climate. The 18th International Symposium on Ice. Sapporo, Japan.
- Bækken, T., Lindstrøm, E.-A., Källqvist, T., Romstad, R., Tobiesen, A. 2004. Resipientundersøkelse av Begna, Storelva og Tyrifjorden samt BAT-karakterisering av utslipp ved Norske Skog Industrier - ASA, Follum. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Rapport l. nr OR-4824. 89 s.
- Barlaup, B. (red.). 2004. Vannkjemisk og biologisk utvikling i innsjøen Vegår i Aust-Agder etter 17 år med kalking. DN-utredning 4-2004, 76 + vedlegg s.
- Beldring, S., Andreasson, J., Bergström, S., Engen-Skaugen, T., Førland, E.J., Jonsdottir, J.F., Roald, L.A., Rosberg, J., Soumalainen, M., Tonning, T., Vehvaläinen, B. og Veijaläinen, N. 2006. Hydrological climate change maps based on RegClim HIRHAM and RossbyCentre RCAO regional climate model results. NVE report no 4/2006
- Beldring, S., Engeland, K., Roald, L.A., Sælthun, N.R. og Voksø, A. 2003. Estimation of parameters in a distributed precipitation-runoff model for Norway. Hydrol Earth Syst Sc 7(3):304-316.
- Beldring, S., Roald, L.A., Engen-Skaugen, T. og Førland, E.J. 2006. Climate change impacts on hydrological processes in Norway 2071-2100. Report 5-2006. Norwegian Water Resources and Energy Directorate, Oslo, 24s.
- Benestad, R.E. 2002. Empirically downscaled multi-model ensemble temperature and precipitation scenarios for Norway. J.Clim 15:3008-3027
- Benestad, R. og Hanssen-Bauer, I. 2009. Warming trends and circulation. met.no report
- Bongard, T. 2010. Bunndyrundersøkelser i Atna, 1986 – 2009. S. 70-75 i: Sandlund, O.T. (red.) Nettverk for biologisk mangfold i ferskvann – samlerapport 2010. Atna- og Vikedalsvassdragene - NINA Rapport 598. 146 s.
- Bratli, J.L., Skiple, A. 1998. Overvåking og tilstandsklassifisering av Borrevannet 1992-1996. Revidert tiltaksplan for 1997.. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Rapport l. nr OR-3803. 52 + vedl. s.
- Brittain, J.E. og Borgstrøm, R. (eds) 2010. The subalpine lake ecosystem, Øvre Heimdalsvatn, and its catchment: local and global changes over the last 50 years. Hydrobiologia 642 / Developments in Hydrobiology 211, 126 pp.

- Christensen, G.N., Evenset, A., Rognerud, S., Skjelkvåle, B.L., Palerud, R., Fjeld, E., Røyset, O. 2008. Nasjonal innsjøundersøkelse 2004-2006, DEL III:AMAP. Status for metaller og miljøgifter i innsjøer og fisk i den norske del av AMAP regionen. SFT-rapport TA 2363, NIVA l. nr OR-5550. 170 s.
- DN 2009. Kalking i laksevasdrag - Effektkontroll i 2008, sammendragsrapport. DN-notat 3-2009 (<http://www.dirnat.no/content.ap?thisId=1137>)
- Engen-Skaugen, T. 2007. Refinement of dynamically downscaled precipitation and temperature scenarios. *Climate Change*, 84:365–382, DOI 10.1007/s10584-007-9251-6.
- Engen-Skaugen, T., Roald, L.A., Beldring, S., Førland, E.J., Tveito, O.E., Engeland, K. og Fenger, J. (ed.) 2007. Impacts of ClimateChange on Renewable energy Sources. Their role in the Nordic energy system. Nord 2007:003, Nordic Council of Ministers, Copenhagen
- Engen-Skaugen, T., Roald, L.A., Beldring, S.; Førland, E.J.; Tveito, O.E.; Engeland, K. & Benestad, R. 2005. Climate change impacts on water balance in Norway. met.no report no. 1/2005 Climate.
- Faafeng, B., Brettum, P., Hessen, D. 1990. Landsomfattende undersøkelse av trofittilstanden i 355 innsjøer i Norge. NIVA-rapport 2355, 57 s.
- 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.
- Fjeld, E., Berge, D., Skulberg, O., Løvik, J. 1996. Økologiske forhold i Akersvannet. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Rapport l. nr OR-3494. 32 s.
- Fjeld, E., Enge, E.K., Rognerud, S., Rustadbakken, A., Løvik, J. 2010. Miljøgifter i fisk og zooplankton i Mjøsa 2009. NIVA. Rapport l. nr OR-5950. 58 + vedlegg s.
- Fjeld, E., Rognerud, S. 2004. Kvikksølv i ferskvannsfisk fra Sør-Norge i 1998-2002, nivåer og tidsmessig utvikling. SFT-rapport TA 2000, NIVA l. nr OR-4813. 57 s.
- Fjeld, E., Rognerud, S. 2009. Miljøgifter i ferskvannsfisk, 2008. Kvikksølv i abbor og organiske miljøgifter i ørret. Klif-rapport TA 2544, NIVA l. nr OR-5851. 66 + vedlegg s.
- Fjeld, E., Rognerud, S., Johansen, I., 2009. Kvikksølv i ørret fra Sør-Norge, 2008. Klif-rapport TA 2580, NIVA l. nr OR-5891. 20 + vedlegg s.
- Fjellheim, A., Halvorsen, G.A. og Walseng, B. 2010. 12 Bunnedyr og dyreplankton i Vikedalsvassdraget, 1995 – 2008. S. 109-123 i: Sandlund, O.T. (red.) Nettverk for biologisk mangfold i ferskvann – samlerapport 2010. Atna- og Vikedalsvassdragene - NINA Rapport 598. 146 s.
- Førland mfl. 2007. Climate change and natural disasters in Norway. met.no report 6/2007 Climate
- Førland, E.J., Amundsen, H. og Hovelsrud, G.K. 2007. Utviklingen av naturulykker som følge av klimaendringer. Cicero, Oslo
- Haande, S., Rohrlack, T., Hagman, C., Norendal, T. 2010. Overvåking av Gjersjøen og Kolbotnvannet med tilløpsbekker 1972-2009. Med vekt på resultater fra 2009 - datarapport. NIVA. Rapport l. nr OR-5991. 80 s.
- Haande, S., Rohrlack, T., Ptacnik, R., Løvik, J., Norendal, T., 2008. Overvåking av Gjersjøen og Kolbotnvannet med tilløpsbekker 1972-2007. Med vekt på resultater fra 2007 - datarapport.. NIVA. Rapport l. nr OR-5616. 84 s.
- Haande, S., Solheim, A., Moe, J., Brænden, R., 2011. Klassifisering av økologisk tilstand i elver og innsjøer i Vannområde Morsa iht. Vanndirektivet. NIVA. Rapport l. nr OR-6166. 39 s.
- Halvorsen, G. og Papinska, K. 2010. Dyreplanktonundersøkelser i Atnsjøen, 1985-2009. S. 33-53 i: Sandlund, O.T. (red.) Nettverk for biologisk mangfold i ferskvann – samlerapport 2010. Atna- og Vikedalsvassdragene - NINA Rapport 598. 146 s.
- Hamarsland, A.T., Hisdal, H., Bakken Pedersen, T., Molkersrød, K., Jensen, T., Jarlset, T., Steen, R., Melvold, K., Brittain, M., Due, E. 2010. Klimatilpasning innen NVEs ansvarsområder – Strategi 2010 – 2014. NVE Rapport nr. 15.

