

# 782 Forslag til kategorisering av laksebestander som er påvirket av rømt oppdrettslaks

NINA Rapport

Ola H. Diserud, Peder Fiske og Kjetil Hindar



## **NINAs publikasjoner**

### **NINA Rapport**

Dette er en elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

### **NINA Temahefte**

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

### **NINA Fakta**

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

### **Annen publisering**

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

# Forslag til kategorisering av laksebestander som er påvirket av rømt oppdrettslaks

Ola H. Diserud, Peder Fiske og Kjetil Hindar

Diserud, O.H., Fiske, P. & Hindar, K. 2012. Forslag til kategorisering av laksebestander som er påvirket av rømt oppdrettslaks - NINA Rapport 782. 32 s + vedlegg.

Trondheim, januar 2012

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2377-5

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Norunn S. Myklebust

KVALITETSSIKRET AV

Torbjørn Forseth

ANSVARLIG SIGNATUR

Norunn S. Myklebust (sign.)

OPPDRAUGSGIVER(E)

Direktoratet for naturforvaltning

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Eyvin Søltnæs og Raoul Bierach

FORSIDEBILDE

Gaula i Sør-Trøndelag. Foto: Kjetil Hindar, NINA.

NØKKEWORD

Laks, akvakultur, rømt oppdrettslaks, fiskeforvaltning, Norge, trusselfkategori, *Salmo salar*

KEY WORDS

Atlantic salmon, aquaculture, escaped farmed salmon, fisheries management, Norway, threat category, *Salmo salar*

#### KONTAKTOPPLYSNINGER

##### **NINA hovedkontor**

Postboks 5685 Sluppen

7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

##### **NINA Oslo**

Gaustadalléen 21

0349 Oslo

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 22 60 04 24

##### **NINA Tromsø**

Framsenteret

9296 Tromsø

Telefon: 77 75 04 00

Telefaks: 77 75 04 01

##### **NINA Lillehammer**

Fakkeldgården

2624 Lillehammer

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 61 22 22 15

## Sammendrag

Diserud, O.H., Fiske, P. & Hindar, K. 2012. Forslag til kategorisering av laksebestander som er påvirket av rømt oppdrettslaks - NINA Rapport 782. 32 s + vedlegg.

Vi har laget en modellbasert analyse av hvordan villaksbestander (*Salmo salar*) er blitt påvirket av rømt oppdrettslaks i løpet av årene 1989-2009, og et forslag til trusselkategorisering på grunnlag av den modellbaserte analysen. Påvirkningen er beregnet ut fra registrerte andeler rømt oppdrettslaks i elvene i perioden 1989-2009, kunnskap om gytesuksess til oppdrettslaks i naturen, og modellering av utviklingen basert på gjennomsnittsverdier for andelen rømt oppdrettslaks og deres relative suksess i konkurranse med villaks. Modellen beregner hvor stor andel av rekruttene etter hver gyting som har villaksbakgrunn, oppdrettslaksbakgrunn, eller en blanding av de to. Modellberegningene viser at andelen gytefisk med villaksbakgrunn er redusert i mange elver Norge, blant de 99 elvene som er kategorisert. Det fins spesielt utsatte bestander i alle regioner, særlig i Hordaland og Troms. Flest lite påvirkete bestander fins på Jæren, i Trondheimsfjorden og i Finnmark. I typiske oppdrettsområder ser det ut til at smålakselver (med liten vannføring) er mindre påvirket av rømt oppdrettslaks enn større vassdrag.

Ola Diserud, Peder Fiske og Kjetil Hindar, Norsk institutt for naturforskning (NINA), Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim. Email: [ola.diserud@nina.no](mailto:ola.diserud@nina.no); [peder.fiske@nina.no](mailto:peder.fiske@nina.no); [kjetil.hindar@nina.no](mailto:kjetil.hindar@nina.no)

# Innhold

<b>Sammendrag .....</b>	<b>3</b>
<b>Innhold.....</b>	<b>4</b>
<b>Forord .....</b>	<b>5</b>
<b>1 Innledning.....</b>	<b>6</b>
<b>2 Kategorier for påvirkning fra rømt oppdrettslaks .....</b>	<b>8</b>
<b>3 Materiale og metoder.....</b>	<b>11</b>
<b>4 Resultater .....</b>	<b>14</b>
4.1 To eksempler .....	14
4.2 Beregning for 99 elver .....	17
<b>5 Diskusjon.....</b>	<b>26</b>
<b>6 Referanser .....</b>	<b>30</b>
<b>7 Vedlegg.....</b>	<b>33</b>

## Forord

Dette prosjektet kom i gang etter en forespørsel fra Direktoratet for naturforvaltning (DN) til Norsk institutt for naturforskning (NINA) om å kategorisere laksebestander i Norge ut fra en vurdering av påvirkning fra rømt oppdrettslaks. Bakgrunnen var at forskning viser negativ påvirkning fra rømt oppdrettslaks på ville laksebestander, mens dette i liten grad er tatt inn i nåværende kategorisystem for vurdering av de truslene villaks står overfor.

I prosjektet bygger vi på egne simuleringer av påvirkning fra rømt oppdrettslaks på villaks, slik de er framstilt i NINA Rapport 244 og NINA Rapport 622.

Vi vil rette en takk til NINA-medarbeiderne Frank Hanssen for kartframstilling og Kari Sivertsen for layout, og til Direktoratet for naturforvaltning for finansieringen av prosjektet.

Trondheim, januar 2012

Kjetil Hindar  
prosjektleder

# 1 Innledning

Målet for dette prosjektet er todelt:

- Å foreslå et kategoriseringssystem som tar hensyn til de truslene rømt oppdrettslaks utgjør for ville laksebestander.
- Å anvende dette systemet for kategorisering av norske laksebestander.

Ville bestander av laks (*Salmo salar*) representerer et genetisk og økologisk mangfold som reflekterer høy grad av hjemfinning og tilpasning til ulike vassdrag, og er en ressurs med stor økonomisk og rekreasjonsmessig betydning. Den norske lakseloven (Lov om laksefisk og innlandsfisk m.v.) har som formål å bevare dette mangfoldet og å legge til rette for å utnytte villaksbestandene som en høstbar ressurs.

Et viktig redskap for bevaring og forvaltning av ville laksebestander har vært å opprette et kategoriseringssystem som vurderer hvor sårbare laksebestandene er for menneskelige inngrep og beskriver hvilke trusler bestandene står overfor i dag. I alt er 452 bestander av laks kategorisert av Direktoratet for naturforvaltning med hjelp av Fylkesmennenes miljøvernavdelinger (Hansen m.fl. 2008). Kategoriseringssystemet er velegnet til å vurdere trusler mot bestandenes størrelse, slik som vassdragsreguleringer, sur nedbør og annen forurensning, fiskesykdommer, introduserte arter og overfiske. Alle disse truslene representerer negative påvirkningsfaktorer for bestandenes størrelse (kvantitet), og kan være en direkte trussel mot enkelte bestanders levedyktighet. Kategoriseringssystemet er imidlertid lite egnet for å vurdere trusler mot bestandenes kvalitet, slik som de truslene som rømt oppdrettslaks utgjør mot bestandenes genetiske integritet. Disse truslene inkluderer tap av lokale tilpasninger og genetisk basert levedyktighet, tap av genetisk variasjon, og homogenisering av den genetiske bestandsstrukturen (Ferguson m.fl. 2007; Glover m.fl. 2011). Mangfoldet av bestander av samme art er nylig vist å ha en positiv effekt på hvor mye som kan høstes av arten (Schindler m.fl. 2010), på samme måte som mangfoldet av arter er viktig for de økosystemtjenestene vi får fra naturen.

Problemet med å kategorisere trusler mot bestandenes genetiske integritet er ikke spesielt for det norske kategoriseringssystemet for ville bestander av laksefisk. Det går også igjen i det internasjonale systemet for å vurdere trusler mot jordas arter, utviklet av den internasjonale naturvernunionen, IUCN. De vurderer arters levedyktighet ut fra kunnskap om bestand(en)s størrelse og utbredelse, og trender i disse. Det er utarbeidet et sett med kriterier for å vurdere informasjon som gir grunnlag for å kategorisere arter som truet eller ikke-truet (IUCN 2001), alle basert på kvantitativ informasjon om artenes bestandsstørrelse. Denne informasjonen brukes i rapporter (IUCN Red List) som kategoriserer jordas arter med hensyn til deres bevaringsstatus (IUCN 2008). I Norge er det Artsdatabanken som gjennomfører arbeidet med å kategorisere norske arter med hensyn til deres bevaringsstatus (Norsk rødliste; Artsdatabanken 2010).

IUCN-systemet vurderer først og fremst arter, men også underarter kan være underlagt kategorisering. Et anerkjent problem er hvordan kryssninger mellom underarter skal vurderes (O'Brien & Mayr 1991). Utstrakt grad av innkrysning er en trussel mot underartenes genetiske integritet og kan direkte true deres levedyktighet (Rhymer & Simberloff 1996; Allendorf m.fl. 2001), mens en kontrollert grad av innkrysning i noen tilfeller blir vurdert for å redde en liten bestand fra utryddelse (Frankham m.fl. 2002).

Da molekylærgenetiske metoder ble tatt i bruk på 1960-tallet, fant man direkte dokumentasjon på at ulike bestander av arter er genetisk forskjellige. Anvendelse av disse teknikkene på bestander av laksefisk viste en omfattende grad av genetisk differensiering mellom bestander, og viste også at utsetting av ikke-stedegne bestander representerte en trussel mot denne differensieringen (Ryman 1981; Billingsley 1981; Hindar m.fl. 1991). I forvaltningen av laksefisk ble denne kunnskapen anerkjent gjennom forskrift om utsetting av anadrom laksefisk i 1986 og i lovs form gjennom lakseloven fra 1992. Forskriften og senere loven gjorde utsetting kun mulig



der stamfisken ble fanget i det vassdraget deres avkom skulle settes ut i. Samtidig som utsetting av ikke-stedegen stamme ble faset ut, økte imidlertid omfanget av ikke-stedegen laks i mange bestander i takt med økt produksjon og rømming av oppdrettslaks (Ståhl & Hindar 1988). Denne utviklingen er ikke villet, men representerer gjennom sitt omfang og utbredelse en av de største truslene mot villaksbestander i dag (Anon. 2011a).

Det er gjort flere vurderinger av hvor store innslag av utsatt fisk eller rømt oppdrettslaks som tåles av ville bestander (Hindar & Diserud 2007). Blant annet er det gjort forsøk på å sette grenseverdier for andelen immigranter (Grant 1997; Tufto 2001) eller antallet immigranter (Ryman m.fl. 1995) som en bestand tåler før dens genetiske integritet eller levedyktighet kompromitteres. Disse tilnærmingene kan knyttes til vurderinger av balansen mellom immigrasjon og lokal seleksjon, der andelen immigranter spiller inn (Tufto 2001), eller til vurderinger av balansen mellom immigrasjon og genetisk drift (tilfeldige endringer i genetisk sammensetning), der antallet immigranter spiller inn (Ryman 1991; Ryman m.fl. 1995). Foreløpige vurderinger tyder på at genstrømmen fra oppdrettslaks til villaks i mange elver er for høy til at villaksen kan opprettholde sin genetiske integritet (Ryman m.fl. 1995; Tufto 2001; Tufto & Hindar 2003).

I NINA har vi de siste årene jobbet med en modell for hvordan rømt oppdrettslaks påvirker villaksbestander. Modellen kombinerer informasjon om andelen rømt oppdrettslaks i bestanden med data på oppdrettslaksens relative suksess i konkurranse med villaks, slik den er målt i kontrollerte forsøk i Imsa i Rogaland (Fleming m.fl. 2000) og Burrishoole i Irland (McGinnity m.fl. 2003). Modellen beregner sammensetningen av bestanden (villaksavkom, oppdrettslaksavkom og hybrider) på ulike livsstadier gjennom en forenklet livssyklus for en laksebestand, og framskriver under gitte betingelser resultatet over mange laksegenerasjoner (Hindar m.fl. 2006; Hindar & Diserud 2007). Prediksjoner fra modellen tilsier at det allerede kan være mange laks i naturen som – til tross for at de ser ville ut – ikke har sitt opphav i den lokale villaksstammen, men er krysninger mellom villaks og oppdrettslaks og i noen tilfeller forvillete etterkommere av oppdrettslaks.

I NINA Rapport 622 (Diserud m.fl. 2010) har vi brukt gjennomsnittlig prosentandel rømt oppdrettslaks i ti ulike regioner i Norge til å beregne graden av påvirkning i dag (etter gyting 2009) og i framtiden på en regional skala. Påvirkningen er en funksjon av innslaget av rømt oppdrettslaks i hver region for årene 1989-2009.

I denne rapporten har vi beregnet prosentandel rømt oppdrettslaks for de enkeltbestandene av villaks som vi har tilstrekkelig kunnskap om gjennom perioden 1989-2009. Vi har kombinert data fra elv og region, og fra registreringer sommer og høst, til å beregne en *årsprosent* rømt oppdrettslaks for hvert av disse årene for 99 laksebestander. I disse bestandene har vi gjort modellberegninger av restbestanden av villaks etter gyting i 2009, og laget en kartbasert framstilling av resultatene på samme måte som for regioner i NINA Rapport 622 (Diserud m.fl. 2010). I denne rapporten beregner vi også en *gjennomsnittlig årsprosent* rømt oppdrettslaks i bestanden over tidsperioden 1989-2009.

Metoden vi har brukt gjør det mulig å kategorisere 99 laksebestander med hensyn til påvirkning fra rømt oppdrettslaks. Laksebestandene vi har kategorisert representerer om lag tre fjerdedeler av villaksproduksjonen i Norge.

## 2 Kategorier for påvirkning fra rømt oppdrettslaks

Her foreslår vi hvordan laksebestander som er påvirket av rømt oppdrettslaks kan kategoriseres. Vi tar utgangspunkt i beregninger av prosentandelen rømt oppdrettslaks i gytebestanden over tid. Vi inkluderer informasjon om den relative suksessen til rømt oppdrettslaks og deres avkom i naturen, og bruker en simuleringsmodell til å framskrive endringer i sammensetningen av villaks, forvillet oppdrettslaks, eller en blanding av de to (hybrider). Graden av truet knyttes til modellframskrivning av restandelen (%) villaks i bestanden, modellert etter mønster fra Hindar m.fl. (2006) og Hindar & Diserud (2007), og som beregnet for ti regioner i Norge av Diserud m.fl. (2010).

Restandelen villaks er en beregnet størrelse som varierer med årlig prosentandel rømt oppdrettslaks i gytebestanden, hvilket tidsrom påvirkningen måles over (antall år og laksegenerasjoner), og i hvilken grad naturlig seleksjon motvirker effekten av rømt oppdrettslaks i bestanden. Dess høyere prosentandel rømt oppdrettslaks det er i bestanden, jo raskere reduseres restandelen villaks. Over lengre tidsrom vil samme gjennomsnittandel rømt oppdrettslaks kunne gi en lavere restandel villaks. På lang sikt oppstår det en bestandssammensetning der immigrasjonsraten av rømt oppdrettslaks (som simulert fra eksperimentelle data) er i balanse med seleksjonen mot oppdrettsavkom i naturen (som simulert fra eksperimentelle resultater i Imsa og Burrishoole). Der prosentandelen rømt oppdrettslaks i bestanden er høyest, ser det ut til at balansepunktet er en restandel villaks nær 0, som vil si at den opprinnelige villaksbestanden er fortrengt av en blanding av villaks og oppdrettslaks, samt forvillet oppdrettslaks (Diserud m.fl. 2010).

Kontrollerte forsøk i naturlige vassdrag i Norge (Imsa; Fleming m.fl. 2000) og Irland (Burrishoole; McGinnity m.fl. 1997; 2003) viser at avkom av oppdrettslaks i naturen er forskjellig fra avkom av villfisk, både i første og andre generasjon etter gyting. Effektene av gjentatt innkrysning er derfor kumulative (McGinnity m.fl. 2003; Araki m.fl. 2009). Forsøk med tilbakekrysning mellom oppdrettslaks og to villaksbestander i Canada antyder at minst tre generasjoner med tilbakekrysning er nødvendig for at naturlig seleksjon skal kunne gjenopprette en genetisk sammensetning som gir økologiske egenskaper lik den lokale villaksbestanden (Fraser m.fl. 2010).

Vi har beregnet restandelen villaks blant den tilbakevandrende gytefisken etter gyting i 2009 for en rekke vassdrag i Norge. Bare vassdrag som har eller har hatt en selvreproduserende bestand av laks blir kategorisert.