- Hanssen-Bauer, I & Førland, E.J. 1998. Annual and seasonal precipitation variations in Norway 1896-1997. Klima-Report 27/98.
- Hanssen-Bauer, I., Drange, H., Førland, E.J., Roald, L.A., Børshem, K.Y., Hisdal, H., Lawrence, D., Nesje, A., Sandven, S., Sorteberg, A., Sundby, S., Vasskog, K. og Ådlandsvik, B. 2009. Klima i Norge 2100. Bakgrunnsmateriale til NOU Klimatilpassning, Norsk Klimasenter, september 2009, Oslo.
- Haugen, J.E. og Haakenstad, H. 2006. Validation of HIRHAM version 2 with 50 km and 25km resolution. RegClim General Technical Report No. 9, pp 159–173 (<http://regclim.met.no/results/gtr9.pdf>).
- Hesthagen, T., Hegge, O., Skurdal, J. & Dervo, B.K. 2004. Age and growth of Siberian sculpin (*Cottus poecilopus*) and young brown trout (*Salmo trutta*) in a subalpine Norwegian river. *Hydrobiologia* 521: 107-115
- Hindar, A. (red). 2004. Store og Lille Hovvatn i Aust-Agder - en samlerapport etter 25 år med forsuringsundersøkelser og kalking. DN-utredning 1-2004, 119 s.
- Hisdal, H., Roald, L.A. og Beldring, S. 2006. Past and future changes in flood and drought in the Nordic countries. FRIEND 2006 – Climate Variability and Change – Hydrological Impacts, IAHS Publication no.308: 169–174
- Hvidsten, N.A., Johnsen, B.O., Jensen, A.J., Fiske, P., Ugedal, O., Thorstad, E.B. Jensås, J.G., Bakke, Ø og Forseth, T. 2004. Orkla – et nasjonalt referansevassdrag for studier av bestandsregulerende faktorer hos laks. NINA Fagrapport 79, 94 s.
- Jensen A.J. (red.) 2004. Geografisk variasjon og utviklingstrekk i norske laksebestander. NINA Fagrapport 80, 79 s.
- Jensen, A.J., Berg, M., Bremset, G., Eide, O., Finstad, B., Hvidsten, N.A., Jensås, J.G., Johnsen, B.O. & Lund, E. 2011. Fiskebiologiske undersøkelser i Auravassdraget. Rapport for perioden 2008-2010. NINA Rapport 659, 77 s.
- Johnsen, B.O., Hindar, K., Balstad, T., Hvidsten, N.A., Jensen, A.J., Jensås, J.G., Syversveen, M. & Østborg, G.M. 2005. Laks og Gyrodactylus i Vefsna og Driva. Årsrapport 2004. NINA Rapport 34, 33 s.
- Kaste, Ø., Brettum, P., Kleiven, E., Kroglund, F., Oug, E., Walseng, B. 1999. Store Finntjenn i Aust-Agder. Vannkjemisk og biologisk utvikling i løpet av 15 år med kalking. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Rapport l. nr OR-4046. 74 s.
- Kleiven, E., Barlaup, B.T. 2010. Undersøkelse av den innsjøgytende auren i Store Hovvatn, Aust-Agder. Resultater fra prøvefiske i 2008 og 2009 og oppsummering av undersøkelsene om innsjøgyting. NIVA. Rapport l. nr OR-6038. 22 s.
- Kleiven, E., Håvardstun, J., 2009. Prøvefiske i innsjøen Vegår, Aust-Agder, i 2008. NIVA. Rapport l. nr OR-5858. 22 s.
- Klif. 2009. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – effekter 2008. Rapport 2646/2009, 163 s.
- KLIF. 2010. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – effekter 2009. Klima- og forurensningsdirektoratet (KLIF). Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1078/2010. TA 2696/2010, 160 s.
- Knudsen, R., Amundsen, P.-A., Kristoffersen, R., Primicerio, R., Dalsbø, A. og Evjen, J. 2008. Takvatnprosjektet – vellykket kultiverings- og forskningssamarbeid. Ottar 5: 14-21.
- Knudsen, R., Primicerio, R., Amundsen, P.-A. og Klemetsen, A. 2010. Temporal stability of individual feeding specialization may promote speciation. *Journal of Animal Ecology* 79: 161-168.
- Kroglund, F. 2007. Analyse av kalkingsbehovet i Rorevassdraget, Aust-Agder. NIVA. Rapport l. nr OR-5365. 41 s.
- Lappégard, G., Beldring, S., Roald, L.A., Engen-Skaugen, T. og Førland E.J. 2006. Projections of future streamflow in glaciated and non-glaciated catchments in Norway. Oppdragsrapport A 9/2006, NVE, Oslo
- Larsen S, Andersen T, Hessen DO. 2011. Climate change predicted to cause severe increase of organic carbon in lakes. *GLOBAL CHANGE BIOLOGY* 17: 1186-1192

- Larsson, P., Brittain, J.E., Lien, L., Lillehammer, A. og Tangen, K. 1978. The lake ecosystem of Øvre Heimdalsvatn. *Holarctic Ecology* 1: 304-320.
- Larsson, P., Hansen, H. og Bjørnstad Helland, L.K. 2010. Between-year variations in the development of crustacean zooplankton in the Norwegian subalpine lake, Øvre Heimdalsvatn. S. 61-70 i Brittain, J.E. og Borgstrøm, R. (red.) The subalpine lake ecosystem, Øvre Heimdalsvatn, and its catchment: local and global changes over the last 50 years. *Hydrobiologia* 642 / *Developments in Hydrobiology* 211, 126 pp.
- Lawrence, D., Haddeland, I. 2011. Uncertainty in hydrological modelling of climate change impacts in four Norwegian catchments. *Hydrology Research* (Accepted - In press)
- Linløkken, A. og Sandlund, O.T. 2003. Fisk og fiske i Osensjøen. Sammendrag av 25 års undersøkelser. NINA Oppdragsmelding 794: 18 pp.
- Løbersli, E. (red.) 2003. Lange tidsserier for miljøovervåking og forskning. Rapport nr. 2 Viktige terrestriske og limniske dataserier. Norges Forskningsråd, Oslo, 66s.
- Løvik, J., Bækken, T., Romstad, R. 2010. Tiltaksorientert overvåking av Mjøsa med tilløpselver. Årsrapport/datarapport for 2009. NIVA. Rapport l. nr OR-5974. 80 s.
- Løvik, J., Bækken, T., Rustadbakken, A., 2009. Overvåking av vassdrag i Hedmark i 2008. NIVA. Rapport l. nr OR-5784. 45 s.
- Løvik, J., Kjellberg, G., 2006. Overvåking av vannkvalitet og biologiske forhold i Randsfjorden med tilløpselver. Rapport for 2005. NIVA. Rapport l. nr OR-5170. 48 s.
- Lyche-Solheim, A., Moe, J., Haande, S., Hobæk, A., Løvik, J.E. og Høgaasen, T. 2008. Eutrofieringstilstand i norske innsjøer og elver. Statens forurensningstilsyn, rapport 2466/2008, 43 s
- Molversmyr, Å. 2009. Overvåking av Jærvassdrag 2008. Datarapport. IRIS rapport 2009/37, 40 s.
- Nøst, T., Kashulin, N., Schartau, A.K.L., Lukin, A., Berger, H.M. og Sharov, A. 1997. Impacts of pollution on freshwater communities in the border region between Russia and Norway. III. Monitoring lakes 1990-96. - NINA Fagrapport 29: 1-37.
- Oredalen, T.J. , Faafeng, B. 2001. Landsomfattende undersøkelse av trofilitilstanden i norske innsjøer. Datarapport 2001. NIVA-rapport 4570, 25 s.
- Pearl, H.W. and Huisman, J. 2008. Blooms like it hot. *Science*. pp. 57-58
- Pearl, H.W. and Huisman, J. 2009. Climate change: a catalyst for global expansion for harmful cyanobacterial blooms. *Environmental Microbiology Reports*. pp. 27-37
- Rannekleiv, S., Fjeld, E., Allan, I., Solheim, A. 2009. Forslag til stasjonsnett for miljøgifter i ferskvann - basisovervåking. NIVA-rapport 5884; 64 s.
- Roald, L.A., Beldring, S., Engen-Skaugen, T., Førland, E.J. og Benestad, R. 2006. Climate change impacts on streamflow in Norway. NVE oppdragsrapport no 1/2006, Oslo
- Roald, L.A., Beldring, S., Væringstad, T., Engeset, R., Engen-Skaugen, T. og Førland, E.J. 2002. Scenarios of annual and seasonal runoff for Norway based on climate scenarios for 2030-49. NVE Oppdragsrapport A 10/2002, met.no Report 19/02 Klima
- Rognerud, S. og Brabrand, Å. 2010. HydroFish-prosjektet: Sluttrapport for undersøkelsene 2007-2010. NIVA-rapport 6082-2010. 74s.
- Rognerud, S., Borgstrøm, R., Qvenild, T. og Tysse, Å. 2003. Ørreten på Hardangervidda. Næringsnett, kvikksølvinnhold, ørekytespredning og klimavariasjoner - følger for fiske og forvaltning. NIVA-rapport 4712-2003. 68s.
- Rognerud, S., Fjeld, E., Skjelkvåle, B.L., Christensen, G., Røyset, O. 2008. Nasjonal innsjøundersøkelse 2004 - 2006, del 2: Sedimenter. Forurensning av metaller, PAH og PCB. SFT-rapport TA 2362, NIVA l. nr OR-5549. 77 s.
- Sælthun, N.R., Aittonemi, P., Bergström, S., Einarsson, K., Johannesson, T., Lindström, G., Ohlsson, P.-E., Thomsen, T., Vehviläinen, B. og Aamodt, K.O. 1998. Climate change impacts on runoff and hydropower