### **Kategori 1: Kritisk truet eller tapt bestand**

*Beskrivelse: Vassdrag hvor bestanden har høy sannsynlighet for å gå tapt på grunn av påvirkning fra rømt oppdrettslaks.*

Kategorien gjelder sannsynlighet for tap av opprinnelig bestand i naturen, dvs det tas ikke hensyn til om bestanden er midlertidig sikret i et anlegg (for eksempel i genbank). Bestanden kategoriseres som tapt når gytebestanden ikke har naturlig reproduksjon av opprinnelig stamme. Bestanden kategoriseres som kritisk truet når beregnet andel villaks i bestanden er under 25 %. Dette tilsvarer etter vår modellering en gjennomsnittlig årlig prosentandel rømt oppdrettslaks i bestanden på over 35 % for de 21 årene 1989-2009, gitt en relativ suksess til rømt oppdrettslaks og deres avkom i naturen lik gjennomsnittsverdiene fra Imsa (Fleming m.fl. 2000) og Burrishoole i Irland (McGinnity m.fl. 2003). Ved så høye innslag av rømt oppdrettslaks er det mulig at også rekrutteringen i bestanden avtar (Fleming m.fl. 2000; McGinnity m.fl. 2009).

Vi foreslår at en bestand ikke kategoriseres som tapt bare ut fra modellering av effekten av rømt oppdrettslaks, og at begrepet tapt kun brukes der genetisk analyse tilsier at det ikke lenger finnes individer fra den opprinnelige, lokale bestanden. I vassdrag hvor det blir reetablert en laksebestand, for eksempel ved utsetting av fisk fra genbanken eller med fisk av annen opprin-

nelse, bør bestanden kategoriseres som tapt med mindre det er brukt stedegen stamme til re-etableringen.

### ***Kategori 2: Truet bestand***

Beskrivelse: *Vassdrag hvor bestanden har høy sannsynlighet for genetisk endring på grunn av påvirkning fra rømt oppdrettslaks.*

Bestanden er utsatt for raske endringer i bestandssammensetning vekk fra den opprinnelige, lokale villaksstammen. Innslaget av rømt oppdrettslaks er så høyt at beregnet restandel villaks i bestanden er 25-50 %. Dette tilsvarer etter vår modellering en gjennomsnittlig årlig prosentandel rømt oppdrettslaks i bestanden på 20-35 % for årene 1989-2009.

### ***Kategori 3: Sårbar bestand***

Beskrivelse: *Vassdrag hvor bestanden er i ferd med å bli truet av rømt oppdrettslaks.*

Innslaget av rømt oppdrettslaks i gytebestanden er så høyt (eller har vedvart så lenge) at den beregnede restandelen villaks i bestanden er 50 - 75 %. Dette tilsvarer etter vår modellering en gjennomsnittlig årlig prosentandel rømt oppdrettslaks i bestanden på 8,7-20 % for årene 1989-2009.

### ***Kategori 4: Hensynskrevende bestand***

Beskrivelse: *Vassdrag hvor bestanden er i ferd med å bli genetisk endret av rømt oppdrettslaks.*

Innslaget av rømt oppdrettslaks i gytebestanden er så høyt (eller har vedvart så lenge) at den beregnede andelen villaks i bestanden er 75 - 90 %. Dette tilsvarer etter vår modellering en gjennomsnittlig årlig prosentandel rømt oppdrettslaks i bestanden på 3,3-8,7 % for årene 1989-2009.

### ***Kategori 5: God bestandsstatus***

Beskrivelse: *Vassdrag som er lite påvirket i dag, men der økning av påvirkningen eller vedvarende påvirkning fra rømt oppdrettslaks kan medføre plassering i lavere kategori.*

Dette er vassdrag som har vært påvirket av lave nivåer rømt oppdrettslaks over tid, og som kan havne i lavere kategorier hvis det ikke tas spesielle hensyn. Beregnet restandel villaks i bestanden er 90 - 95 %. Dette tilsvarer etter vår modellering en gjennomsnittlig årlig prosentandel rømt oppdrettslaks i bestanden på 1,6-3,3 % for årene 1989-2009. Vi har satt grensen for *God* lavere enn gjennomsnittlig feilvandringsrate i studier av villaksbestander, som Stabell (1984) beregnet til om lag 4 %.

### ***Kategori 6: Svært god bestandsstatus***

Beskrivelse: *Vassdrag med naturlig bestand som er svært lite påvirket av rømt oppdrettslaks i dag og som ikke ansees hensynskrevende ut fra en vurdering av effekten av rømt oppdrettslaks.*

Beregnet restandel villaks i bestanden er >95 %. Dette tilsvarer etter vår modellering en gjennomsnittlig årlig prosentandel rømt oppdrettslaks i bestanden på <1,6 % for årene 1989-2009.

### **Kode X: Usikker kategoriplassering**

Beskrivelse: *Vassdrag der villaksbestanden og forekomsten av rømt oppdrettslaks ikke er kjent.*

I **vedlegg 1** er 99 vassdrag foreslått kategorisert etter denne skalaen for restandel (%) villfisk som kommer tilbake til elva etter gyting 2009. Vassdrag som har færre en fire år med registreringer av rømt oppdrettslaks, er i **vedlegg 1** foreslått kategorisert etter de regionale vurderingene som ble gjort i NINA Rapport 622 (Diserud m.fl. 2010).

For vassdrag hvor estimert årsprosent rømt oppdrettslaks varierer mye fra år til år vil modellert restandel villaks kunne vise sykliske svingninger som følger generasjonstiden. Kategorisering etter restandel villaks et gitt år (2009) vil da bli tilsvarende usikker, så i de tilfellene foreslår vi å legge mer vekt på gjennomsnittlig årsprosent rømt oppdrettslaks ved kategoriseringen.

Vitenskapsrådet for laksefisk (Anon. 2011b) foreslo at en kvalitetsnorm for genetisk integritet skulle baseres på gjennomsnittlig innslag av rømt oppdrettsfisk i bestandene, der årlig innslag er beregnet ut fra et gjennomsnitt av prosentandel rømt oppdrettslaks i sportsfisket om sommeren og i en høstprøve før gyting (*årsprosent*; Diserud m.fl. 2010). Vitenskapsrådet foreslo et sett av kvalitetsnormer med klasser (svært dårlig, dårlig, moderat, god, svært god) som ligger nær kategoriene vi har brukt over (med unntak av at vi istedenfor 'svært dårlig', har to kategorier: 'truet' og 'kritisk truet eller tapt'), og med omtrent samme grenseverdier. Havforskningsinstituttet har i sin risikovurdering av norsk fiskeoppdrett foreslått et lavere antall klasser (henholdsvis Lav, Moderat og Høy sannsynlighet for varige genetiske endringer) og å legge vekt på andelen rømt oppdrettslaks i stikkprøver tatt om høsten de tre siste årene (Taranger m.fl. 2011).

### 3 Materiale og metoder

I undersøkelsene som er utført i regi av NINA fra og med 1989 til og med 2009 (Anon. 2011a) er det undersøkt innslag av rømt oppdrettslaks blant tilsammen 207 183 individer fra sportsfisket om sommeren (989 stikkprøver med 20 eller flere individer) og blant 47 589 individer fra prøvefisket om høsten (749 stikkprøver med 20 eller flere individer; Peder Fiske, NINA). Skjellprøvematerialet som ligger til grunn er analysert av NINA (Fiske m.fl. 2001; 2006), Rådgivende Biologer (se for eksempel Urdal 2009a,b,c), Veterinærinstituttet og Finnish Game and Fisheries Research Institute (Erkinaro m.fl. 2010).

Ingen elver har komplette tidsserier fra 1989 til 2009 for andeler rømt oppdrettsfisk både i sommer- og høstfangstene. For å kunne benytte modellen til å beregne villaksbestandens sammensetning ("Vill", "Hybrid" eller "Forvillet"; Hindar m.fl. 2006) trenger vi derfor å utvikle en metode for å estimere andelen rømt laks i gytebestanden for en gitt elv de årene det mangler observasjoner.

Vi presenterer her to forskjellige metoder for å beregne andelen rømt fisk i gytebestanden: Den ene, *årsprosent* ('incidence'; Fiske m.fl. 2006), er beregnet fra gjennomsnittet av andelen rømt oppdrettslaks i sommer- og høstfangstene eller fra kun én av dem med en modell (Diserud m.fl. 2010). Den andre, *høstprosent*, baserer seg kun på høstfangstene. Vi trenger dermed å fylle hullene i de elvevise tidsseriene både for *årsprosent* og for *høstprosent*. Estimeringen av andel rømt oppdrettsfisk i gytebestanden for én elv i et gitt år vil kort fortalt baseres på å sammenligne hvordan elva, de årene vi har observasjoner, ligger an i forhold til de regionvise tidsseriene (Diserud m.fl. 2010) og så foreta en tilsvarende korrigering fra den regionvise prosentandelen de årene vi ikke har observasjoner.

Estimeringsprosedyren for en gitt elv blir dermed:

1. Beregn den regionvise tidsserien for elvas region, basert på alle elver med observasjoner unntatt den elva vi skal komplementere. Siden estimeringen for år uten observasjoner for en gitt elv baseres på "alle andre elver" må elva også ekskluderes de årene vi sammenligner faktiske observasjoner med regionen. Dette medfører at regionseriene som presenteres her vil avvike litt fra de regionseriene som oppgis i Diserud m.fl. (2010).
2. Beregn gjennomsnittlig andel rømt oppdrettslaks for hele perioden for både region (uten elv) og elv. Korreksjonsfaktoren  $KF$  mellom region og elv blir da  $KF = \text{Elvesnitt} / \text{Regionsnitt}$ .
3. De årene hvor vi ikke har observasjoner av andel rømt fisk for elv, estimeres da ved regionandel multiplisert med korreksjonsfaktoren  $KF$ .
4. Vi har dermed en komplett tidsserie med andel rømt oppdrettslaks i bestanden for alle elver fra 1989 til 2009. Denne tidsserien vil være en blanding av faktiske observasjoner og estimerte andeler basert på regionens andre elver med observasjoner disse årene. Den beregnede gjennomsnittlige andelen rømt oppdrettslaks for elver med svært få observasjoner blir svært usikker, så for disse elvene vil det være bedre å henvise til de regionvise seriene i Diserud m.fl. (2010). Vi har her satt en grense ved 4 år med observasjoner for de elvene vi presenterer enkeltvis.

Dataene og beregningene gir da grunnlag for å lage tidsserier for innslag av rømt oppdrettslaks i perioden 1989-2009 for 99 elver basert på *årsprosent*, og for 66 elver basert på *høstprosent*. Ideelt sett er det innslaget av rømt oppdrettslaks i gytebestanden vi er interessert i, siden vi modellerer effekten av innkrysning av rømt oppdrettslaks i villaksbestandene. *Høstprosent* burde da være bedre enn *årsprosent* (siden en betydelig del av oppdrettslaksen vandrer sent opp i elvene), men siden *årsprosent* er basert på flere observasjoner (både flere elver og flere individer pr prøve, noe som reduserer den tilfeldige variasjonen knyttet til innsamling) er det beregninger basert på tidsseriene for *årsprosent* vi presenterer i figurene i denne rapporten.

Beregningene fra tidsseriene med andeler rømt oppdrettslaks fra hver elv er utført ved å bruke modellen til Hindar m.fl. (2006) for hvordan bestandssammensetningen endrer seg som følge av innkryssning av rømt oppdrettslaks. I modellen antas det at halvparten av den rømte oppdrettslaksen rømte tidlig i sjøfasen, og resten sent i livet. Den første gruppen antas å ha samme gytesuksess som anleggsprodusert laks utsatt som smolt, mens den andre antas å ha en gytesuksess som fisk som er tatt rett fra en oppdrettsmerd. Overlevelsene til avkom av henholdsvis villaks, oppdrettslaks og deres kryssninger antas å være lik gjennomsnittene av de som ble målt i et eksperiment gjennom en hel livssyklus fra gyting til gyting i lmsa (Fleming m.fl. 2000) og i tre årsklasser av laks i Burrishoole i Irland, der relativ suksess ble sammenliknet fra befruktet rogn til tilbakevandrende voksen fisk i to generasjoner (McGinnity m.fl. 2003). I den første generasjonen etter gyting mellom villaks og rømt oppdrettslaks, produseres rene villaksavkom (*Vill*), rene oppdrettsavkom (*Forvillet*) og kryssninger mellom de to (*Hybrid*, som forventes å ha 50 % av arvematerialet fra villaks og 50 % av arvematerialet fra oppdrettslaks). I neste generasjon produseres også tilbakekryssninger til villfisk (dvs avkom av en førstegenerasjons-hybrid og en villaks, som i gjennomsnitt har 75 % av arvematerialet fra villaks, sett over mange gener), tilbakekryssninger til oppdrettslaks (dvs avkom av en førstegenerasjons-hybrid og en oppdrettslaks, som har i snitt 25 % av arvematerialet fra villaks) og andregenerasjonskryssninger (dvs avkom av to hybrider og som i snitt har 50 % av arvematerialet fra villaks, med stor variasjon mellom gener). For å holde antallet grupper i modellen på et akseptabelt nivå, har vi plassert halvparten av tilbakekryssningene i gruppen *Hybrid*, og den andre halvparten i gruppen *Vill* eller gruppen *Forvillet*, alt etter som de er tilbakekrysset til villaks eller oppdrettslaks. Andregenerasjons-hybrider har vi plassert i gruppen *Hybrid*. Over tid blir gruppen *Vill* bestående av laks med forventet 75-100 % av genene fra den opprinnelige ville laksebestanden, gruppen *Hybrid* består av laks med forventet 25-75 % av genene fra den opprinnelige ville laksebestanden og gruppen *Forvillet* består av fisk med forventet 0-25 % genene fra den opprinnelige ville laksebestanden (*Forvillet*). Beregningene og bruken av modellen er forklart i detalj av Hindar & Diserud (2007).

Forslag til kategori plassering av alle elver med fire eller flere år med observert prosentandel rømt oppdrettsfisk i tidsrommet 1989-2009 er gitt i **vedlegg 1**. Prosedyren beskrevet over er fulgt slavisk, med noen få unntak:

- Vi har fjernet høstprøvene fra Oselva (vassdragsnummer 105.Z) på grunn av usikkerhet om representativitet.
- Noen ganger estimeres en prosentandel høyere enn 100 % (regionsandel  $\times KF$ )  $\rightarrow$  vi har da satt andelen til 100 %.
- For Finnmark starter simuleringene i 1990 siden vi ikke har noen høstprøver fra 1989 i fylket.
- For Troms i 1995 har vi kun høst-observasjon fra Salangselva (191.Z) bestående av 18 fisk, hvorav 39 % var rømt oppdrettslaks. Denne estimerte andelen aksepteres i beregningene selv om prøvestørrelsen er mindre enn 20.
- For Møre og Romsdal i 2005 har vi kun høst-observasjon fra Moaelva (107.3Z) med 7 fisk hvorav ingen (0 %) var oppdrettslaks. Denne andelen aksepteres i beregningene selv om prøvestørrelsen er liten.

Vår framgangsmåte for beregningene av tidsserier med prosentandeler rømt oppdrettslaks vil under bli illustrert i mer detalj for to elver, Numedalslågen og Målselv.

I **vedlegg 1** er alle elvene vi har gjort beregninger for, klassifisert etter den beregnede restandelen laks med opprinnelig vill bakgrunn (*Vill*) som kommer tilbake etter gyting i 2009, dvs. i 2013 når vi bruker 4 år som generasjonstid. Beregningene med *årsprosent* er utført for 99 elver, dvs. for de elvene der vi kan gjøre beregninger basert på fire eller flere år med observasjoner i elva. For de resterende elvene har vi gitt forslag til kategori plassering basert på regional restbestand villaks etter beregninger i NINA Rapport 622 (Diserud m.fl. 2010).

Basert på beregningene i **vedlegg 1** har vi gjort en kartframstilling av de 99 elvene der *årsprosent* er lagt til grunn for beregningene. Elvene er presentert med fargekode på kart etter sam-

me mønster som i NINA Rapport 622 (Diserud m.fl. 2010). Ingen farge (hvit) er brukt for de elvene der vi har færre enn fire år med observasjoner. De 99 elvene der vi har beregnet utviklingen basert på tidsserier med *årsprosent*, utgjør 23 % av de 439 elvene i Norge som det er satt gytebestandsmål for. Ser man på hvor stor andel gytebestandsmålene for disse 99 vassdragene utgjør av summen av gytebestandsmål for alle vassdragene, utgjør de 99 vassdragene 77 % av det totale gytebestandsmålet for 439 vassdrag. Vassdragene vi har med her representerer dermed størstedelen av lakseproduksjonen i Norge.

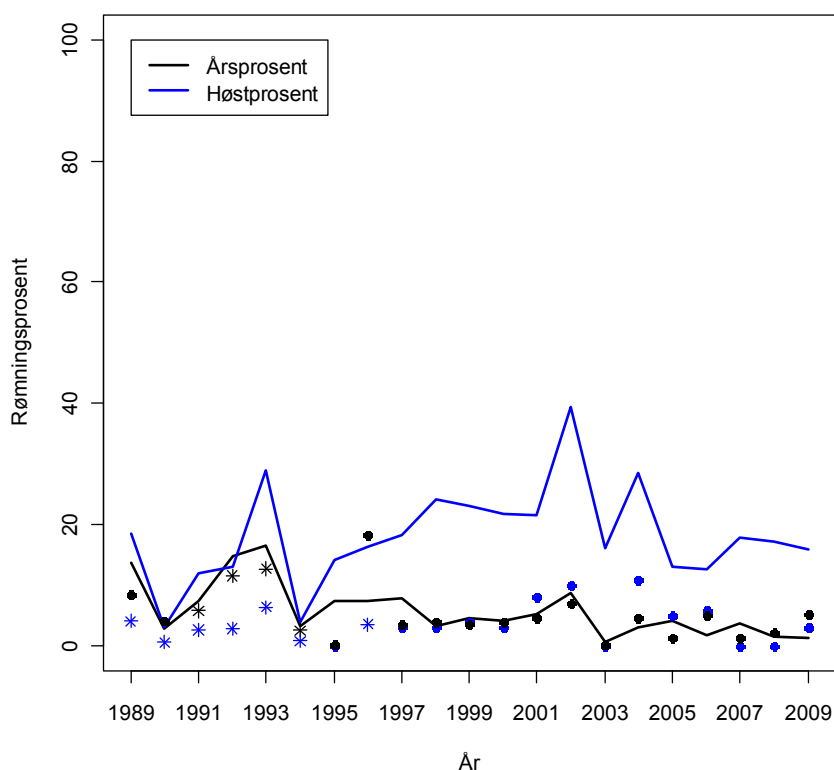
## 4 Resultater

### 4.1 To eksempler

Metoden for å beregne innslag av rømt oppdrettslaks i elv illustreres ved Numedalslågen (vassdragsnummer 015.Z) i region Øst-Norge og Målselva (vassdragsnummer 196.Z) i Troms.

#### **Numedalslågen**

Beregningene av prosentandelen rømt oppdrettslaks i Numedalslågen og den modellerte effekten på sammensetningen av gytebestanden i elva er vist i **figur 1** og **2** og **tabell 1**. I figur 1 angir svart farge *årsprosent* og blå farge angir *høstprosent* av rømt oppdrettslaks. Svart linje i figur 1 angir *regional årsprosent* mens den blå linja angir *regional høstprosent*, begge uten Numedalslågen. Observasjonene fra Numedalslågen er gitt ved fylte sirkler mens de estimerte prosentene ( $\text{Region} \times \text{KF}$ ) er gitt ved asterisker (stjerner). Figur 2 gir så resultatet fra modellkjøringen for Numedalslågen, hvor avstanden fra 0 opp til den underste svarte / blå linja angir prosentandelen av bestanden som kan regnes som *Vill*, avstanden mellom de underste og øverste svarte / blå linjene angir prosentandelen *Hybrid*, mens avstanden fra den øverste opp til 100 angir prosentandelen *Forvillet*. I Numedalslågen og andre elver med begrensede andeler rømt oppdrettslaks vil det være vanskelig å skille de øverste svarte / blå linjene fra 100 % linja (Figur 2), noe som indikerer at prosentandelen *Forvillet* er svært liten. Prosentandelene av *Vill*, *Hybrid* og *Forvillet* i Numedalslågen er også oppgitt i tabell 1, mens vedlegg 1 oppgir vårt forslag til trusselkategori basert på restandelen *Vill*.

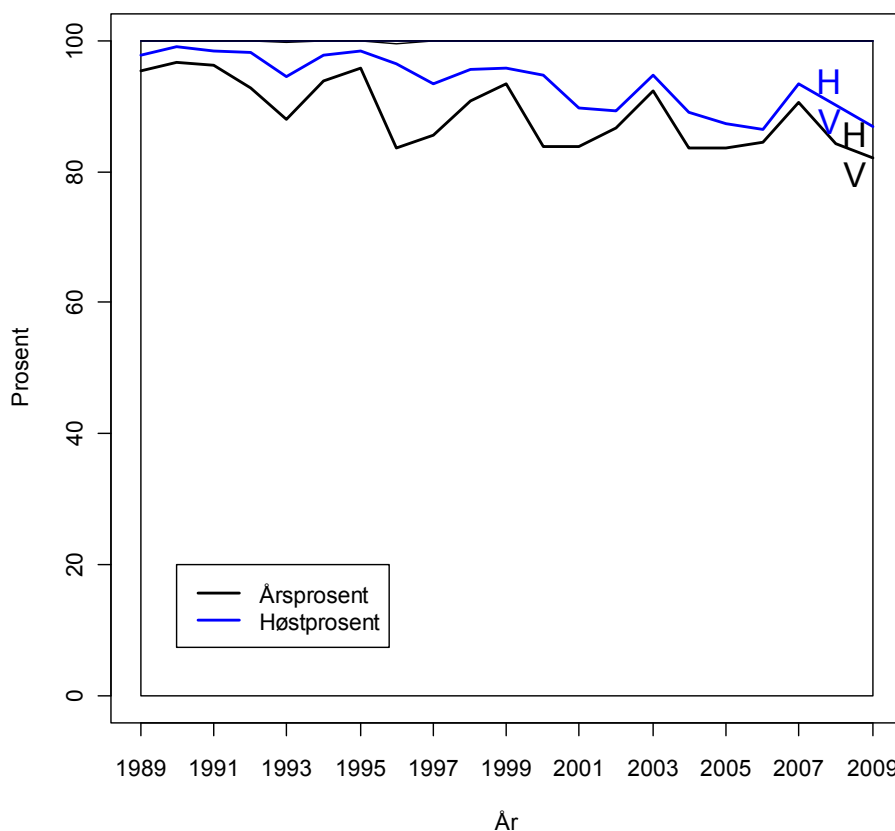


**Figur 1.** Observerte og beregnede prosentandeler rømt oppdrettslaks i Numedalslågen. Svart linje angir regional årsprosent og blå linje angir regional høstprosent for Øst-Norge, uten Numedalslågen. Observasjonene fra Numedalslågen er gitt ved fylte sirkler mens de estimerte prosentene ( $\text{Region} \times \text{KF}$ ) er gitt ved asterisker (svart for årsprosent og blå for høstprosent).



**Tabell 1.** Antall år med observasjoner av prosentandelen rømt oppdrettslaks i Numedalslågen (Hø = høst, og År = beregnet gjennomsnitt av sommer og høst), elvevis gjennomsnittsandel rømt oppdrettslaks (Elv.snitt; %) og beregnet prosentandel villaks (Vill), forvillet oppdrettslaks (Forvillet) og kryssninger (Hybrid) i bestanden etter gyting 2009 ved simuleringer med årsprosent og høstprosent. Ant. = antall år med observasjoner. KF = korreksjonsfaktor for forholdet mellom elvesnitt for Numedalslågen og regionsnitt for Øst-Norge uten Numedalslågen.

Vassdr.nr	Elv	Region	ÅH	Ant.	Elv.snitt	KF	Vill	Hybrid	Forvillet
015.Z	Numedalslågen	Øst-Norge	År	17	4,56	0,774	82,1	17,8	0,2
015.Z	Numedalslågen	Øst-Norge	Hø	14	4,00	0,221	86,8	13,1	0,1



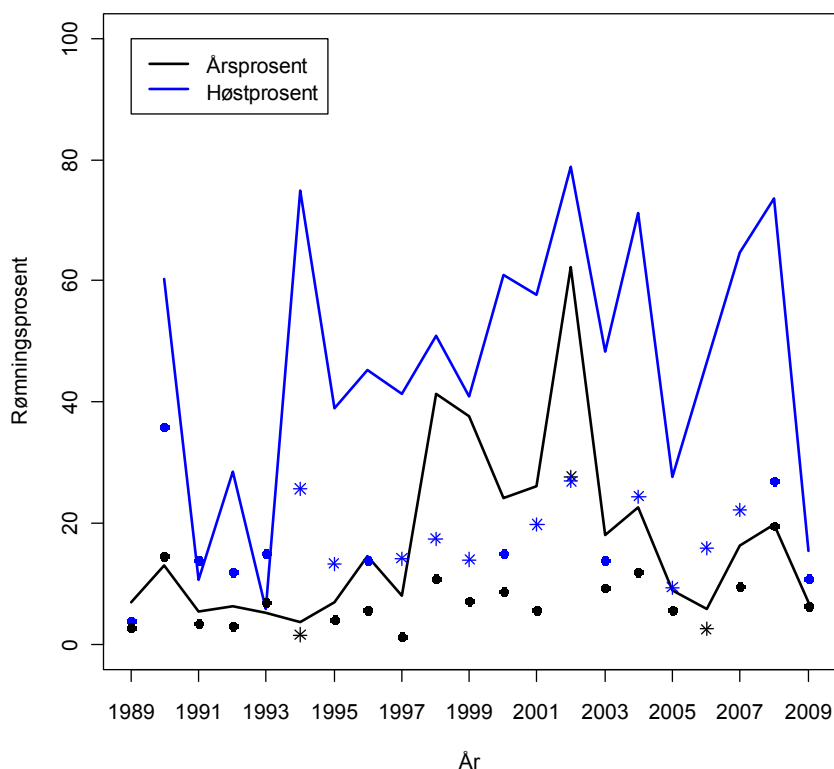
**Figur 2.** Beregnet sammensetning av gytebestanden som kommer tilbake til Numedalslågen etter gyting i hvert av de 21 årene 1989-2009, gitt gjennomsnittverdiene for den relative suksessen ('fitness') til rømt oppdrettslaks og deres avkom i naturen. Svart linje merket V/H viser prosenten villaks i bestanden ved simuleringer med årsprosent, mens blå linje merket V/H viser prosenten villaks ved simuleringer med høstprosent.

Den simulerte utviklingen i Numedalslågen i perioden 1989-2009 viser en restbestand av villaks etter gyting 2009 på mellom 82 % (beregnet med årsprosent) og 87 % (beregnet med høstprosent). Begge verdiene plasserer elvas laksebestand i kategorien *Hensynskrevende* (75 – 90 % restandel villaks). Den beregnede prosentandelen forvillet oppdrettslaks etter gyting i 2009 er svært lav – under 0,2 % uansett om årsprosent eller høstprosent legges til grunn i simuleringene. Numedalslågen er én blant et fåtall elver der prosentandelen rømt oppdrettslaks om høsten (4,0 % i gjennomsnitt over 14 år) er omtrent lik eller lavere enn beregnet gjennom-

snitt av rømt oppdrettslaks i høst- og sommerprøvene (4,6 % over 17 år). Numedalslågen har et lavere innslag av rømt oppdrettslaks enn region Øst-Norge uten Numedalslågen. Korreksjonsfaktorene er imidlertid svært forskjellige – henholdsvis 0,77 for *årsprosent* og 0,22 for *høstprosent*.

### Målselva

**Figur 3** og **4** og **tabell 2** oppsummerer beregningene av prosentandelen rømt oppdrettslaks i Målselva i Troms og den modellerte effekten på sammensetningen av gytebestanden i elva.

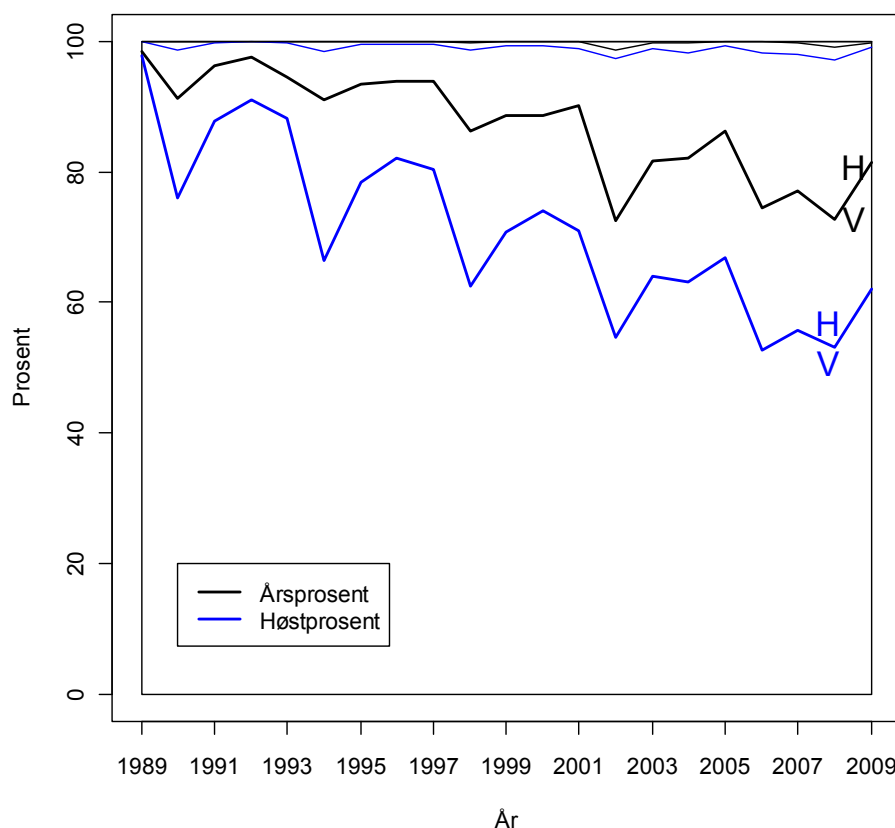


**Figur 3.** Observerte og beregnete prosentandeler rømt oppdrettslaks i Målselva. Svart linje angir regional årsprosent og blå linje angir regional høstprosent for Troms, uten Målselva. Observasjonene fra Målselva er gitt ved fylte sirkler mens de estimerte prosentene (Region x KF) er gitt ved asterisker (svart for årsprosent og blå for høstprosent).

Den simulerte utviklingen i Målselva i perioden 1989-2009 viser en restbestand av villaks etter gyting 2009 på mellom 81 % (beregnet med *årsprosent*) og 62 % (beregnet med *høstprosent*). Disse verdiene plasserer bestanden i én av kategoriene *Hensynskrevende* (75 – 90 % restandel villaks, beregnet med *årsprosent* som vi bruker her) eller *Sårbar* (50 – 75 % restandel villaks, beregnet med *høstprosent*). Igjen er den beregnete andelen forvillet oppdrettslaks etter gyting 2009 svært lav – under 1 % uansett beregningsmåte). Målselva likner flertallet av elver med en høyere prosentandel rømt oppdrettslaks om høsten (16,2 % i gjennomsnitt av 10 år) enn beregnet for gjennomsnittet av rømt oppdrettslaks i høst- og sommerprøvene (7,7 % i gjennomsnitt over 18 år). Målselva har en lavere andel rømt oppdrettslaks i stikkprøvene enn andre elver i Troms. Korreksjonsfaktoren for Målselva i forhold til regionen (Troms) er 0,44 for *årsprosent* og 0,34 for *høstprosent*. Det betyr at Målselva har i overkant av 1/3-del av den prosentandelen rømt oppdrettslaks som er vanlig i andre elver i Troms.

**Tabell 2.** Antall år med observasjoner av prosentandelen rømt oppdrettslaks i Målselva (Hø = høst, og År = beregnet gjennomsnitt av sommer og høst), elvevis gjennomsnittandel av rømt oppdrettslaks (%) og beregnet prosentandel villaks (Vill), forvillet oppdrettslaks (Forvillet) og kryssninger (Hybrid) i bestanden etter gyting 2009 ved simuleringer med årsprosent og høstprosent. Ant. = antall år med observasjoner. KF = korreksjonsfaktor for forholdet mellom elvesnitt for Målselv og regionsnitt for Troms uten Målselva.

Vassdr.nr	Elv	Region	ÅH	Ant.	Elv.snitt	KF	Vill	Hybrid	Forvillet
196.Z	Målselva	Troms	År	18	7,658	0,445	81,4	18,4	0,2
196.Z	Målselva	Troms	Hø	10	16,200	0,343	62,0	37,1	0,9



**Figur 4.** Beregnet sammensetning av gytebestanden som kommer tilbake til Målselva etter gyting i hvert av de 21 årene 1989-2009, gitt gjennomsnittverdiene for den relative suksessen ('fitness') til rømt oppdrettslaks og deres avkom i naturen. Svart linje merket V/H viser prosenten villaks i bestanden ved simuleringer med årsprosent, mens blå linje merket V/H viser prosenten villaks ved simuleringer med høstprosent.