- in the Nordic countries. Final report from the project: "Climate Change and Energy Production". TemaNord 1998:552
- Sælthun, N.R., Bogen, J., Flood, M.H., Laumann, T., Roald, L.A., Tvede, A.M. og Wold, B. 1990. Klimaendringer og vannressurser. NVE Publikasjoner V 30, Oslo.
- Saksgård, R. og Hesthagen, T. 2010a. Fiskebiologiske undersøkelser i Atnsjøen fra 1985 til 2009. S. 76-84 i: Sandlund, O.T. (red.) Nettverk for biologisk mangfold i ferskvann – samlerapport 2010. Atna- og Vikedalsvassdragene - NINA Rapport 598. 146 s.
- Saksgård, R. og Hesthagen, T. 2010b. 14 Fiskebiologiske undersøkelser i Fjellgardsvatnet, Vikedal, 1994 – 2009. S. 137-142 i: Sandlund, O.T. (red.) Nettverk for biologisk mangfold i ferskvann – samlerapport 2010. Atna- og Vikedalsvassdragene - NINA Rapport 598. 146 s.
- Saksgård, R.J. og Schartau, A.K. 2010. Kjemisk overvåking av norske vassdrag. Elveserien 2009. NINA Rapport 596: 71 pp.
- Sandlund, O.T. (red.), Bongard, T., Brettum, P., Finstad, A.G., Fjellheim, A., Halvorsen, G.A., Halvorsen, G., Hesthagen, T., Hindar, A., Papinska, K., Saksgård, R., Schartau, A.K., Schneider, S., Skancke, L.B., Skjelbred, B. og Walseng, B. 2010. Nettverk for biologisk mangfold i ferskvann – samlerapport 2010. Atna- og Vikedalsvassdragene - NINA Rapport 598. 146 s.
- Sandlund, O.T., Berge, E., Flø, B.E., Næsje, T.F., Saksgård, R. og Ugedal, O. 2004. Whitefish fisheries: Abundant resources, but scarce fishermen. – Mountain Research and Development 24: 67-74.
- Sandlund, O.T., Næsje, T.F., Klyve, L. og Lindem, T. 1985. The vertical distribution of fish species in Lake Mjøsa, Norway, as shown by gill net catches and echo sounder. - Report Institute of Freshwater Research, Drottningholm 62: 136-149.
- Schartau, A.K., Haande, S., Berg, M., Deimantovica, I., Eriksen, T.E., Mjelde, M., Petrin, Z., Rustadbakken, A., Saksgård, R., Skjelbred, B. og Lyche-Solheim, A. 2010. Utprøving av system for basisovervåking i henhold til Vannforskriften. Miljøovervåking i vann 2010-1. 73 s.
- Schartau, A.K., Haande, S., Berg, M., Deimantovica, I., Eriksen, T.E., Mjelde, M., Petrin, Z., Rustadbakken, A., Saksgård, R., Skjelbred, B. og Solheim, A.L. 2011. Utprøving av system for basisovervåking i henhold til Vannforskriften. Miljøovervåking i vann 2011-1, 73 s.
- Schartau, A.K., Lyche Solheim, A., Halvorsen, G., Høgaasen, T., Lindholm, M., Skjelbred, B., Storeid, S.-E. og Walseng, B. 2009. Nettverk for basisovervåking i innsjøer og elver i Norge i hht. Vanndirektivet. Forslag. – NINA Rapport 520, 86 s.
- SFT 1987. 1000 sjøers undersøkelsen 1986. Statlig program for forurensningsovervåking, rapport 282/87, 31 s. + vedlegg.
- SFT. 2006. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – effekter 2005. - SFT-rapport 970/2006. Statens forurensningstilsyn, 172 s.
- SFT. 2007. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – effekter 2006. - SFT-rapport 1000/2007. Statens forurensningstilsyn, 158 s.
- SFT. 2008. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – effekter 2007. - SFT-rapport 2439/2008. Statens forurensningstilsyn, 157 s.
- Skarbøvik, E., Bechmann, M., Rohrlack, T. og Haande, S. 2011. Overvåking Vansjø/Morsa 2009-2010. Resultater fra overvåking av innsjøer, elver og bekker i perioden oktober 2009 - oktober 2010. Bioforsk rapport Vol 6, nr 31, 122 s.
- Skarbøvik, E., Stålnacke, P.G., Kaste, Ø., Selvik, J., Tjomsland, T., Høgåsen, T., Pengerud, A., Aakerøy, P.A., Haaland, S., Beltring, S. 2009. Riverine inputs and direct discharges to Norwegian coastal waters - 2008. OSPAR Commission. SFT-report TA 2569/2009, NIVA-sno 5869, 75 pp. + Annexes.
- Skjelkvåle, B.L., Henriksen, A., Faafeng, B., Fjeld, E., Traaen, T.S., Lien, L., Lydersen, E. og Buan, A.K. 1997. Regional innsjøundersøkelse 1995. En vannkjemisk undersøkelse av 1500 norske
- Skjelkvåle, B.L., Rognerud, S., Fjeld, E., Christensen, G., Røyset, O. 2008. Nasjonale innsjøundersøkelse 2004-2006, Del I: Vannkemi. Status for forsurening, næringsalter og metaller. SFT-rapport TA 2361, NIVA l. nr OR-5548. 121 s.



- Sørbotten, L.E. (red.). 2011. Jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA). Feltrapporter fra programmet i 2009. Bioforsk rapport vol. 6 nr. 38, 54 s.
- Strand, R. og Finstad, B. 2010. Smoltproduksjonsforsøk og utsettinger av laks i Halselva og Altaelva – 2009. NINA Rapport 563, 33 s.
- Tjomsland, T., Berge, D., Halstvedt, C., Rohrlack, T. 2006. Gjenåpning av Kroksund. Effekter på vannkvaliteten i Steinsfjorden og Tyrifjorden. NIVA. Rapport l. nr OR-5198. 49 s.
- Ugedal, O., Thorstad, E.B., Finstad, A.G., Fiske, P., Forseth, T., Hvidsten, N.A., Jensen, A.J., Koksvik, J.I., Reinertsen, H., Saksgård, L.M. & Næsje, T.F. 2007. Biologiske undersøkelser i Altaelva 1981-2006. Oppsummering av kraftreguleringens konsekvenser for laksebestanden. NINA Rapport 281, 106 s.
- Vevatne, J. og Westskog, H. (ed). 2007. Tilpasninger til klimaendringer i Osloregionen. CIENS rapport 1-2007.
- Walseng, B., G. Halvorsen & Storeid, S.E. 2001. Littoral microcrustaceans (Cladocera and Copepoda as indices of recovery of a limed water system. - *Hydrobiologia* 450: 159-172.
- Wilson, D., Hisdal, H., Lawrence, D. 2010. Has streamflow changed in the Nordic countries? – Recent trends and comparisons to hydrological projections. *Journal of Hydrology*, 394, 334-346.

## 9. Vedlegg

### 9.1 Basisovervåking i 2009-2010

A) Presentasjon av innsjøene som er inkludert i basisovervåking i 2009-2010 med innsjøkode, geografisk beliggenhet (fylke, kommune), vanntype (IC-type; se Klassifiseringsveilederen) og påvirkningstype. Enkelte innsjøer er angitt å tilhøre en annen vanntype enn det dagens vannkjemi indikerer. Dette gjelder innsjøer der forsurening antas å ha redusert Ca konsentrasjonen (fra kalkfattig til svært kalkfattig) eller der eutrofiering antas å ha økt Ca konsentrasjonen (fra kalkfattig til moderat kalkrik).

Innsjø	Innsjøkode	Kommune	Fylke	Vanntype	År	Påvirkningstype
Bjørvatn	018-8995-L	Vegårshei	Aust-Agder	L-N3	2009	Antatt referanse
Maridalsvatn	006-298-L	Oslo	Oslo	L-N2b	2009	Antatt referanse
Nøklevatn	006-2510-L	Oslo	Oslo	L-N2a	2009	Antatt referanse
Songsjøen	121-965-L	Orkdal	Sør-Trøndelag	L-N5	2009	Antatt referanse
(Store) Skillingen	002-5013-L	Lunner	Oppland	L-N5	2009	Antatt referanse
Austre Bjonevatnet	012-605-L	Gran	Oppland	L-N6	2010	Antatt referanse
Blindevatnet	012-5771-L	Svelvik, Sande	Vestfold	L-N2	2010	Antatt referanse
Hersjøen	002-252-L	Østre Toten	Oppland	L-N6	2010	Antatt referanse
Sandungen	010-310-L	Hurum	Buskerud	L-N2	2010	Antatt referanse
Skjærsjøen	012-5052-L	Ringerike	Buskerud	L-N6	2010	Antatt referanse
Vatnebrynnvatnet	015-379-L	Flesberg	Buskerud	L-N6	2010	Antatt referanse
Langvatn	002-5114-L	Nittedal	Akershus	L-N3	2009	Forsuring
Store Lyseren	314-3238-L	Rømskog Aurskog-Høland	Østfold Akershus	L-N3 <sup>1</sup>	2009	Forsuring
Tvetervatn	002-3497-L	Sarpsborg	Østfold	L-N3	2009	Forsuring
Ravnjøen	033-5828-L	Våler, Sarpsborg	Østfold	L-N3	2010	Forsuring
Trestikket	001-56-R	Halden, Aremark	Østfold	L-N3 <sup>1</sup>	2010	Forsuring
Askjemvatn	015-5863-L	Andebu Stokke	Vestfold	L-N8	2009	Eutrofiering
Goksjø	015-378-L	Sandefjord Larvik, Andebu	Vestfold	L-N8	2009	Eutrofiering
Longumvatn	019-10538-L	Arendal	Aust-Agder	L-N2a <sup>2</sup>	2009	Eutrofiering
Temse	019-10951-L	Grimstad	Aust-Agder	L-N8a	2009	Eutrofiering
Akersvatnet	014-314-L	Tønsberg, Stokke	Vestfold	L-N1	2010	Eutrofiering
Borrevatnet	013-312-L	Horten	Vestfold	L-N1	2010	Eutrofiering
Isesjø	002-133-L	Sarpsborg	Østfold	L-N3	2010	Eutrofiering
Tunevatnet	002-3451-L	Sarpsborg	Østfold	L-N1	2010	Eutrofiering

<sup>1</sup> Vanntype fastsatt med bakgrunn i forventet naturtilstand. I dag er innsjøen svært kalkfattig (< 1 mg Ca/L).

<sup>2</sup> Vanntype fastsatt med bakgrunn i forventet naturtilstand. I dag er innsjøen moderat kalkrik (4-20 mg Ca/L).

B) Parametre og indekser som ble analysert og beregnet i basisovervåkingen

Kvalitetsэлемент	Referanse	Påvirkningstype	
		Forsuring	Eutrofi
Fysisk/kjemisk	Temperatur, oksygen, siktedyp, surhetgrad (pH), ledningsevne, alkalitet, klorid, sulfat, nitrat, kalsium, magnesium, natrium, kalium, total nitrogen, total organisk karbon, reaktivt og illabilt aluminium, total aluminium, total fosfor, fosfat, ammonium, farge, klorofyll-a, turbiditet.	Temperatur, oksygen, siktedyp, surhetgrad (pH), ledningsevne, alkalitet, klorid, sulfat, nitrat, kalsium, magnesium, natrium, kalium, total nitrogen, total organisk karbon, reaktivt og illabilt aluminium, total aluminium, total fosfor, ammonium, farge.	Temperatur, oksygen, siktedyp, surhetgrad, ledningsevne, turbiditet, alkalitet, kalsium, nitrat, ammonium, total nitrogen, fosfat, total fosfor, total organisk karbon, klorofyll-a, farge.
Planteplankton	Klorofyll-a, artssammensetning og biomasse		Klorofyll-a, artssammensetning og biomasse
Vannplanter	Trofi-indeks (Tic), artssammensetning, dekningsgrad		Trofi-indeks (Tic), artssammensetning, dekningsgrad
Småkreps	Antall arter, % forsuringsfølsomme, % dafnier	Antall arter, % forsuringsfølsomme, % dafnier	
Bunnfauna	Raddum 1, Raddum 2 (kun utløp), NIVA-indeks (kun utløp), ASPT (kun utløp)	Raddum 1, Raddum 2 (kun utløp), NIVA-indeks (kun utløp), ASPT (kun utløp)	
Fisk	Tetthet totalt (CPUE), Tetthet <art> (CPUE), Fiskeindeks (samfunn), Lengdefordeling <art>, aldersfordeling <art>	Tetthet totalt (CPUE), Tetthet <art> (CPUE), Fiskeindeks (samfunn), Lengdefordeling <art>, aldersfordeling <art>	

## 9.2 Tidligere forslag til klimaovervåking i store innsjøer

Forslag utarbeidet av NINA, NIVA og NVE og sendt til DN i desember 2009:

<b>Innsjø og vann ID</b>		<b>Vannregion</b>				<b>Vannregion</b>		<b>IC type</b>		<b>Programme</b>		<b>Water chemistry</b>		<b>Phyto-plankton</b>		<b>Benthic algae</b>		<b>Macrophytes</b>		<b>Zooplankton</b>		<b>Macro-inverteb.</b>		<b>Fish</b>		<b>Source drinking water</b>	
<b>Water body name</b>	<b>Water body (MS_CD)</b>	<b>Vannregion</b>		<b>Vannregion</b>	<b>IC type</b>	<b>Programme</b>	<b>Water chemistry</b>	<b>Phyto-plankton</b>	<b>Benthic algae</b>	<b>Macrophytes</b>	<b>Zooplankton</b>	<b>Macro-inverteb.</b>	<b>Fish</b>	<b>Source drinking water</b>													
<b>Femunden</b>	311-1348-L	Glomma		Glomma	LN2	Div NINA	x																				
<b>Mjøsa</b>	002-118-L	Glomma		Glomma	LN2	prosj NIVA	x	x																			
<b>Fiskumvatnet-Eikeren</b>	012-542-1-L	Vestviken		Vestviken	LN8																						
<b>Nisser</b>	019-1267-L	Sørvest		Sørvest	Sv. Kalkfattig, klar	NIVA, NINA	x																				
<b>Ørdsalsvatnet</b>	027-1524-L	Sørvest		Sørvest	Sv. Kalkfattig, klar																						
<b>Hornindalsvatnet</b>	089-1807-L	Vestlandet		Vestlandet	Sv. Kalkfattig, klar																						
<b>Selbusjøen</b>	123-892-L	Trøndelag		Trøndelag	Kalkfattig, klar	NINA, NTNU	x	x																			
<b>Siidasjøvri</b>	303-1103-L	Nordland		Nordland	LN2																						
<b>Takvatnet</b>	196-2404-L	Troms		Troms	LN8	Research project																					
<b>Iesjøvri</b>	234-2279-L	Finmark		Finmark	LN1																						