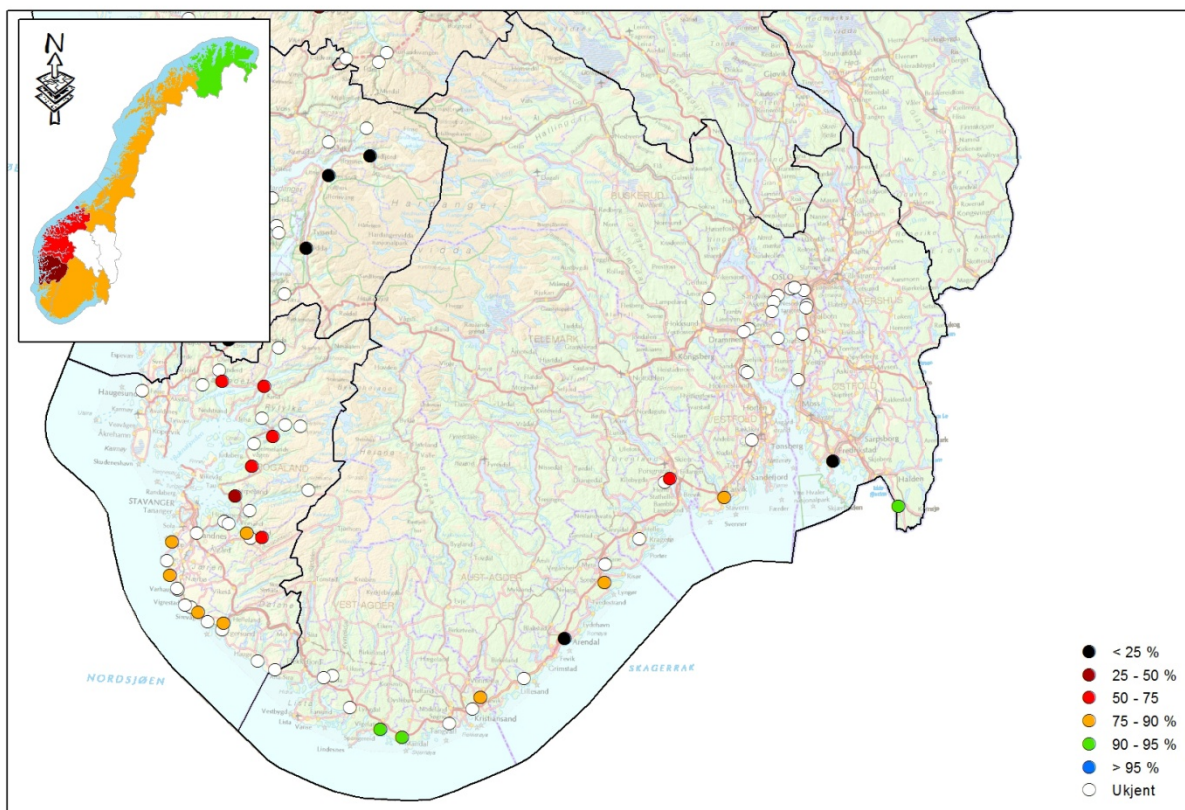
## 4.2 Beregning for 99 elver

Beregning av restbestanden av villaks, basert på fire eller flere år med observasjoner av rømt oppdrettslaks i perioden 1989-2009, kan gjøres for 99 vassdrag (**Figur 5-11**). Beregningene er basert på årsprosent i alle 99 vassdrag. Gjennomsnittlig årsprosent 1989-2009 samt forslag til kategoriplassering er vist i **vedlegg 1**.

I NINA Rapport 622 er disse gruppene illustrert med ulike fargekode, som også er fulgt i figurene her. Vi illustrerer restandelen (%) Vill med ulike fargekode for >95 % (Kategori 6 = Svært god), 90-95 % (Kategori 5 = God), 75-90 % (Kategori 4 = Hensynskrevende), 50-75 % (Kategori 3 = Sårbar), 25-50 % (Kategori 2 = Truet) og <25 % (Kategori 1 = Kritisk). I årlig prosentandel rømt oppdrettslaks i perioden 1989-2009 tilsvarer disse gruppene i gjennomsnitt over 21 år henholdsvis <1,6 %, 1,6 – 3,3 %, 3,3 – 8,7 %, 8,7-20 %, 20-35 % og >35 % (**vedlegg 1**).

Et liknende system blir fulgt av Vitenskapsrådet for lakseforvaltning (Anon. 2011b), med unntak av at de to siste gruppene er slått sammen og at grensen mellom God og Svært god av Vitenskapsrådet er satt til 97 % istedenfor 95 %.

### Øst-Norge og Rogaland



**Figur 5.** Modellering av sammensetningen av gytebestanden av laks i elver i Øst-Norge og Rogaland etter gyting i 2009, basert på årsprosenten for årene 1989-2009. Fargeskalaen angir beregnet %-andel gytefisk med villaksbakgrunn etter beregninger i Vedlegg 1. Elver med færre enn 4 år med observasjoner er vist med hvitt. Innsatt er regionale beregninger fra NINA Rapport 622 (Diserud m.fl. 2010).

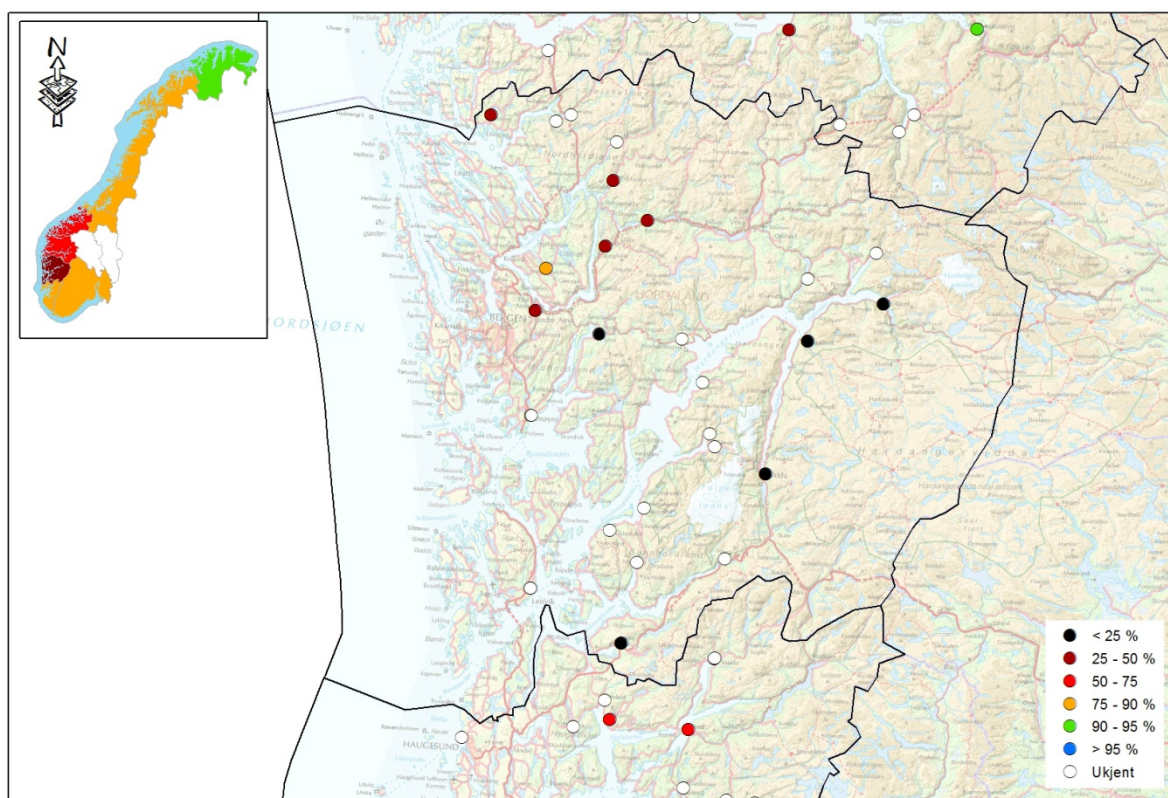
Både region Øst-Norge og Rogaland (**Figur 5**) har regionale, beregnede restandeler av villaks etter gyting i 2009 i overkant av 80 % (Diserud m.fl. 2010). Variasjonen rundt dette gjennomsnittet er imidlertid betydelig. Enningdalselva nær Halden har en beregnet restandel i intervallet 90 - 95 % (God). Glomma med Ågårdselva har en beregnet restandel på < 25 % (Kritisk), mens vi foreslår den kategorisert som *Truet* etter en vurdering av *gjennomsnittlig årsprosent* (**Vedlegg 1**). Flere av de tidligere sure vassdragene på Sørlandet, som nå er kalket, ser ut til å ha bygd opp laksebestander med forholdsvis lave oppdrettsinnslag. Disse reetablerte bestandene skal kategoriseres som *Tapt* som følge av at de døde ut som følge av forsurening. Det største laksevassdraget, Numedalslågen, ligger nær gjennomsnittet for regionen.



I Rogaland ser elvene på Jæren (fra Bjerkreimselva til Figgjo) ut til å greie seg bedre enn gjennomsnittet for regionen, mens elvene i Ryfylke har til dels betydelig lavere beregnede restandeler villaks.

Både i Øst-Norge og i Rogaland er det et betydelig antall elver som vi ikke har nok data fra til å beregne *årsprosent* etter vår metode (dvs observasjoner i 0-3 år). Gjennomsnittet for regionene (i overkant av 80 % restandeler villaks) kan da tjene som retningslinje for å vurdere bestander med lite kunnskap om rømt oppdrettslaks. De blir da tilhørende kategorien *Hensynskrevende* (75 – 90 % restandel villaks) etter de regionale beregningene.

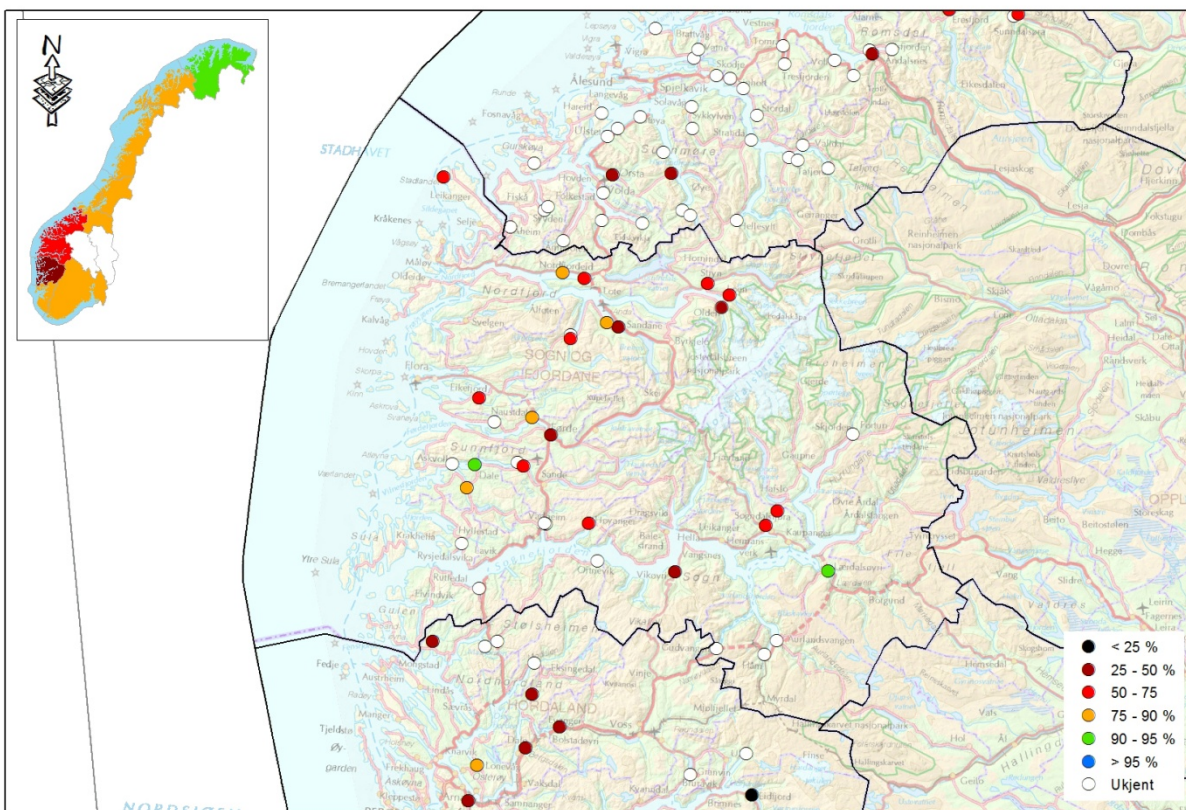
### Hordaland



**Figur 6.** Modellering av sammensetningen av gytebestanden av laks i elver i Hordaland etter gyting i 2009, basert på årsprosent for årene 1989-2009. Fargeskalaen angir beregnet %-andel gytefisk med villaksbakgrunn etter beregninger i Vedlegg 1. Elver med færre enn 4 år med observasjoner er vist med hvitt. Innsatt er regionale beregninger fra NINA Rapport 622 (Diserud m.fl. 2010).

I Hordaland (**Figur 6**) er den regionale restandelen av villaks etter gyting i 2009 beregnet til i 28 % (Diserud m.fl. 2010). Variasjonen rundt dette gjennomsnittet er stor, fra beregnede restandeler langt under 25 % (*Kritisk*) i indre Hardanger til 75 - 90 % (*Hensynskrevende*) i Loneelva på Osterøya. De største laksevassdragene i fylket, Etne og Vosso, ligger nær gjennomsnittet for regionen og kategoriseres som henholdsvis *Kritisk* og *Truet*.

## Sogn og Fjordane

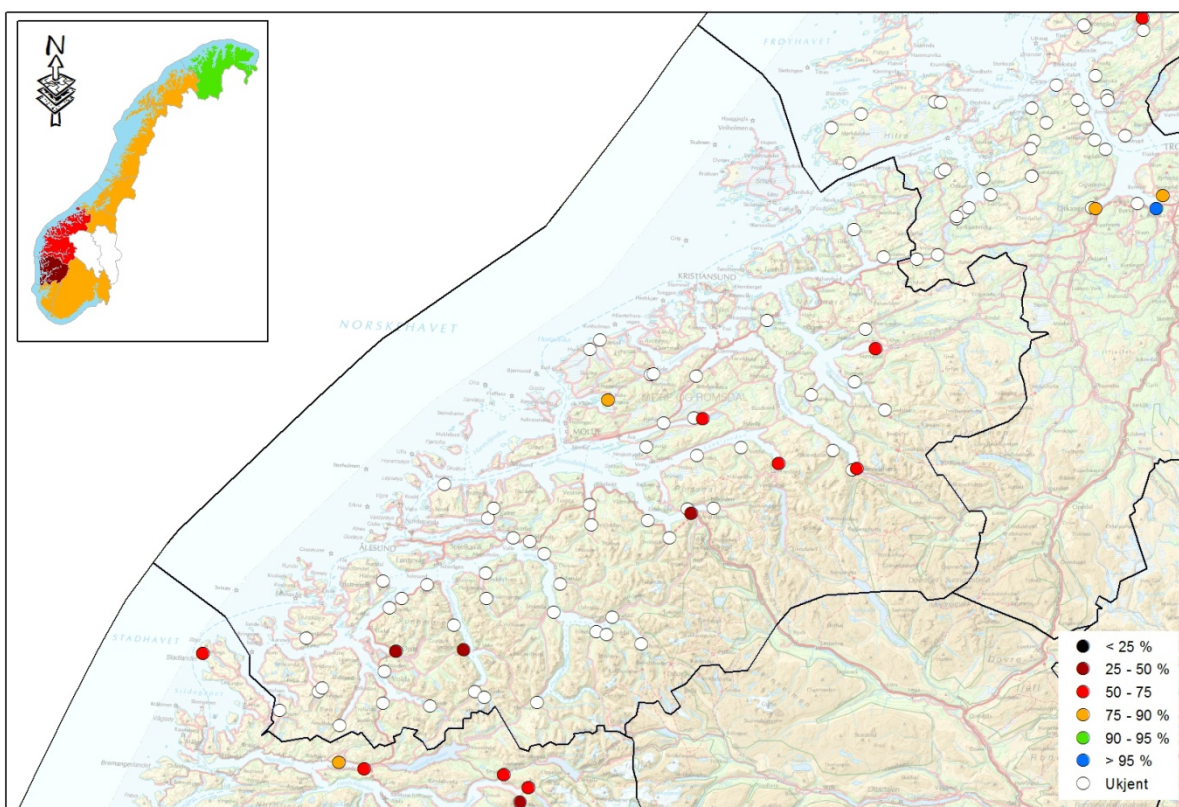


**Figur 7.** Modellering av sammensetningen av gytebestanden av laks i elver i Sogn og Fjordane etter gyting i 2009, basert på årsprosenten for årene 1989-2009. Fargeskalaen angir beregnet %-andel gytefisk med villaksbakgrunn etter beregninger i Vedlegg 1. Elver med færre enn 4 år med observasjoner er vist med hvitt. Innsatt er regionale beregninger fra NINA Rapport 622 (Diserud m.fl. 2010).