Tabell forts. neste side

**Info fra NVE: NVE stasjoner for måling av vannstand, vannføring og vanntemperatur (rød skrift: usikker kvalitet)**

Water body name	Vannstand i innsjø	VF i utløp / i nærheten	Vanntemperatur kontinuerlig nær utløp, m/avstand fra sjøen	Vanntemperaturvertikaler 2 x per år
<b>Femunden</b>	311.4.0.1000.1 Femundsanden	311.4.0.1001.1 Femundsanden	0 km - 311.461.0.1003.2 Femundselta ndf. Femunden	311.463.4.1003.1 Femunden v/Sorkodden
<b>Mjøsa</b>	2.101.0.1000.50 Hamar (Mjøsa)	2.197.0.1000.1 og 1001.1 Ertesekken	0 km - 2.645.0.1003.1 Vorma ndf. Mjøsa	2.825.32.1003.1 Mjøsa v/Vingrom (nord) 2.825.17.1003 Mjøsa v/Hol-Kapp (sør)
<b>Fiskumvatnet-Eikeren</b>	12.553.0.1000.1 Fiskumvatn, Eikeren	12.211.0. Vestfossen kr.verk, kommer ikke inn data 19.8.0.1001.1 Nisser Dam (kraftverk + overløp) 27.25.0.1001.1 Gjedlakleiv (må skales)	Mangler stasjon 0 km - 19.137.0.1003.2 Nidelva v/Nisserdam kr.st. 5 km - 27.29.0.1003.1 Bjerkreimselvi v/Bjerkreim 1 km - 89.2.0.1003.1 Eidselta ndf. Hornindalsvatnet	12.370.2.1003.1 Fiskumvatnet v/Haugen-Skarud 12.369.1.1003.1 Eikeren v/Gunhildrud 19.145.9.1003.1 Nisser v/Torsholmen 27.30.1.1003.1 Ørdsalsvatnet v/Hytland
<b>Nisser</b>	19.100.0.1000.50 Nisservatn			
<b>Ørdsalsvatnet</b>	ingen vst.registering			
<b>Hornindalsvatnet</b>	89.1.0.1000.1 Hornindalsvatnet 123.23.0.1000.50 Selbusjøen v/Grenstad	89.1.0.1001.1 Hornindalsvatnet		83.20.3.1003.1 Hornindalsvatnet v/Heggjabygda
<b>Selbusjøen</b>		123.23.0.1001.1 Rathe (skalere arealet)		123.3.1.1003.1 Selbusjøen v/Amdal
<b>Siidasjavri</b>	Mangler stasjon	Mangler stasjon		Mangler stasjon
<b>Takvatnet</b>	Mangler stasjon	Mangler stasjon		196.49.1.1003.1 Takvatnet v/Takvassbukta
<b>Iesjavri</b>	Mangler stasjon	234.13.0.1001.1 Vækkava/Iesjavri (skales)	Mangler stasjon. Nærmeste 55 km nedstrøms etter samløp Vækkava.	234.27.4.1003.1 Iesjavre NV for Allasuolo

Tabell forts. neste side

	Dybdekart	Begrunnelse for prioritering	Annen klimaovervåking	Kommentar til etabl av klimastasjon
<b>Femunden</b>	x	Øvre del boreal sone (ivaretar en klimagradient opp til fjell), kontinentalt klima, grensevassdrag, eneste store innsjøen uten reguleringer eller påvirket av fremmede arter		
<b>Mjøsa</b>	x	Norges største innsjø, tidl NVE stasjon for intensiv måling av tempprofil, NIVA har etablert stasjon for manuell måling av tempprofil, mye overvåkingsdata		Stasjon nær NIVAs hovedstasjon
<b>Fiskumvatnet-Eikeren</b>	x	Typisk lavlandssjø, tidl NVE stasjoner (Eikern+Fiskumvatn) for intensiv måling av tempprofil		Stasjon i Eikeren mest aktuelt (Fiskumvatn relativt grunt)
<b>Nisser</b>	x	Største av Sørlandssjøene, mye overvåkingsdata, største kalkede innsjø i Norden	Overvåket av NIVA 1996-2005 (inkl. temp-profiler, siktedyp og innsjøfarge)	
<b>Ørdsdalsvatnet</b>	x	Eneste aktuelle innsjø på Sørvestlandet, mye overvåkingsdata (?)	Overvåket av NIVA 1996-2005 (inkl. temp-profiler, siktedyp og innsjøfarge)	
<b>Hornindalsvatnet</b>	x	Norges dypeste innsjø, mye data på strømningsforhold	Lars Golmen, NIVA-Vest, har vertikale data innsjøfysikk	
<b>Selbusjøen</b>	x	Mye overvåkingsdata		
<b>Siidasjavri</b>	x	Eneste aktuelle i Nordland, eneste fjellsjø		
<b>Takvatnet</b>		Eneste aktuelle i Troms, mye forskningsdata, særlig på fisk		
<b>Iesjavri</b>	x	Eneste aktuelle i Finnmark		

### 9.3 Sur nedbør overvåkingen – stasjonsoversikt

A) Tidstrendsjøer (årlige kjemiske data fra 1986).

Region viser til regioninndeling (1-10) etablert i overvåkingsprogrammet (se KLIF 2010)

Fylke	Kommune	Komm.nr	Region	Stasjonskode	Stasjonsnavn	NVE	Vatn nr	Vasdrag nr	NVE	Kartblad	Latitude	Longitude	H.o.h.	Innsjø areal km <sup>2</sup>	Nedbørfelt areal km <sup>2</sup>
Hedmark	Åmot	429	1	429-601	Holmsjøen	282	002	JAAA1B	20173	61,15	11,62	559	1,15	5,9	
Østfold	Halden	101	2	101-605	Holvatn	331	001	B1D	20133	59,11	11,53	161	1,15	9,35	
Østfold	Sarpsborg	105	2	105-501	Isebakktjern	5844	002	A2B	19134	59,34	10,97	60	0,3	6,6	
Østfold	Åremark	118	2	118-502	Breitjern	3554	001	C3A	20133	59,12	11,68	190	0,3	4	
Østfold	Våler	137	2	137-501	Ravnstjøen	5828	003	B1C	19134	59,41	11,00	82	0,3	2,85	
Akershus	Aurskog-Høland	221	2	221-607	Holvatn	3259	001	FB	20143	59,74	11,58	214	0,42	4,95	
Akershus	Aurskog-Høland	221	2	221-605	Store Lyseren	3238	314	B	20144	59,78	11,77	229	0,51	3,37	
Oslo	Oslo	301	2	301-605	Langvatn	5114	002	CDB	19153	60,11	10,77	342	0,56	3,57	
Hedmark	Kongsvinger	402	2	402-604	Storbørja	368	313	3AD	20152	60,09	11,93	301	1,15	29,2	
Hedmark	Nord-Odal	418	2	418-603	Skurvsjøen	3838	002	EB3C	20163	60,57	11,65	432	0,43	20,7	
Hedmark	Grue	423	2	423-601	Meitsjøen	281	002	EB1B	20154	60,39	11,81	358	1,02	20,35	
Buskerud	Flå	615	2	615-604	Langtjern (LAE01)	7272	012	CB5Z	17151	60,37	9,73	0	0	4,8	
Buskerud	Modum	623	2	623-603	Breidvatnet	5269	012	D52	18144	59,98	10,15	632	0,3	1,54	
Buskerud	Flesberg	631	2	631-607	Skakktjern	5961	015	FAD	17144	59,89	9,31	547	0,08	4,6	
Vestfold	Sande	713	2	713-601	Øyvannet (Store)	5742	013	AZ	18143	59,64	10,10	442	0,33	5,53	
Telemark	Nome	819	2	819-501	Nedre Furovatn	14367	016	BBO	16134	59,28	8,84	605	0,1	2,7	
Telemark	Hjartdal	827	3	827-601	Heddersvatnet	69	019	FZ	16144	59,83	8,76	1136	1,83	11,65	
Telemark	Vinje	834	3	834-614	Stavsvatn	13194	016	BG11	15142	59,64	8,11	1053	0,4	2,43	
Hordaland	Odda	1228	3	1228-501	Steinvatn	1705	061	B5	13144	59,86	6,58	1047	0,85	4,3	
Telemark	Fyresdal	831	4	831-501	Brarvatn	14277	019	DDF	15134	59,29	7,73	902	1,25	4	
Telemark	Tokke	833	4	833-603	Skurevatn	1094	021	M1B	14142	59,59	7,55	1269	1,08	7,75	
Aust-Agder	Tvedestrand	914	4	914-501	Sandvatn	9534	019	AD	16122	58,69	8,96	150	0,32	2,75	
Aust-Agder	Froland	919	4	919-606	Hundevatn	10127	019	B2A	16123	58,59	8,54	286	0,32	2,3	
Aust-Agder	Iveland	935	4	935-7	Grunnevatn	10926	021	AC	15114	58,39	7,97	7,97	1	3,3	
Aust-Agder	Bygland	938	4	938-66	Grimsdalsvatn	9219	020	BCD	15123	58,75	7,97	463	0,31	8,3	
Aust-Agder	Valle	940	4	940-502	Myklevatn	15177	021	EC	14132	59,07	7,38	785	0,6	32,7	
Aust-Agder	Valle	940	4	940-527	Skammevatn	14534	025	Q	14133	59,21	7,24	1074	0,68	8,4	
Aust-Agder	Valle	940	4	940-501	Tjurrmonvatn	15100	021	ED	14132	59,07	7,46	720	0,75	6,8	
Aust-Agder	Bykle	941	4	941-24	Bånevatt	13592	021	HD	14143	59,50	7,11	1115	1,46	16,9	
Vest-Agder	Vennesla	1014	4	1014-25	Drivnesvatn	11147	021	AAZ	15114	58,29	7,93	168	0,22	11,5	
Vest-Agder	Vennesla	1014	4	1014-12	Songevatt	11078	022	1C7	14111	58,32	7,68	268	0,25	9,3	
Vest-Agder	Søgne	1018	4	1018-4	Kleivsetvatn	11592	022	22Z	14112	58,11	7,68	83	0,57	17,2	
Vest-Agder	Marnardal	1021	4	1021-14	Homesteadvatn	11373	023	A1ZZ	14112	58,21	7,45	278	0,62	3	