I Sogn og Fjordane (**Figur 7**) er den regionale restandelen av villaks etter gyting i 2009 beregnet til 70 % (Diserud m.fl. 2010). Lærdalselva og Dalselva i Dale har beregnede restandeler på 90 % eller mer (God), mens Jølstra og Gloppen ligger i intervallet 25 – 50 % (Truet). I Vikja har det foregått store smoltutsetninger, noe som gjør beregningene vanskelige der.



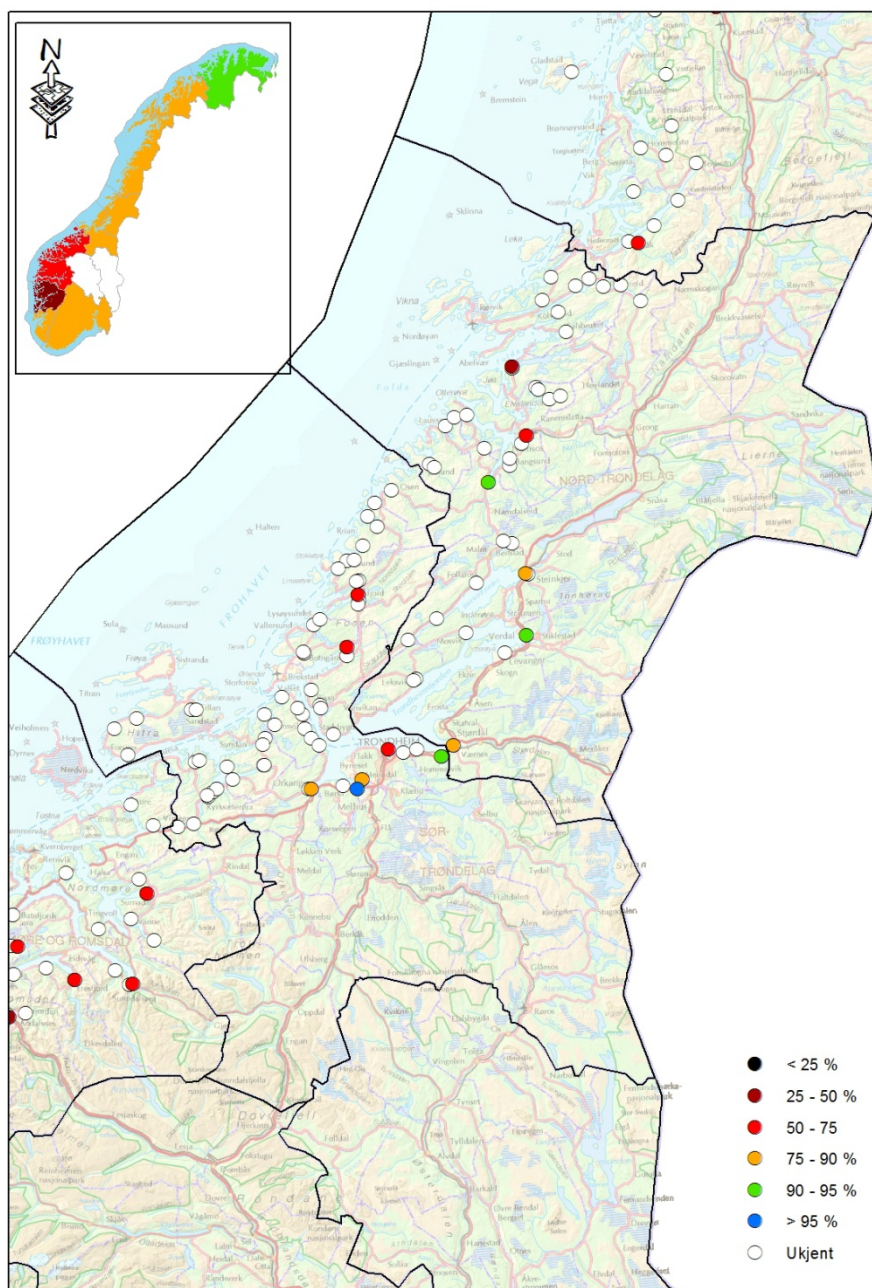
## Møre og Romsdal



**Figur 8.** Modellering av sammensetningen av gytebestanden av laks i elver i Møre og Romsdal etter gyting i 2009, basert på årsprosjenter for årene 1989-2009. Fargeskalaen angir beregnet %-andel gytefisk med villaksbakgrunn etter beregninger i Vedlegg 1. Elver med færre enn 4 år med observasjoner er vist med hvitt. Innsatt er regionale beregninger fra NINA Rapport 622 (Diserud m.fl. 2010).

I Møre og Romsdal (**Figur 8**) er den beregnede restandelen av villaks etter gyting i 2009 i overkant av 60 % (Diserud m.fl. 2010). Moaelva i Fræna kommune har en restandel beregnet til 75 - 90 % (*Hensynskrevende*) mens de største laksevassdragene i fylket ligger på eller under gjennomsnittet for regionen. Flere av disse vassdragene har hatt betydelige bestandsreduksjoner som følge av *Gyrodactylus salaris* (Rauma og Driva) eller også vassdragsregulering (Eira og Surna).

## Sør-Trøndelag og Nord-Trøndelag

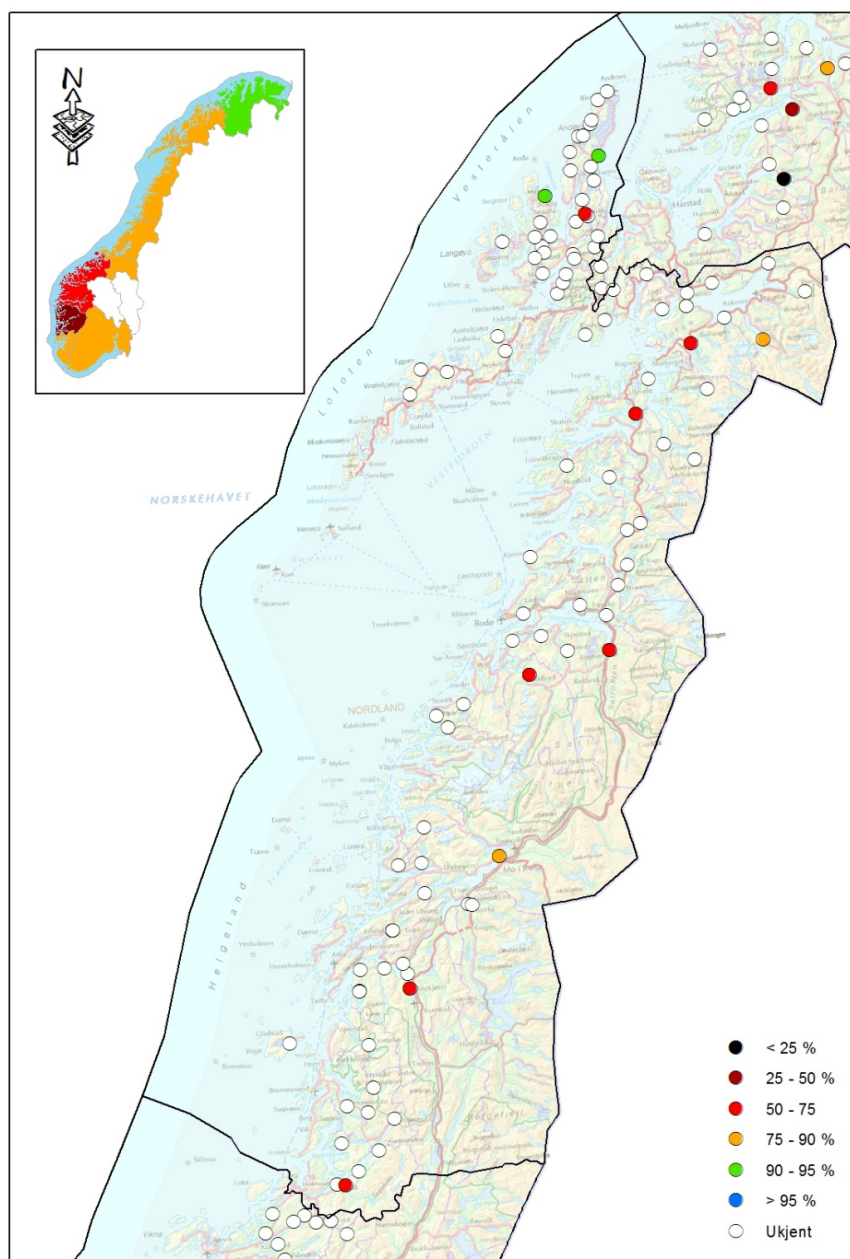


**Figur 9.** Modellering av sammensetningen av gytebestanden av laks i elver i Sør- og Nord-Trøndelag etter gyting i 2009, basert på årsprosenten for årene 1989-2009. Fargeskalaen angir beregnet %-andel gytefisk med villaksbakgrunn etter beregninger i Vedlegg 1. Elver med færre enn 4 år med observasjoner er vist med hvitt. Innsatt er regionale beregninger fra NINA Rapport 622 (Diserud m.fl. 2010).

I Trøndelagsfylkene (**Figur 9**) er de regionale restandelene villaks etter gyting 2009 beregnet til i overkant av 80 % (Diserud m.fl. 2010). I disse fylkene har elver i Trondheimsfjorden generelt høyere beregnede restandeler villaks enn elver utenfor Trondheimsfjorden. Dette ser også ut til å gjelde store vassdrag. De største vassdragene i fjorden (Gaula og Orkla) har beregnede restandeler i intervallet 75 – 90 % (Hensynskrevende) mens Namsen ligger i intervallet 50 - 75 % (Sårbar).



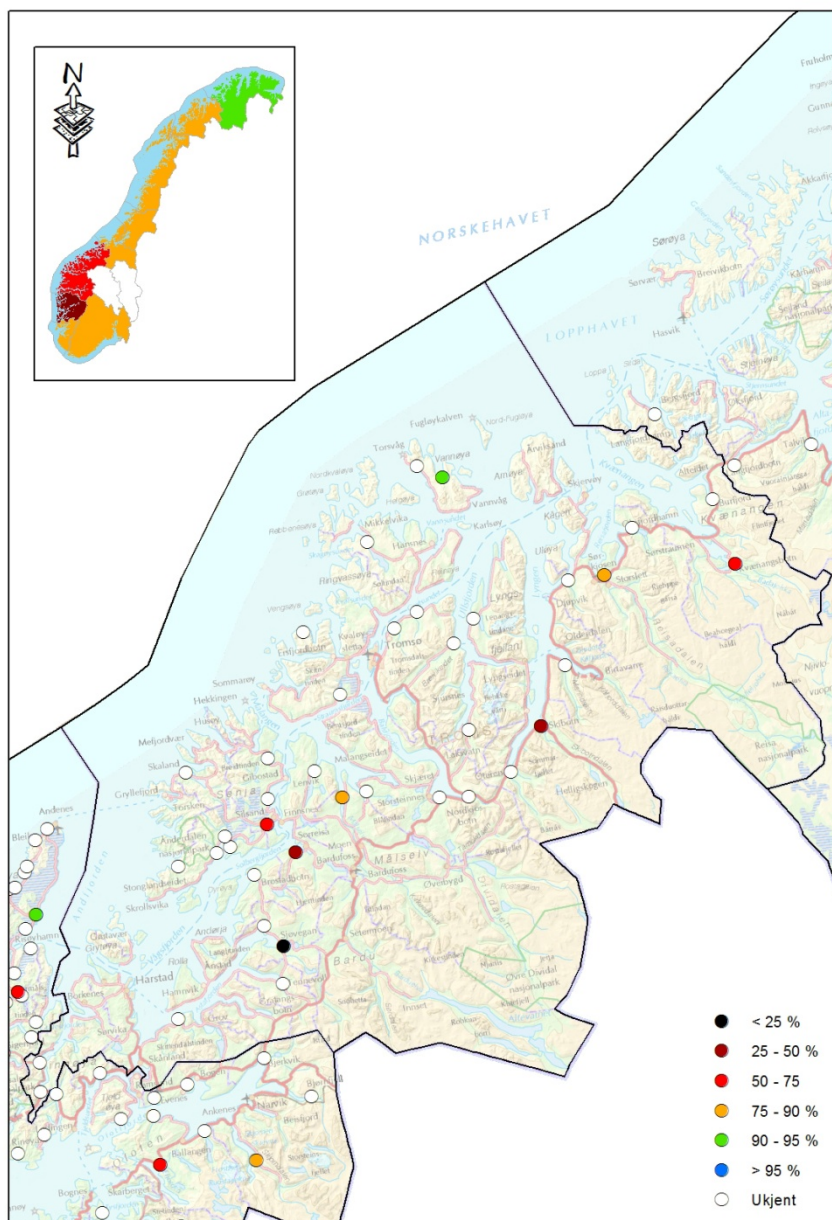
## Nordland



**Figur 10.** Modellering av sammensetningen av gytebestanden av laks i elver i Nordland etter gyting i 2009, basert på årsprosenten for årene 1989-2009. Fargeskalaen angir beregnet %-andel gytefisk med villaksbakgrunn etter beregninger i Vedlegg 1. Elver med færre enn 4 år med observasjoner er vist med hvitt. Innsatt er regionale beregninger fra NINA Rapport 622 (Diserud m.fl. 2010).

I Nordland (**Figur 10**) er den regionale restandelen villaks etter gyting 2009 beregnet til i overkant av 75 % (Diserud m.fl. 2010). Småelvene (og smålakselvene) Roksdalsvassdraget i Andøy kommune og Alsvågsvassdraget i Øksnes har beregnede restandeler av villaks på i overkant av 90 % (God). De største vassdragene i fylket (Saltdalsvassdraget, Vefsna og Rana) har beregnede restandeler villaks på 50 - 75 % (Sårbar, Saltdalselva og Vefsna) og 75 - 90 % (Hensynskrevende; Rana). Vefsna og Rana har hatt betydelig bestandsreduksjon på grunn av *Gyrodactylus salaris*.

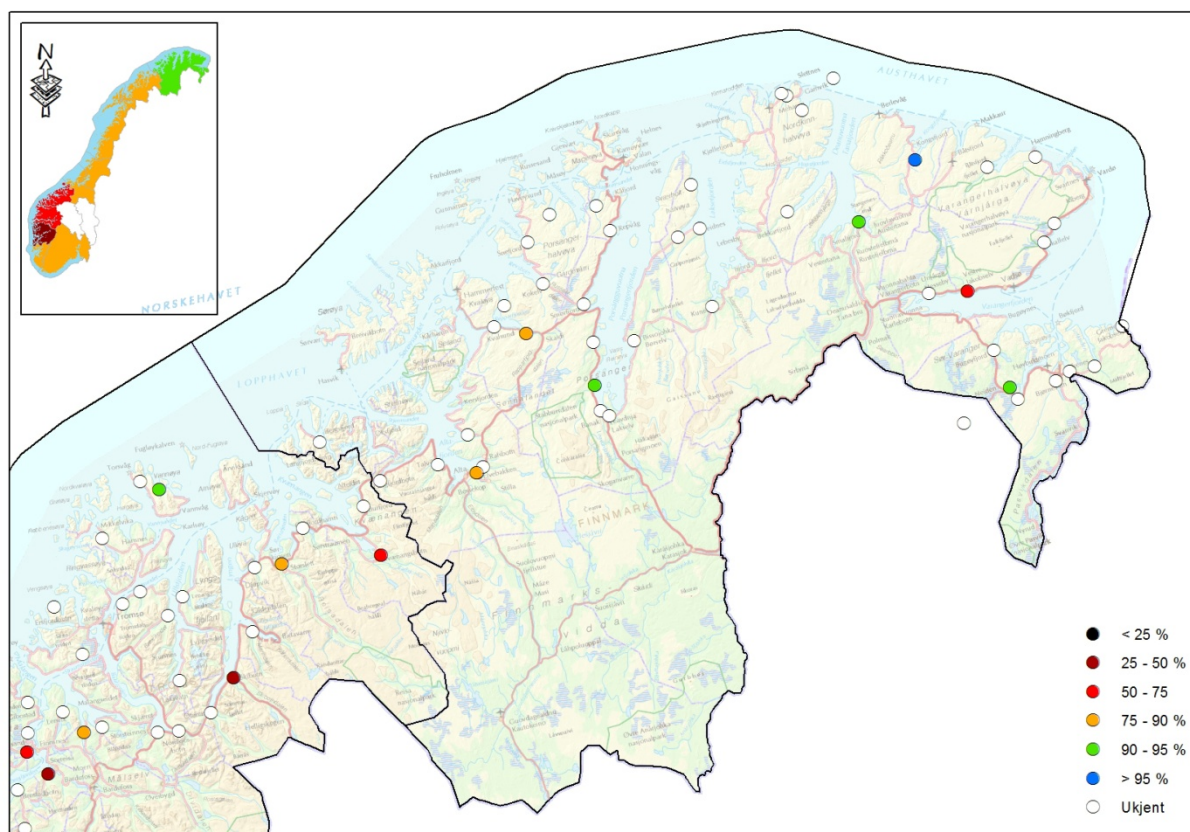
## Troms



**Figur 11.** Modellering av sammensetningen av gytebestanden av laks i elver i Troms etter gyting i 2009, basert på årsprosenten for årene 1989-2009. Fargeskalaen angir beregnet %-andel gytefisk med villaksbakgrunn etter beregninger i Vedlegg 1. Elver med færre enn 4 år med observasjoner er vist med hvitt. Innsatt er regionale beregninger fra NINA Rapport 622 (Diserud m.fl. 2010).