Fylke	Kommune	Komm.nr	Region	Stasjonskode	Stasjonsnavn	NVE	NVE	Vassdrag nr	Kartblad	Latitude	Longitude	H.o.h.	Innsjø areal	Nedbørfelt areal
						Vatn nr	Vassdrag nr					m	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>
Vest-Agder	Flekkefjord	1004	5	1004-15	Botnevatn	21797	026.1B	13114	58,28	6,48	56	0,6	8	
Vest-Agder	Flekkefjord	1004	5	1004-13	St.Eilandsvtt	1431	026.D1AB	13111	58,49	6,74	392	1,15	6,3	
Vest-Agder	Åseral	1026	5	1026-210	Stigebottsvatn	1174	022.F8C	14124	58,76	7,31	814	0,93	7,3	
Vest-Agder	Lyndal	1032	5	1032-14	Troldevatn	11292	024.AD2Z	14113	58,23	6,99	278	0,22	1	
Vest-Agder	Hægebostad	1034	5	1034-19	I.Espelandsvatn	11095	024.B22C	14114	58,30	7,16	391	0,28	10	
Vest-Agder	Hægebostad	1034	5	1034-8	Trollseltvatn	10305	022.CE	14123	58,55	7,21	617	0,25	3,5	
Vest-Agder	Kvinesdal	1037	5	1037-17	Heievatn	1373	025.BD	14123	58,63	6,97	500	0,31	12,5	
Rogaland	Eigersund	1101	5	1101-43	Glypsadvatn	21186	026.4BCB	12111	58,49	6,20	261	0,34	2	
Rogaland	Sokndal	1111	5	1111-3	Ljosvatn	21438	026.4BCD	12111	58,42	6,21	150	0,22	1,1	
Rogaland	Lund	1112	5	1112-15	Gjuvatn	21049	026.4F	13123	58,52	6,41	389	0,35	2,4	
Rogaland	Hå	1119	5	1119-602	Homsevatn	1545	027.6AAA	12122	58,56	5,86	142	0,67	8,7	
Rogaland	Vindafjord	1154	6	1154-601	Røyrvatn	22548	038.AZ	12142	59,54	6,02	230	0,42	16,3	
Hordaland	Etne	1211	6	1211-601	Vaulvatn	23386	042.31Z	13144	59,83	6,37	879	1,12	25,75	
Hordaland	Fitjar	1222	6	1222-502	Ø. Steindalsvatn	22101	044.5B	11141	59,87	5,42	262	0,25	3,3	
Hordaland	Samnanger	1242	7	1251-601	Oddmundalsvatn	28511	048.F1B	12162	60,53	5,98	760	0,32	5,72	
Hordaland	Lindås	1263	7	1263-601	Båtevatn	26267	064.5A	12163	60,73	5,51	451	0,42	2,77	
Sogn og Fjordane	Flora	1401	7	1401-501	Langevatn	28197	85.522	11182	61,67	5,18	470	0,67	2,67	
Sogn og Fjordane	Balestrand	1418	7	1418-601	Nystølsvatn	1651	083.CC	13174	61,34	6,46	715	1,25	21,45	
Sogn og Fjordane	Eid	1443	7	1443-501	Movvatn	1935	094.D	12181	61,98	6,18	422	1,05	20	
Oppland	Lesja	512	8	512-601	Svartdalsvatnet	34660	104.D6Z	14191	62,27	8,84	1018	0,6	49,9	
Møre og Romsdal	Molde	1502	8	1502-602	Lundalsvatnet	31186	105.4A2	13204	62,82	7,53	254	0,3	5,65	
Møre og Romsdal	Vanylven	1511	8	1511-601	Blæjevatnet	31047	093.2B	11192	62,05	5,78	700	0,55	1,93	
Møre og Romsdal	Aure	1569	8	1569-601	Skardvatnet	36436	116.2Z	14211	63,30	8,78	346	0,52	3,75	
Sør-Trøndelag	Åfjord	1630	8	1630-601	Grovilvatnet	36780	135.2A	15221	63,91	10,16	180	1,03	10,4	
Sør-Trøndelag	Åfjord	1630	8	1630-603	Skjerivatnet	36727	135.3CD	16224	63,96	10,56	357	0,88	3,25	
Sør-Trøndelag	Røros	1640	8	1640-603	Tufsingan	35326	2.53	17202	62,61	11,88	781	1,38	5,15	
Nord-Trøndelag	Namdalseid	1725	8	1725-3-14	Bjørnarvatnet	40844	138.BA1Z	16231	64,28	10,99	263	1,01	3,8	
Nord-Trøndelag	Namsskogan	1740	8	1740-602	Storgåsvatnet	716	139.FCB	18252	65,06	13,17	493	2,77	10,85	
Nord-Trøndelag	Gronn	1742	8	1742-501	Grytsjøen	40322	139.A5B	17231	64,39	12,09	372	0,45	10	
Nordland	Saltådal	1840	9	1840-601	Kjermåvatn	806	163.D1B	21284	66,77	15,41	626	2,6	33	
Nordland	Sørfold	1845	9	1845-601	Tennvatn	45724	168.5Z	21301	67,76	15,93	339	2,62	5,18	
Nordland	Tysfjord	1850	9	1850-603	Kjervvatn	1001	170.5DC	12312	68,08	16,03	209	1,4	6,62	
Nordland	Flakstad	1859	9	1859-601	Storvatn	48048	181.1	10312	68,05	13,35	25	1,1	6,2	
Troms	Tranøy	1927	9	1927-501	Kapervann	50879	194.6C	69,24	17,33	214	0,67	18		
Finmark	Vardø	2002	10	2002-501	Oksevatn	2430	238.5B	25354	70,35	30,88	143	2,73	9,9	
Finmark	Sør-Varanger	2030	10	2030-501	Bårtjasjvri	64684	246.C	24343	69,56	29,81	150	0,45	7,25	
Finmark	Sør-Varanger	2030	10	2030-619	Følvatnet	2456	246.FAC	23331	69,25	28,93	177	2,57	11,8	
Finmark	Sør-Varanger	2030	10	2030-625	Holmvatnet	64278	244.5	24343	69,71	29,72	146	0,92	3,07	
Finmark	Sør-Varanger	2030	10	2030-612	L.Djupvatnet	64217	247.4B	24342	69,71	30,59	211	0,4	1,98	
Finmark	Sør-Varanger	2030	10	2030-614	Langvatnet	64193	246.6B	24342	69,73	30,19	90	0,32	3	
Finmark	Sør-Varanger	2030	10	2030-603	Otervatnet	64713	247.CZ	25343	69,55	30,78	293	0,18	1,48	
Finmark	Sør-Varanger	2030	10	2030-504	Råtjern	63664	243.3	23341	69,88	29,19	264	0,7	2,47	



Fylke	Kommune	Komm.nr	Region	Stasjonskode	Stasjonsnavn	NVE		Kartblad	Longitude	H.o.h. m	Innsjø	Nedbørfelt
						Vatn nr	Vassdrag nr				areal km <sup>2</sup>	areal km <sup>2</sup>
Finmark	Sør-Varanger	2030	10	2030-503	Skaidejavri	2437	244ABZ	23341	29,11	322	1,85	7,3
Finmark	Sør-Varanger	2030	10	2030-607	St. Valvatnet	2474	247.7D	25343	30,66	157	3,6	19,58
Finmark	Sør-Varanger	2030	10	2030-624	Ulekristajav	64799	246.D	24343	29,45	242	0,17	1,2

## B) Innsjøer på Jarfjordfjellet, Øst-Finnmark

Fylke	Kommune	Komm.nr	Region	Stasjonskode	Stasjonsnavn	NVE		Kartblad	Longitude	H.o.h. m	Innsjø	Nedbørfelt
						Vatn nr	Vassdrag nr				areal km <sup>2</sup>	areal km <sup>2</sup>
Finmark	Sør-Varanger	2030		2030-JAR5	Navnløs			24342	30,61	270	0,06	
Finmark	Sør-Varanger	2030		2030-JAR6	Navnløs			24342	30,61	310	0,06	
Finmark	Sør-Varanger	2030		2030-JAR7	Navnløs			25343	30,63	255	0,07	
Finmark	Sør-Varanger	2030		2030-JAR8	Navnløs			25343	30,64	263	0,04	
Finmark	Sør-Varanger	2030		2030-JAR12	Navnløs			25343	30,73	291	0,08	
Finmark	Sør-Varanger	2030		2030-JAR13	Navnløs			25343	30,73	271	0,05	

## C) Overvåkingselver

Fylke	Kommune	St.kode	Navn	UTM-OV	UTM-NS	UTM-Sone	Kartblad
Aust-Agder	Risør	3-1	Gjerstadelva	5047	65139	32	16121
Rogaland	Hjelmealand	26-1	Årdalselva	3412	65595	32	12132

## D) Feltforskningsstasjoner

Fylke	Kommune	St.kode	Nedbørfelt	UTM-OV	UTM-NS	UTM-Sone	Kartblad	Laveste/høyeste punkt (m.o.h.)
Aust-Agder	Birkenes	BIE01	Birkenes	4555	64717	32	15111	200-300
Telemark	Nissedal	STE01	Storgama	4801	65459	32	16133	580-690
Buskerud	Flå	LAE01 (utløp)	Langtjern	5401	66931	32	17151	510-750
Rogaland	Bjerkreim	OVELY 19 23	Øygardsbekken	3319	65016	32	12122	185-544
Møre og Romsdal	Sumdal	KAE01	Kårvatn	4944	69610	32	14201	200-1375
Finmark	Sør-Varanger	DALELV	Dalelva	3987	77329	36	24342	0-241

## E) BIOLOK-sjøer; innsjøer med årlig biologisk overvåking

Region viser til regioninndeling (1-10) etablert i overvåkingsprogrammet (se KLIF 2010). Innsjøer i fet skrift med mest ambisiøst program.

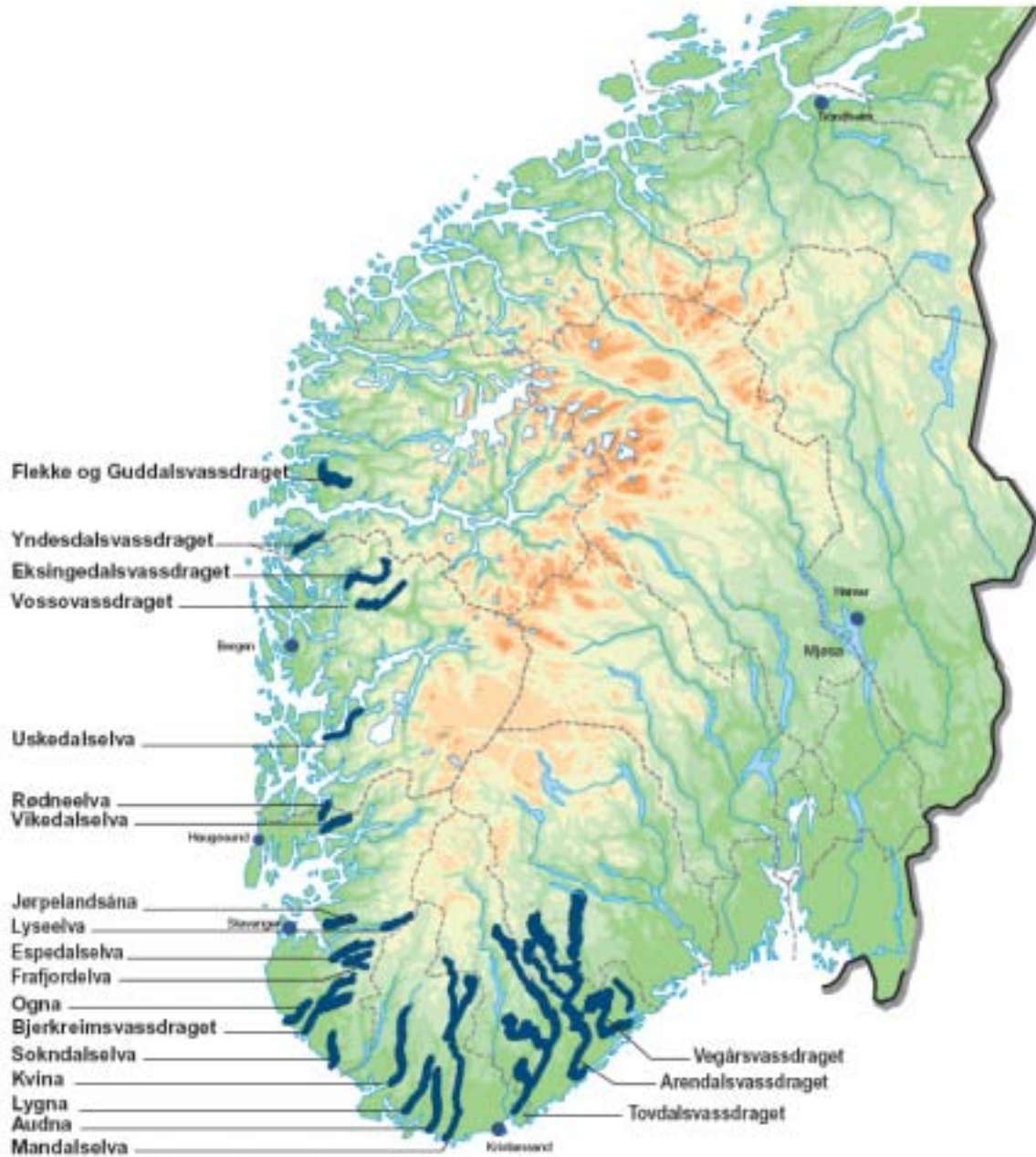
Fylke	Kommune	Komm.nr	Region	Stasjonsnavn	NVE		Kartblad	Latitude	Longitude	H.o.h. m	Innsjø areal km <sup>2</sup>
					Vatn.nr	Vassdrag nr					
	Østfold	101/118	2	Breidtjern	3555	001.B1B1	20133	59,11271	11,63993	190	0,3
	Hedmark	430	1	<b>Atnsjøen</b>	126	002.LE	18184	61,87926	10,16955	701	4,8
	Hedmark	434	1	Stortjørna	32130	002.M62	19184	61,97689	10,7978	868	0,28
	Oppland	512	8	<b>Svartdalsvatn</b>	34660	104.D6Z	14191			1018	0,64
	Oppland	517	3	Rondvatn	231	002.DJ1C	17181	61,89293	9,79828	1167	1,03
	Buskerud	615	2	Langtjern	7272	012.CB5Z	17151	60,42350	9,65180	518	0,23
	Buskerud/Telemark	807	2	<b>Øvre Jerpetjern</b>	6247	015.CA0	17143	59,60541	9,46707	450	0,11
	Telemark	827	3	Heddersvatn	69	019.F2Z	16144	59,83000	8,76000	1136	1,83
	Aust-Agder	928	4	<b>Bjørvatn</b>	10482	019.AA	15122	58,44648	8,51913	226	0,28
	Aust-Agder	928	4	<b>Lille Hovvatn</b>	10069	020.BBA0	15123	58,59138	8,04904	503	0,07
	Vest-Agder	1003	5	<b>Saudlandsvatn</b>	21894	024.520	13112	58,15742	6,7976	110	0,14
	Vest-Agder	1017/1014	4	Sognevatn	11078	022.1C7	14111	58,31900	7,67300	268	0,27
	Rogaland	1111	5	<b>Ljosvatn</b>	21438	026.4BCD	12111	58,44724	6,26797	150	0,19
	Rogaland	1114	5	Lomsjørn	20451	027.BA	12122	58,66306	5,98846	242	0,07
	Rogaland	1154	6	<b>Røyrvatn</b>	22548	038.AZ	12142	59,56393	6,05619	230	0,42
	Hordaland	1266	7	<b>Markhusdalsvatn</b>	26000	067.6A	11161	60,89465	5,2363	96	1,43
	Hordaland	1266	7	Svartetjern	26133	067.2A10	12164	60,82824	5,5637	302	0,09
	Sogn og Fjordane	1430	7	<b>Nystølsvatn</b>	1651	083.CC	13174	61,31987	6,31484	715	1,25
	Troms	1805	9	Nedre Kaperdalsvatn	2380		13331/13332/14333			168	0,67
	Finmark	2030	10	Dalvatn	64282	247.31	24342	69,66126	30,31791	132	0,35

F) Elver med Biologisk overvåking  
Enkelte av elvene er tatt ut av programmet (se informasjonen i kap 4.6).