I Troms (**Figur 11**) er den regionale restandelen villaks etter gyting i 2009 beregnet til i overkant av 75 % (Diserud m.fl. 2010). Det er stor variasjon mellom elvene, fra Salangselva med en beregnet restandel på under 25 % (*Kritisk*) til Skipsfjordvassdraget med en beregnet restandel på over 90 % (*God*). De største vassdragene, Målselva og Reisaelva, har beregnede restandeler villaks i intervallet 75 - 90 % (*Hensynskrevende*). Skibotnelva (nær grensen for *Kritisk*) har hatt betydelig bestandsreduksjon på grunn av *Gyrodactylus salaris*.

## Finnmark



**Figur 12.** Modellering av sammensetningen av gytebestanden av laks i elver i Finnmark etter gyting i 2009, basert på årsprosjenter for årene 1989-2009. Fargeskalaen angir beregnet %-andel gytefisk med villaksbakgrunn etter beregninger i Vedlegg 1. Elver med færre enn 4 år med observasjoner er vist med hvitt. Innsatt er regionale beregninger fra NINA Rapport 622 (Diserud m.fl. 2010).

Finnmark (**Figur 12**) er det fylket som har den høyeste beregnede restandelen villaks etter gyting i 2009 med 93 % (Diserud m.fl. 2010). De elvene vi har beregninger fra ligger alle i overkant av 85 % restandel villaks etter gyting i 2009, med unntak av Vestre Jakobselv som ligger i intervallet 50 - 75 % (*Sårbar*). Kongsfjordelva har den høyeste verdien vi har beregnet med > 95 % restandel villaks etter gyting i 2009 (*Svært god*). I Tana er det beregnet en restandel på oppunder 95 % (*God*), og en ny publikasjon antyder at prosentandelen rømt oppdrettslaks i et meget stort materiale for sommersesongen er så lavt at restandelen villaks kan antas å være høyere enn dette (Erkinaro m.fl. 2010) og i samme kategori som Kongsfjordelva.

## 5 Diskusjon

Denne rapporten beskriver hvordan påvirkning fra rømt oppdrettslaks kan inkorporeres i vurderinger av villaksens bestandsstatus og foreslår en metode for kategorisering som blir anvendt på rundt 100 laksebestander i Norge. Problemstillingen representerer en utfordring fordi det ikke fins noe enkelt, internasjonalt kategoriseringssystem å støtte seg til. Den internasjonale naturvernunionen IUCN har utarbeidet retningslinjer for å vurdere trusler mot arter, blant annet på grunnlag av populasjonsdynamiske vurderinger av bestandsstørrelse og trender i denne. Samme system brukes av Artsdatabanken i Norge for trusselvurderinger på artsnivå. Direktoratet for naturforvaltning har i en årrekke kategorisert trusler mot laksebestander ved bruk av liknende systemer for erfarte eller potensielle endringer i laksebestandenes størrelse.

På gen-nivå er imidlertid bildet et annet. Til tross for at Biodiversitetskonvensjonen vektlegger genetisk diversitet som ett av tre sentrale nivåer for biodiversitet, er genetisk diversitet i liten grad behandlet i internasjonale policy-dokumenter (Laikre 2010), og i den grad genetisk diversitet overvåkes, er fokuset tap av variasjon i små bestander mens de genetiske effektene av utsettinger i svært liten grad en gjenstand for overvåking (Laikre m.fl. 2010).

Rømt oppdrettslaks representerer (til dels storstilt) utsettinger av fremmed laksestamme. Kontrollerte, fullskala forsøk med oppdrettslaks i en norsk og en irsk elv viser at rømt oppdrettslaks og deres avkom har negativ påvirkning på den lokale laksebestanden (Fleming m.fl. 2000; McGinnity m.fl. 2003). Omfattende eksperimenter med oppdrettslaks og to villaksbestander i Canada viser tilsvarende negative effekter (Fraser m.fl. 2010). Effektene er målbar som endrete økologiske egenskaper og endret bestandsstørrelse, og er synlige over flere generasjoner. Flere feltstudier viser genetiske endringer hos villaksbestander etter rømming av oppdrettslaks (Clifford m.fl. 1998a; 1998b; Crozier 1993; 2000; Skaala m.fl. 2006) og en langtidsstudie i en canadisk elv konkluderer med at rømt oppdrettslaks medfører tap av genetisk baserte, lokale tilpasninger (Bourret m.fl. 2011). Det er derfor påkrevd å inkludere påvirkning fra rømt oppdrettslaks i trusselvurderinger av villaksbestander.

Overvåkning av rømt oppdrettslaks i Norge ble påbegynt og satt i system på slutten av 1980-tallet (Gausen & Moen 1991; Lund m.fl. 1991). Denne overvåkingen har gitt grunnlag for å beregne andel rømt oppdrettslaks i en rekke villaksbestander over en 20-årsperiode (Fiske m.fl. 2006). Kombinert med de observerte 'fitness'-konsekvensene fra eksperimenter med oppdrettslaks i naturen, kan tidsrekker med beregnede innslag av rømt oppdrettslaks brukes til å predikere endringer i laksebestandens sammensetning som følge av vedvarende påvirkning fra rømt oppdrettslaks (Hindar m.fl. 2006). Dette gjøres med en simuleringmodell som gjør bruk av all informasjon som vi kan tallfeste (Hindar & Diserud 2007) og som kan gjøres på ulik geografisk og tidsmessig skala slik det har vært gjort for ti regioner i Norge (Diserud m.fl. 2010). Påvirkningen måles i simuleringsmodellen som utvikling i sammensetningen av laks med villaksbakgrunn (*Vill*), oppdrettsbakgrunn (*Forvillet*) og en blanding av de to (*Hybrid*).

Beregning av restbestanden av villaks gir grunnlag for å gruppere ulike bestander i hvor mye de er påvirket av rømt oppdrettslaks. I NINA Rapport 622 (Diserud m.fl. 2010) og i **figur 5-12** i denne rapporten har vi brukt registreringer av rømt oppdrettslaks i årene 1989-2009 til å modellere restbestanden av villaks som kommer tilbake etter gyting i 2009 (dvs i 2013 når vi bruker 4 år som generasjonstid). Denne restandelen er presentert med fargekoder etter hvor mange prosent av den tilsynelatende ville laksen som har villaksbakgrunn (*Vill*). Vi har brukt et forsiktig anslag for prosentandelen rømt oppdrettslaks i gytebestanden, siden vi for de 99 elvene baserer modelleringene på *årsprosent*, som er gjennomsnittet av andelen rømt oppdrettslaks i sportsfisket om sommeren og i en stikkprøve om høsten før gyting. I de 66 elvene der vi også har gjort beregninger med *høstprosent*, ser bildet med få unntak verre ut.

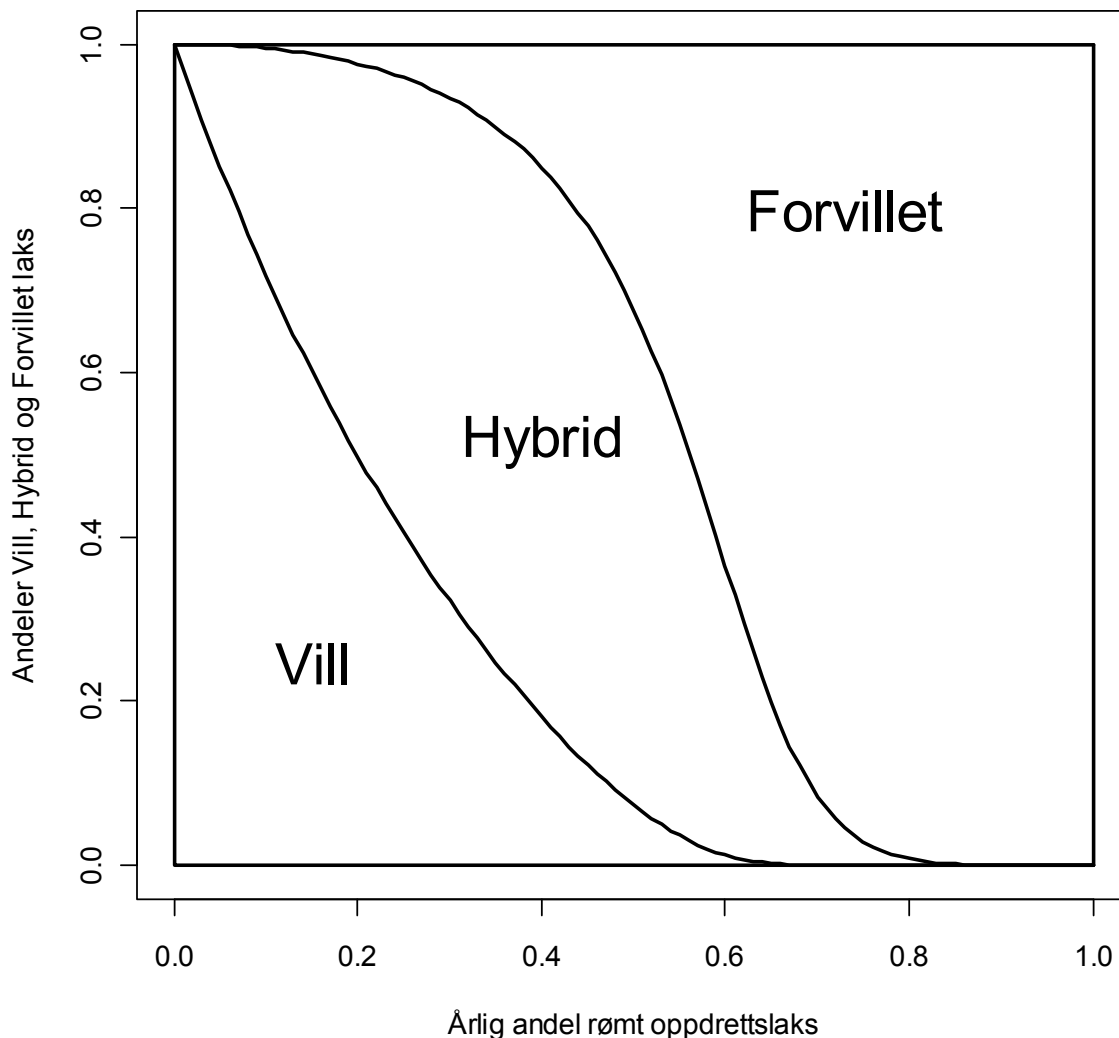
I modellen vår blir halvparten av avkommet etter tilbakekrysning mellom en førstegenerasjons-hybrid og en villaks karakterisert som *Vill*, og den andre halvparten som *Hybrid*. Det kan argumenteres med at dette er en overforenkling, siden oppdrettslaksen også har villaksopprinnelse



om vi går langt nok tilbake i tid. Modellen tar heller ikke hensyn til hvor genetisk forskjellig oppdrettslaks er fra villaks, men behandler dem som grupper som sameksisterer, konkurrerer og kan krysse seg i naturen. Oppdrettslaksen er selektert siden 1970-tallet og var allerede selektert for oppdrettsegenskaper i 3-4 generasjoner ved starten for vår modellering (1989). Rømt oppdrettslaks var registrert i til dels betydelige antall i noen elver før 1989 (Gausen & Moen 1991). Vi regner med at oppdrettslaksen blir mer og mer forskjellig fra villaks over tid og at deres 'fitness' i konkurranse med villaks også kan endre seg i over tid. Vi baserer våre beregninger på naturlige eksperimenter med årsklassen 1994 (klekkeår) i Norge (med tilbakevandring 1996-98), og årsklassene 1993, 1994 og 1998 i Irland (med tilbakevandring fram til 2002), altså nær midten av den perioden vi modellerer over. Det er imidlertid sannsynlig at eksperimentene i Imsa og Burrishoole ikke er like dekkende for konkurranseforholdene mellom alle de ulike villaks- og oppdrettslaksstammene som kan møtes når det rømmer fisk (Hindar m.fl. 2006). For eksempel har laksebestanden i begge vassdragene lav smoltalder og består av kun smålaks (Burrishoole) eller en majoritet smålaks (Imsa), mens laksebestanden i mange norske vassdrag har høyere smoltalder og kan også ha storlaks i gytebestanden.

Oppdrettslaks og villaks er nylig sammenliknet med et stort antall genetiske markører. 4514 enkelt nukleotidpolymorfismer (engelsk: single nucleotide polymorphisms, SNPs) ble analysert for å finne et sett med markører som til sammen kan skille mellom oppdrettslaks og villaks uavhengig av opphav. Et slikt markørsett ble identifisert (Karlsson m.fl. 2011). I alt ble det undersøkt 553 historiske prøver av villaks fra 13 forskjellige elver og 756 oppdrettslaks fra tre avlsselskap, hver med fire atskilte avlsinjer. Blant de 4514 SNPene ble det identifisert 60 SNPer som til sammen skiller mellom oppdrettslaks og villaks med høy presisjon (Karlsson m.fl. 2011). Skjellprøver fra 1970- og 1980-tallet (i noen tilfeller 1990-tallet) ble brukt for å karakterisere villaks, mens oppdrettslaksen var fra årsklasser mellom 1998 og 2009. Noen av villaksprøvene var med hensikt hentet fra elver som var viktige i dannelsen av oppdrettslinjene, slik som Namsen og Gaula i Trøndelag (Akvaforsk/AquaGen) og Vosso i Hordaland (Mowi). Funnet av et sett med markører som karakteriserer en "oppdrettslaks" uavhengig av opphav, er derfor oppsiktsvekkende, fordi det betyr at færre enn 10 generasjoner i oppdrett gir endringer som kan spores på gen-nivå, selv blant oppdrettsstammer med ulikt opphav. Disse genetiske markørene testes nå på materiale av laks fra naturen for å måle genetiske endringer i villaksbestandene som skyldes innkrysning av oppdrettslaks. Inntil vi har slike data er prediksjoner fra modeller, som baserer seg på registrering av rømt oppdrettslaks og kontrollerte forsøk med oppdrettslaks i naturen, det beste redskapet vi har når mange bestander skal kategoriseres.

Modellprediksjonene viser at restandelen villaks i bestanden avtar som en funksjon av gjennomsnittlig prosentandel rømt oppdrettslaks i bestanden (**Figur 13**, fra Hindar & Diserud 2007), suksessen til den rømte oppdrettslaksen i naturen (Hindar m.fl. 2006) og tidsrommet påvirkningen skjer over (Diserud m.fl. 2010). For en vurdering som går over 21 år fra gyting i 1989 til gyting i 2009 har vi fargekodet den akkumulerte påvirkningen, målt som restandeler villaks blant tilsynelatende vill fisk som kommer tilbake for å gyte i 2013. Vi vet ikke nok til å sette noen absolutt grenser mellom truet og ikke-truet, ei heller for ulike grader av truethet (Glover m.fl. 2011). Det er sannsynligvis også en rekke faktorer som spiller inn som vi ikke har tatt hensyn til i modellen, slik som tetthet av laks på gyteplassen og blant ungfisken. Dessuten må vi regne med elve- og bestandsspesifikk variasjon i egenskaper som påvirker villaksens og oppdrettslaksens konkurranseevne. Kategoriene med tilhørende fargekoder må derfor ses på som ulike grader og ikke absolutte grenser for truethet. Dette er i tråd med forsøk som er gjort på å sette grenseverdier for genetiske effekter av utsettinger av stillehavslaks på ville bestander av samme art (Grant 1997; <http://www.nwfsc.noaa.gov/trt/index.cfm>).