Fylke	Kommune	Kvalitets- element	Navn	Antall stasjoner	UTM-OV Øverste st	UTM-NS Øverste st	UTM-OV Nederste st	UTM-NS Nederste st	UTM- Sone	Kartblad
Vest-Agder	Farsund	Bunndyr	Kystbekker i Farsund I, Saudlandsvatn	4	368286	6453823	368856	6453165	32V	1311-2
Vest-Agder	Farsund	Bunndyr	Kystbekker i Farsund II, Gjærvollstadvatn	3	370493	6454269	370576	6454140	32V	1311-2
Rogaland	Bjerkreim/ Hå	Bunndyr	Ognavassdraget	8	326775	6501876	314885	6490691	32V	1212-2, 1212-3
Rogaland	Vindafjord	Bunndyr	Vikedalsvassdraget	13	337198	6609566	324922	6599570	32V	1213-1, 1214-2
Rogaland	Vindafjord	Fisk	Vikedalsvassdraget	23	0001389.67	6635499.71	-0007013.91	6634891.24	33	1214-2
Rogaland	Gjesdal, Bjerkreim	Fisk	Bjerkreimsvassdraget	23	0008113.41	6536743.15	-0025849.56	6536899.95	33	1312-3, 1212-2
Sogn og Fjordane	Balestrand/ Gaular/Førde	Bunndyr	Gaulanvassdraget	17	363832	6803600	322982	6808477	32V	1317-4, 1217-4
Sogn og Fjordane	Balsestrand/ Gaular	Fisk	Gaulanvassdraget	26	0043894.45	6830715.35	0026508.59	6832905.43	33	1317-4, 1217-1
Sogn og Fjordane	Naustdal	Bunndyr	Nausta	12	341097	6833822	325545	6824744	32V	1218-2, 1218-3

## 9.4 Tiltaksovervåking i kalkede elver – stasjonsoversikt

Hentet fra [www.dirnat.no](http://www.dirnat.no)



## 9.5 NINAs elveserie for vannkjemisk overvåking – stasjonsoversikt

Fylke	Kommune	St.kode	Navn	UTM-OV	UTM-NS	UTM-Sone	Kartblad
Hedmark	Trysil	110	Trysilelva	475	140	33VUJ	2017I
Oppland	Sel	1	Rondvatn	418	613	32VNP	1718I
Oppland	Sel	2	Fremre Illmannfjærn	426	607	32VNP	1718I
Oppland	Sel	3	Store Ula	417	607	32VNP	1718I
Aust-Agder	Bygland	116	Otra, Byglandsfjord	312	018	32VML	1512III
Rogaland	Sokndal/Flekkefjord	43	Ana, Sira	503	644	32VLK	1311IV
Rogaland	Sandnes	55	Imsa	252	335	32VLL	1212I
Hordaland	Masfjorden	161	Haugdalselva	117	494	32VLN	1216IV
Sogn og Fjordane	Stryn	77	Stryneelva <sup>1</sup>	848	673	32VLP	1318I
Møre og Romsdal	Rauma	133	Rauma	378	273	32VMQ	1319I
Sør-Trøndelag	Orkdal	135	Orkla	403	156	32VNR	1521I
Sør-Trøndelag	Melhus	136	Gaula	638	191	32VNR	1621IV
Nord-Trøndelag	Namsskogan	163	Nordfolda	800	985	33WUM	1824IV
Nordland	Grane	146	Vefsna <sup>2</sup>	214	790	33WVN	1926III
Nordland	Beiam	85	Beiarelva	903	228	33WVQ	2028I
Troms	Nordreisa	93	Reisaelva	067	364	34WEC	1734III
Finnmark	Vadsø	154	Skallelva	973	884	36WUC	2435II
Finnmark	Porsanger	97	Stabbursselva	208	872	35WMT	2035III
Finnmark	Alta	95	Altaelva	871	597	34WEC	1834I
Finnmark	Alta	156	Halselva	751	708	34WEC	1835II

<sup>1</sup> Prøvepunktet er flyttet ca 1 km nedstrøms opprinnelig prøvetakingsstasjon fra mai 2002. <sup>2</sup> Prøvepunktet er flyttet ca 1 mil lenger sør fra og med november 2007.

## 9.6 Elvetilførselsprogrammet RID – stasjonsoversikt

### A) Hovedelver

Stasjonsnavn	Regine nr	Lengdegrad	Breddegrad
Glomma at Sarpsfoss	002.A51	59.27800	11.13400
Drammelselva	012.A3	59.75399	10.00903
Numedalslågen	015.A1	59.08627	10.06962
Skienselva	016.A221	59.19900	9.61100
Otra	021.A11	58.18742	7.95411
Orreelva	028.4A	58.73143	5.52936
Vosso (Bolstadelvi)	062.B0	60.64800	6.00000
Orkla	121.A41	63.20100	9.77300
Vefsna	151.A4	65.74900	13.23900
Altaelva	212.A0	69.90100	23.28700

## B) Bielver

Stasjonsnavn	Regine nr	Lengdegrad	Breddegrad
Tista	001.A6	59.12783	11.44436
Tokkeelva	017.A1	58.87600	9.35400
Nidelv (Rykene)	019.A230	58.40100	8.64200
Tovdalselva	020.A12	58.21559	8.11668
Mandalselva	022.A5	58.14300	7.54604
Lyngdalselva	024.B120	58.16300	7.08798
Kvina	025.AA	58.32020	6.97023
Sira	026.C	58.41367	6.65669
Bjerkreimselva	027.A1	58.47894	5.99530
Figgjoelva	028.A3	58.79168	5.59780
Lyseelva	031.AA0	59.05696	6.65835
Årdalselva	032.4B1	59.08100	6.12500
Ulladalsåna (Ulla)	035.A21	59.33000	6.45000
Suldalslågen	036.A21	59.48200	6.26000
Saudaelva	035.721	59.38900	6.21800
Vikedalselva	038.A0	59.49958	5.91030
Jostedøla	076.A0	61.41333	7.28025
Gaular	083.A0	61.37000	5.68800
Jølstra	084.A2	61.45170	5.85766
Nausta	084.7A0	61.51681	5.72318
Gloppenelva (Breimselva)	087.A221	61.76500	6.21300
Driva	109.A0	62.66900	8.57100
Surna	112.A0	62.98000	8.72600
Gaula	122.A24	63.28600	10.27000
Nidelva(Tr.heim)	123.A2	63.43300	10.40700
Stjørdalselva	124.A21	63.44900	10.99300
Verdalselva	127.A0	63.79200	11.47800
Snåsavassdraget	128.A1	64.01900	11.50700
Namsen	139.A50	64.44100	11.81900
Røssåga	155.A0	66.10900	13.80700
Ranaelva	156.A0	66.32300	14.17700
Beiarelva	161.B4	66.99100	14.75000
Målselv	196.B2	69.03600	18.66600
Barduelva	196.AA3	69.04300	18.59500
Tanaelva	234.B41	70.23000	28.17400
Pasvikelva	246.A5	69.50100	30.11600

## 9.7 JOVA-programmet – stasjonsoversikt

Tabellen viser nedbørfelt som inngikk i JOVA-programmet i 2009 (hentet fra [www.bioforsk.no](http://www.bioforsk.no))

<b>Nedbørfelt</b>	<b>Kommune</b>	<b>Areal (dekar)</b>	<b>Dyrka (%)</b>	<b>Dominerende driftsform</b>
<u>Skuterud</u>	Ås	4490	61	Korn
<u>Mørdre</u>	Nes	6800	65	Korn
<u>Heia</u>	Råde	1700	62	Grønnsaker, potet, korn
<u>Kolstad</u>	Ringsaker	3080	68	Korn
<u>Bye</u>	Ringsaker	40	100	Korn
<u>Hotran</u>	Levanger	19 400	58	Korn, gras
<u>Naurstad</u>	Bodø	1456	35	Gras
<u>Volbu</u>	Øystre Slidre	1680	41	Gras
<u>Vasshaglona</u>	Grimstad	650	62	Grønnsaker, potet, korn
<u>Time</u>	Time	912	94	Gras
<u>Skas-Heigre</u>	Sandnes, Sola, Klepp	29 300	85	Gras, korn
<u>Hobøl</u>	Enebakk, Ski, Hobøl	331 km <sup>2</sup>	19	Korn
<u>Lier</u>	Lier m.fler	302 km <sup>2</sup>	13	Korn, frukt, grønnsaker



NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo  
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00  
[www.niva.no](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)