**Figur 13.** Effekt av andelen rømt oppdrettslaks på sammensetningen av en villaksbestand etter 21 år (her: drøye 5 generasjoner med generasjonstid 4 år). Fra kurvene kan en se at en restandel villaks på ca 50 % framkommer av et gjennomsnittlig innslag på 20 % rømt oppdrettslaks i 21 år, mens en restandel nær 0 % framkommer av i gjennomsnitt 65 % rømt oppdrettslaks i 21 år (da alle er Hybrid eller Forvillet). Fra Hindar & Diserud (2007).

Den beste kategorien (*svært god*), som vi har fargekodet med blått for >95 % restandel villaks, tilsvarer en gjennomsnittlig prosentandel rømt oppdrettslaks på 1,6 % årlig siden 1989 (drøye 5 laksegenerasjoner i modellen; **Figur 13**). Vitenskapsrådet for lakseforvaltning har satt en strengere grense enn dette for hva som bør vurderes som minst påvirkete kategori (*svært god*) i forhold til rømt oppdrettslaks, >97 % villaksandel som tilsvarer <1 % rømt oppdrettslaks årlig over 20 år (Anon. 2011b). Kun ett av vassdragene vi har gjort beregninger for, Kongsfjordelva, kommer i kategorien *svært god* om vi bruker >97 % villaksandel som kriterium.

Den neste kategorien, 90-95 % restandel villaks (*god*), representerer en gjennomsnittlig prosentandel rømt oppdrettslaks på 1,6 - 3,3 %, som er nær naturlig feilvandringssrate for villaks. I en sammenstilling av studier fra mange vassdrag er den naturlige feilvandringssraten beregnet til om lag 4 % (Stabell 1984). Skillet mellom klassen *god* og klassen *hensynskrevende* (75-90

% restandel villaks, eller gjennomsnittlig 3,3 – 8,7 % rømt oppdrettslaks i perioden 1989-2009) ble av Vitenskapsrådet for lakseforvaltning satt nær naturlig feilvandringssrate.

Skillet mellom *hensynskrevende* og *sårbar* er ikke satt ut fra noen enkeltopplysning, mens skillet mellom *sårbar* og *truet* (<50 % restandel villaks, eller gjennomsnittlig >20 % rømt oppdrettslaks i perioden 1989-2009) er satt nær det uveide gjennomsnittet for Norge i høstprøvene gjennom hele denne perioden (Hindar m.fl. 2006). Vi mener det også kan være formålstjenlig å bruke kategorien *kritisk* (<25 % restandel villaks, eller gjennomsnittlig >35 % rømt oppdrettslaks i perioden 1989-2009), siden Imsæksperimentet til Fleming m.fl. (2000) ga en reduksjon i smoltproduksjonen på 30 % og altså en umiddelbar nedgang i bestandsstørrelsen i tillegg til et høyt innslag av hybrider i bestanden. Disse klassene er brukt i **vedlegg 1**. Havforskningsinstituttet har i sin risikovurdering av norsk fiskeoppdrett benyttet et lavere antall klasser for påvirkning fra rømt oppdrettslaks, og har satt grensen mellom kategoriene *Lav sannsynlighet for varige genetiske endringer* og *Moderat sannsynlighet* ved 5 % rømt oppdrettslaks i høstprøvene de siste tre årene, og grensen mellom *Moderat sannsynlighet* og *Høy sannsynlighet* ved 20 % rømt oppdrettslaks i høstprøvene (Taranger m.fl. 2011).

Vi vil kunne gjøre mer presise vurderinger av truethet som følge av rømt oppdrettslaks etter hvert som vi tar i bruk nye genetiske metoder som kan måle oppdrettspåvirkning direkte (Karlsson m.fl. 2011). Vitenskapsrådet for lakseforvaltning har foreslått alternative klasser for påvirkning, gitt at denne måles som prosentandel av oppdrettslaks i ungfiskbestanden eller blant tilbakevandrende voksen laks (Anon. 2011b). Når det foreligger genetiske studier av mange bestander ved tidspunkt vi kan knytte til våre tidsserier over modellert påvirkning, kan vi også lære mer om hvor sårbare de enkelte villaksbestandene er i forhold til egenskaper ved elvemiljøet eller bestanden. Denne kunnskapen kan øke forståelsen av hvorfor molekylær-genetiske studier av utsetninger av fisk i naturen, viser stor og til dels uforklarlig variasjon i hvorvidt en genetisk effekt kan påvises, både for laksefisk (Hindar m.fl. 1991; Skaala m.fl. 2006) og for en rekke andre fiskearter (Araki & Schmid 2010). Et annet generelt resultat fra utsetninger, er at erfaringene for den lokale bestanden er negative, der en effekt kan påvises (Hindar m.fl. 1991; Araki & Schmid 2010). En bør derfor være forsiktig med å bruke manglende dokumentert (genetisk) effekt som tegn på at slike effekter ikke kan skje i framtiden.

Vi vil i nær framtid også videreutvikle arbeidet med beregningene til kartillustrasjonene i **figur 5-12**, slik at vi kan lete etter mønstre i hvor den rømte oppdrettslaksen havner, gitt opplysninger fra den offentlige statistikken over lokalisering av, produksjon i, og rømming fra oppdrettsanlegg (jf. Fiske m.fl. 2006). Dette kan ha interesse både i forhold til lokalisering av oppdrettsanlegg og for lokalisering av nasjonale laksevassdrag og nasjonale laksefjorder.

## 6 Referanser

- Allendorf, F. W., R. F. Leary, P. Spruell, and J. K. Wenburg. 2001. The problems with hybrids: setting conservation guidelines. – *Trends in Ecology & Evolution* **16**: 613–622.
- Anon. 2011a. Status for norske laksebestander i 2011. – Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 3, 285 s, med Vedleggsrapport nr 3b, 566 s.
- Anon. 2011b. Kvalitetsnormer for laks – anbefalinger til system for klassifisering av villaksbestander. – *Temarapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr. 1*, 105s.
- Araki, H., & Schmid, C. 2010. Is hatchery stocking a help or harm? Evidence, limitations and future directions in ecological and genetic surveys. – *Aquaculture* **308**: S2-S11.
- Araki, H., Cooper, B. & Blouin, M.S. 2009. Carry-over effect of captive breeding reduces reproductive fitness of wild-born descendants in the wild. – *Biology Letters* **5**: 621-624.
- Billingsley, L.W. (red.) 1981. Proceedings of the stock concept international symposium. – *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **38**: 1457-1921.
- Bourret, V., O'Reilly, P.T., Carr, J.W., Berg, P.B. & Bernatchez, L. 2011. Temporal change in genetic integrity suggests loss of local adaptation in a wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) population following introgression by farmed escapees. – *Heredity* **106**: 500-510.
- Clifford, S.L., McGinnity, P. & Ferguson, A. 1998a. Genetic changes in Atlantic salmon (*Salmo salar*) populations of northwest Irish rivers resulting from escapes of adult farm salmon. – *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **55**: 358– 363.
- Clifford, S.L., McGinnity, P. & Ferguson, A. 1998b. Genetic changes in an Atlantic salmon population resulting from escaped juvenile farm salmon. – *Journal of Fish Biology* **52**: 118–127.
- Crozier, W.W. 1993. Evidence of genetic interaction between escaped farmed salmon and wild Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in a Northern Irish River. – *Aquaculture* **113**: 19–29.
- Crozier, W.W. 2000. Escaped farmed salmon, *Salmo salar* L., in the Glenarm River, Northern Ireland: genetic status of the wild population 7 years on. – *Fisheries Management and Ecology* **7**: 437– 446.
- Diserud, O.H., Fiske, P. & Hindar, K. 2010. Regionvis påvirkning av rømt oppdrettslaks på ville laksebestander i Norge. – *NINA Rapport* **622**: 40 s.
- Erkinaro, J., Niemelä, E., Vähä, J.-P.K., Primmer, C.R., Brørs, S., Hassinen, E., Orell, P. & Lämsman, M. 2010. Distribution and biological characteristics of escaped farmed salmon in a major subarctic salmon river, River Teno, (Finland/Norway). – *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **67**: 130-142.
- Ferguson, A., Fleming, I.A., Hindar, K., Skaala, Ø., McGinnity, P., Cross, T. & Prodöhl, P. 2007. Farm escapes, pp. 357-398. – In E. Verspoor, L. Stradmeyer & J. L. Nielsen (Eds) *The Atlantic Salmon: Genetics, Conservation and Management*. Blackwell, Oxford.
- Finstad, B., Bjørn, P.A., Todd, C.D., Whoriskey, F., Gargan, P.G., Forde, G. & Revie, C. 2011. The effect of sea lice on Atlantic salmon and other salmonid species, s. 253-276. – I Ø. Aas, S. Einum, A. Klemetsen & J. Skurdal (red.) *Atlantic Salmon Ecology*. Wiley-Blackwell, Oxford, UK.
- Fiske, P., Lund, R. A., Østborg, G. M. & Fløystad, L. 2001. Rømt oppdrettslaks i sjø- og elvefisket i årene 1989-2000. – *NINA Oppdragsmelding*, **704**: 1-26.
- Fiske, P. Lund, R. A., & Hansen, L. P. 2006. Relationships between the frequency of farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L, in wild salmon populations and fish farming activity in Norway, 1989 – 2004. – *ICES J. Marine Sci.* **63**: 1182-1189.
- Fleming, I. A., K. Hindar, I. B. Mjølnerød, B. Jonsson, T. Balstad & A. Lamberg. 2000. Lifetime success and interactions of farm salmon invading a native population. – *Proc. R. Soc. Lond.* **B 267**: 1517-1524.
- Frankham, R., Ballou, J.D. & Briscoe, D.A. 2002. *Introduction to Conservation Genetics*. – Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK. 617 s.
- Fraser, D.J., Houde, A.L.S., Debes, P.V., O'Reilly, P., Eddington, J.D. & Hutchings, J.A. 2010. Consequences of farmed-wild hybridization across divergent populations and multiple traits in salmon. – *Ecological Applications* **20**: 935-953.



- Gausen, D. & Moen, V. 1991. Large-scale escapes of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) into Norwegian rivers threaten natural populations. – *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **48**: 426-428.
- Glover, K. A., Hindar, H., Karlsson, S., Skaala, Ø & Svåsand, T. 2011. Genetiske effekter av rømt oppdrettslaks på ville laksebestander: utforming av indikatorer. – *NINA Rapport 726 / Rapport fra Havforskningen nr. 5-2011*. 35 s.
- Grant, W. S. (red.). 1997. Genetic effects of straying of non-native hatchery fish into natural populations: proceedings of the workshop. – *U.S. Dep. Commer., NOAA Tech Memo. NMFS-NWFSC-30*, 130 s.
- Hansen, L. P. 2006. Migration and survival of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) released from two Norwegian fish farms. – *ICES Journal of Marine Science* **63**: 1211-1217.
- Hansen, L. P., Fiske, P., Holm, M., Jensen, A. J., & Sægtrov, H. 2008. Bestandsstatus for laks i Norge. Prognoser for 2008. Rapport fra arbeidsgruppe. – *Utredning for DN, 2008-5*: 1-66.
- Hindar, K. & Diserud, O. 2007. Sårbarhetsvurdering av ville laksebestander overfor rømt oppdrettslaks. – *NINA Rapport 244*: 1-45.
- Hindar, K., Fleming, I. A., McGinnity, P. & Diserud, O. 2006. Genetic and ecological effects of salmon farming on wild salmon: modelling from experimental results. – *ICES J. Marine Sci.* **63**: 1234-1247.
- Hindar, K., Ryman, N. & Utter, F. 1991. Genetic effects of cultured fish on natural fish populations. – *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **48**: 945-957.
- IUCN. 2001. *IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1*. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. ii + 30 s.
- IUCN. 2008. *The IUCN List of Threatened Species*. – IUCN Species Survival Commission. [http://www.iucn.org/about/work/programmes/species/red\\_list/](http://www.iucn.org/about/work/programmes/species/red_list/)
- Karlsson, S., Moen, T., Lien, S., Glover, K. & Hindar, K. 2011. Generic genetic differences between farmed and wild Atlantic salmon identified from a 7K SNP-chip. – *Molecular Ecology Resources* **11** (Suppl. 1): 247-253.
- Kålås, J.A., Viken, Å., Henriksen, S. & Skjelseth, S. (red.) 2010. *Norsk rødliste for arter 2010*. – Artsdatabanken, Trondheim. 480 s.
- Laikre, L. 2010. Genetic diversity is overlooked in international conservation policy implementation. – *Conservation Genetics* **11**: 349-354.
- Laikre, L., Schwartz, M.K., Waples, R.S. & Ryman, N. 2010. Compromising genetic diversity in the wild: unmonitored large-scale release of plants and animals. – *Trends in Ecology and Evolution* **25**: 520-529.
- Lund, R.A., Økland, F. & Hansen, L.P. 1991. Farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) in fisheries and rivers in Norway. – *Aquaculture* **98**: 143-150.
- McGinnity, P., Prodöhl, P., Ferguson, A., Hynes, R., Ó Maoiléidigh, N., Baker, N., Cotter, D., O'Hea, B., Cooke, D., Rogan, G., Taggart, J., and Cross, T. 2003. Fitness reduction and potential extinction of wild populations of Atlantic salmon *Salmo salar* as a result of interactions with escaped farm salmon. – *Proc. R. Soc. Lond. B* **270**: 2443-2450.
- O'Brien, S.J. & Mayr, E. 1991. Bureaucratic mischief: recognizing endangered species and subspecies. – *Science* **251**: 1187-1188.
- Rhymer, J. M. & Simberloff, D. 1996. Extinction by hybridization and introgression. – *Annual Review of Ecology and Systematics* **27**: 83-109.
- Ryman, N. (red.) 1981. *Fish Gene Pools. Preservation of Genetic Resources in Relation to Wild Fish Stocks*. – *Ecological Bulletins (Stockholm)* **34**: 1-111.
- Ryman, N. 1991. Conservation genetics considerations in fishery management. – *Journal of Fish Biology* **39** (Suppl. A): 211-224.
- Ryman, N., Utter, F. & Hindar, K. 1995. Introgression, supportive breeding, and genetic conservation, s. 341-365. – I J. D. Ballou, M. Gilpin & T. J. Foose (red.) *Population Management for Survival and Recovery: Analytical Methods and Strategies in Small Population Conservation*. Columbia University Press, New York.
- Schindler, D.E., R. Hilborn, B. Chasco, C.P. Boatright, T.P. Quinn, L.A. Rogers & M.S. Webster. 2010. Population diversity and the portfolio effect in an exploited species. – *Nature* **465**: 609-612.

- Skaala, Ø., Wennevik, V., Glover, K.A. 2006. Evidence of temporal genetic change in wild Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) populations affected by farmed escapees. – *ICES Journal of Marine Science* **63**: 1224-1233.
- Ståhl, G. & K. Hindar. 1988. Genetisk struktur hos norsk laks: status og perspektiver. – *Rapport 1-1988*, Fiskeforskningen, Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim. 57 s.
- Taranger, G.L.T, Boxaspen K.K., Madhun A.S. & Svåsand, T. (red.) 2011. Risikovurdering – miljøvirkninger av norsk fiskeoppdrett. – *Fisken og havet, særnummer 3-2010*. 97 s, med oppdatering i *Fisken og havet, særnummer 3-2011*. 99 s.
- Tufto, J. 2001. Effects of releasing maladapted individuals: A demographic-evolutionary model. – *American Naturalist* **158**: 331-340.
- Tufto, J., & Hindar, K. 2003. Effective size in management and conservation of subdivided populations. – *Journal of Theoretical Biology* **222**: 273-281.
- Urdal, K. 2009a. Analysar av skjelpørvar frå sportsfiske i Hordaland i 2008. – *Rådgivende Biologer rapport*, **1196**: 1-31.
- Urdal, K. 2009b. Analysar av skjelpørvar frå sportsfiske i Rogaland i 2008. – *Rådgivende Biologer rapport*, **1191**: 1-33.
- Urdal, K. 2009c. Analysar av skjelpørvar frå sportsfiske og kilenotfiske i Sogn og Fjordane i 2008. – *Rådgivende Biologer rapport*, **1207**: 1-54.

## 7 Vedlegg

### Vedlegg 1. Oversikt over lakseførende elver i Norge og forslag til kategorisering basert på modellert påvirkning av villaksbestanden som følge av rømt oppdrettslaks i årene 1989-2009

Forslag til kategorisering av påvirkningen fra rømt oppdrettslaks i bestander av villaks. Kategoriseringen tar utgangspunkt i registreringer av rømt oppdrettslaks i sommer- og høstprøver fra hver elv, og beregner en *årsprosent* for alle de elvene der vi har fire eller flere år med registreringer. *Årsprosent* brukes som inngangsverdier for årene 1989-2009 i modellsimuleringer av restandelen villaks som kommer tilbake etter gyting i 2009. Modellen er beskrevet av Hindar m.fl. (2006) og Hindar & Diserud (2007).

Kategori plassering med hensyn til påvirkning fra rømt oppdrettslaks er foreslått etter følgende skala:

**Svært god** = >95 % restandel villaks (gjennomsnittlig <1,6 % rømt oppdrettslaks årlig i 1989-2009)  
**God** = 90-95 % restandel villaks (gjennomsnittlig 1,6-3,3 % rømt oppdrettslaks årlig i 1989-2009)  
**Hensynskrevende** = 75-90 % restandel villaks (gjennomsnittlig 3,3-8,7 % rømt oppdrettslaks årlig i 1989-2009)  
**Sårbar** = 50-75 % restandel villaks (gjennomsnittlig 8,7-20 % rømt oppdrettslaks årlig i 1989-2009)  
**Truet** = 25-50 % restandel villaks (gjennomsnittlig 20-35 % rømt oppdrettslaks årlig i 1989-2009)  
**Kritisk** = <25 % restandel villaks (gjennomsnittlig >35 % rømt oppdrettslaks årlig i 1989-2009)

Elver som ikke er gitt egne vurderinger etter denne metoden, kan kategoriseres ved å bruke de regionvise beregningene, som er presentert i et eget vindu i figur 5-12 og i detalj i NINA Rapport 622 (Diserud m.fl. 2010).

For vassdrag hvor estimert årsprosent rømt oppdrettslaks varierer mye fra år til år vil modellert restandel villaks kunne vise sykliske svingninger som følger generasjonstiden (jf. **figur 4**). Kategorisering etter restandel villaks et gitt år (2009) vil da bli tilsvarende usikker, så i de tilfellene foreslår vi å legge mer vekt på gjennomsnittlig årsprosent rømt oppdrettslaks 1989-2009 ved kategoriseringen. Dette gjelder Glomma med Ågårdselva, Nidelva i Arendal, Ekso, Bondalselva, Homla, Forsåvassdraget og Skibotnelva.

Kommune	Vassdrag snummer	Vassdrag	Kategorisering av region 2009 (NINA Rapport 622)	Kategorisering av elv 2009 etter modell	Forslag til kategori rømt oppdrettslaks	Gjennom- snittlig års- prosent 1989-2009
Halden	001.1Z	Enningdalselva	Hensynskrevende	God	God	2
Halden	999.001	Tista	Hensynskrevende			
Fredrikstad	002.Z	Glomma med Ågårdselva	Hensynskrevende	Kritisk	Truet	30
Vestby	004.Z	Hølenelva	Hensynskrevende			
Frogn	005.3Z	Årungsdelva	Hensynskrevende			
Bærum	008.Z	Sandvikselva (Bærum)	Hensynskrevende			
Asker	008.2Z	Nesdelva	Hensynskrevende			
Asker	009.1Z	Askerdelva	Hensynskrevende			
Oslo	005.4Z	Gjersjødelva	Hensynskrevende			
Oslo	006.1Z	Ljansdelva	Hensynskrevende			
Oslo	006.Z	Akersdelva	Hensynskrevende			
Oslo	007.1Z	Hoffsbekken	Hensynskrevende			
Oslo	007.Z	Lysakerdelva	Hensynskrevende			
Drammen	012.Z	Drammenselva	Hensynskrevende			
Lier	011.Z	Lierdelva	Hensynskrevende			
Røyken	009.Z	Åroselva	Hensynskrevende			
Tønsberg	014.Z	Aulivassdraget	Hensynskrevende			
Larvik	015.5Z	Bergselva (Larvik)	Hensynskrevende			
Larvik	015.Z	Numedalslågen	Hensynskrevende	Hensynskrevende	Hensynskrevende	5
Sande	013.1Z	Selvikvassdraget (Sande)	Hensynskrevende			
Sande	013.Z	Sandevassdraget	Hensynskrevende			
Porsgrunn	016.Z	Skienelva	Hensynskrevende	Sårbar	Sårbar	12
Bamble	016.4Z	Herrevassdraget	Hensynskrevende			
Kragerø	017.Z	Kammerfossvassdraget	Hensynskrevende			
Risør	018.3Z	Gjerstadelva	Hensynskrevende			
Arendal	019.Z	Nidelva i Arendal (hele vassdraget)	Hensynskrevende	Kritisk	Truet	24
Tvedestrand	018.Z	Vegårsvassdraget (hele vassdraget)	Hensynskrevende	Hensynskrevende	Hensynskrevende	3
Lillesand	020.1Z	Grimeelv	Hensynskrevende			
Kristiansand	020.Z	Tovdalselva	Hensynskrevende	Hensynskrevende	Hensynskrevende	3
Kristiansand	021.Z	Otra	Hensynskrevende			
Mandal	022.Z	Mandalselva	Hensynskrevende	God	God	2
Flekkefjord	026.Z	Sira	Hensynskrevende			
Søgne	022.1Z	Songdalselva	Hensynskrevende			
Lindesnes	023.Z	Audna	Hensynskrevende	God	God	2
Lyngdal	024.Z	Lygna	Hensynskrevende			
Kvinesdal	025.3Z	Feda	Hensynskrevende			
Kvinesdal	025.Z	Kvina	Hensynskrevende			
Eigersund	027.3Z	Hellelandselva	Hensynskrevende			
Eigersund	027.5Z	Hellvikdelva	Hensynskrevende			
Eigersund	027.Z	Bjerkreimselva	Hensynskrevende	Hensynskrevende	Hensynskrevende	4
Sandnes	029.1Z	Storåna	Hensynskrevende			
Sandnes	029.22Z	Høleåna	Hensynskrevende			
Sandnes	029.2Z	Imselva (Sandnes)	Hensynskrevende			
Haugesund	039.8Z	Kvaleelva	Hensynskrevende			
Sokndal	026.4Z	Sokndalselva	Hensynskrevende			
Hå	027.6Z	Ogna	Hensynskrevende	Hensynskrevende	Hensynskrevende	4
Hå	027.7Z	Fuglestadelva	Hensynskrevende			
Hå	028.1Z	Kvassheimelva	Hensynskrevende			
Hå	028.21Z	S. Varhaugelv	Hensynskrevende			
Hå	028.22Z	N. Varhaugelv	Hensynskrevende			
Hå	028.3Z	Håelva	Hensynskrevende	Hensynskrevende	Hensynskrevende	6
Klepp	028.4Z	Orreelva	Hensynskrevende			
Klepp	028.Z	Figgjo	Hensynskrevende	Hensynskrevende	Hensynskrevende	9
Gjesdal	030.2Z	Dirdalselva	Hensynskrevende			
Gjesdal	030.Z	Frafjordelva	Hensynskrevende	Sårbar	Sårbar	12
Forsand	030.4Z	Espedalselva	Hensynskrevende	Hensynskrevende	Hensynskrevende	5
Forsand	031.1Z	Eiaelva	Hensynskrevende			
Forsand	031.Z	Lyseelva	Hensynskrevende			
Strand	032.Z	Jørpelandselva	Hensynskrevende	Truet	Truet	23
Hjelmeland	033.Z	Ardalselva (Hjelmeland)	Hensynskrevende	Sårbar	Sårbar	16
Hjelmeland	035.2Z	Hjelmelandselva	Hensynskrevende			
Hjelmeland	035.3Z	Vormo	Hensynskrevende	Sårbar	Sårbar	12
Hjelmeland	035.4Z	Førre	Hensynskrevende			
Hjelmeland	035.5X1	Fossåna	Hensynskrevende			
Hjelmeland	035.Z	Ulla	Hensynskrevende			
Suldal	035.7Z	Hålandselva	Hensynskrevende			
Suldal	036.Z	Suldalslågen	Hensynskrevende	Sårbar	Sårbar	14
Sauda	037.2Z	Åbøelva	Hensynskrevende			
Sauda	037.Z	Storelva (Sauda)	Hensynskrevende			
Vindafjord	038.3Z	Rødneelva	Hensynskrevende			
Vindafjord	038.5Z	Åmselva	Hensynskrevende			
Vindafjord	038.Z	Vikedselva (Vindafjord)	Hensynskrevende	Sårbar	Sårbar	11
Bergen	061.2Z	Storelva (Bergen)	Truet	Truet	Truet	20
Etne	041.Z	Etneelva (hele vassdraget)	Truet	Kritisk	Kritisk	35
Etne	042.3Z	Fjærelva	Truet			
Kvinnherad	042.Z	Blåelva	Truet			
Kvinnherad	045.2Z	Uskedalselva	Truet			
Kvinnherad	045.4Z	Rosendalselva	Truet			
Kvinnherad	046.32Z	Austrepollselva	Truet			
Kvinnherad	046.4Z	Øyreselva	Truet			
Jondal	047.2Z	Jondalselva	Truet			

Kommune	Vassdrag snummer	Vassdrag	Kategorisering av region 2009 (NINA Rapport 622)	Kategorisering av elv 2009 etter modell	Forslag til kategori rømt oppdrettslaks	Gjennom- snittlig års- prosent 1989-2009
Odda	048.Z	Opo	Truet	Kritisk	Kritisk	89
Ullensvang	050.1Z	Kinso	Truet	Kritisk	Kritisk	85
Eidfjord	050.Z	Eio med Bjoreio (hele vassdraget)	Truet	Kritisk	Kritisk	68
Ulvik	051.1Z	Austdøla	Truet			
Granvin	052.1Z	Granvinselfa	Truet			
Voss	062.Z	Vosso (hele vassdraget)	Truet	Truet	Truet	29
Kvam	052.7Z	Steinsdalselva (Kvam)	Truet			
Samnanger	055.Z	Tysseelva	Truet	Kritisk	Kritisk	80
Os	055.7Z	Oselva (Os)	Truet	Kritisk	Kritisk	39
Vaksdal	061.Z	Daleelva (Vaksdal)	Truet	Truet	Truet	26
Vaksdal	063.Z	Ekso	Truet	Truet	Kritisk	36
Modalen	064.Z	Modalselva	Truet			
Osterøy	060.4Z	Loneelva (Osterøy)	Truet	Hensynskrevende	Hensynskrevende	7
Masfjorden	067.2Z	Haugsdalselva	Truet			
Masfjorden	067.3Z	Matreelva	Truet			
Masfjorden	067.6Z	Frøysetelva	Truet	Truet	Truet	23
Flora	085.Z	Osenelva	Sårbar	Sårbar	Sårbar	15
Gulen	069.31Z	Brekkeelva	Sårbar			
Hyllestad	080.4Z	Bøelva	Sårbar			
Høyanger	070.2Z	Ortnevikselva	Sårbar			
Høyanger	079.Z	Daleelva (Høyanger)	Sårbar	Sårbar	Sårbar	23
Høyanger	080.1Z	Indredalselva (Høyanger)	Sårbar			
Høyanger	080.21Z	Ytredalselva (Høyanger)	Sårbar			
Vik	070.Z	Vikja	Sårbar	Truet	Truet	36
Sogndal	077.3Z	Sogndalselva	Sårbar	Sårbar	Sårbar	18
Sogndal	077.Z	Arøyelva (Sogndal)	Sårbar	Sårbar	Sårbar	21
Aurland	071.Z	Nærøydalselva	Sårbar			
Aurland	072.2Z	Flåmselva	Sårbar			
Aurland	072.Z	Aurlandselva	Sårbar			
Lærdal	073.Z	Lærdalselva	Sårbar	God	God	4
Luster	075.4Z	Mørkridselva	Sårbar			
Fjaler	082.5Z	Dalselva (Dale)	Sårbar	God	God	2
Fjaler	082.Z	Flekkeelva	Sårbar	Hensynskrevende	Hensynskrevende	7
Fjaler	083.4Z	Rivedalselva	Sårbar			
Gaular	083.2Z	Kvamselva i Sunnfjord	Sårbar			
Gaular	083.Z	Gaula i Sunnfjord	Sårbar	Sårbar	Sårbar	17
Førde	084.Z	Jølstra	Sårbar	Truet	Truet	24
Naustdal	084.7Z	Nausta	Sårbar	Hensynskrevende	Hensynskrevende	7
Naustdal	084.8Z	Redalselva	Sårbar			
Selje	091.3Z	Ervikelva	Sårbar	Sårbar	Sårbar	11
Eid	089.4Z	Hjalma	Sårbar	Hensynskrevende	Hensynskrevende	5
Eid	089.Z	Eidselva	Sårbar	Sårbar	Sårbar	18
Gloppen	086.8Z	Hopselva i Hyen	Sårbar			
Gloppen	086.Z	Aelva og Ommedalselva	Sårbar	Sårbar	Sårbar	12
Gloppen	087.1Z	Ryggelva	Sårbar	Hensynskrevende	Hensynskrevende	6
Gloppen	087.Z	Gloppenelva	Sårbar	Truet	Truet	28
Stryn	088.1Z	Oldenelva (Stryn)	Sårbar	Truet	Truet	23
Stryn	088.2Z	Loelva	Sårbar	Sårbar	Sårbar	16
Stryn	088.Z	Strynselfa	Sårbar	Sårbar	Sårbar	17
Molde	105.1Z	Røa (Hovdenakken)	Sårbar			
Molde	105.3Z	Istadelva	Sårbar			
Molde	105.4Z	Oppdalselva (Molde)	Sårbar			
Molde	105.Z	Oselva (Molde)	Sårbar	Sårbar	Sårbar	10
Vanylven	092.Z	Aheimselfa	Sårbar			
Vanylven	093.2Z	Oselva (Syvde)	Sårbar			
Vanylven	093.3Z	Norddalselva (Vanylven)	Sårbar			
Sande	096.41Z	Vågselva (Sande)	Sårbar			
Hareid	096.1Z	Hareidsvassdraget	Sårbar			
Volda	094.21Z	Steinsvikelva (Volda)	Sårbar			
Volda	094.4Z	Austefjordelva	Sårbar			
Volda	094.6Z	Øyraelva (Volda)	Sårbar			
Volda	094.Z	Kilselva (Volda)	Sårbar			
Ørsta	095.3Z	Storelva (Søre Vartdal)	Sårbar			
Ørsta	095.41Z	Storelva (Nordre Vartdal)	Sårbar			
Ørsta	095.4Z	Barstadvikelva	Sårbar			
Ørsta	095.Z	Ørstaelva	Sårbar	Truet	Truet	22
Ørsta	097.11Z	Standalselva (Indre Standal)	Sårbar			
Ørsta	097.1Z	Bondalselva	Sårbar	Truet	Sårbar	17
Ørsta	097.2Z	Vikelva (Bjørke)	Sårbar			
Ørsta	097.4Z	Norangdalselva	Sårbar			
Ørskog	100.3Z	Vagsvikelva	Sårbar			
Ørskog	101.1Z	Ørskogelva	Sårbar			
Norddal	099.1Z	Eidsdalselva	Sårbar			
Norddal	099.2Z	Norddalselva (Norddal)	Sårbar			
Norddal	099.Z	Tafjordelva	Sårbar			
Norddal	100.Z	Valldalselva	Sårbar			
Stranda	098.3Z	Strandaelva	Sårbar			
Stranda	098.6Z	Korsbrekkelva	Sårbar			
Stordal	100.2Z	Stordalselva (Stordal)	Sårbar			
Sykkylven	097.72Z	Aureelva (Sykkylven)	Sårbar			
Sykkylven	097.7Z	Velledalselva	Sårbar			

Kommune	Vassdrag snummer	Vassdrag	Kategorisering av region 2009 (NINA Rapport 622)	Kategorisering av elv 2009 etter modell	Forslag til kategori rømt oppdrettslaks	Gjennom- snittlig års- prosent 1989-2009
Skodje	101.2Z	Solnørelva	Sårbar			
Haram	101.6Z	Tennfjordelva	Sårbar			
Haram	102.11Z	Hildreelva	Sårbar			
Haram	102.2Z	Vatneelva	Sårbar			
Vestnes	102.5Z	Skorgeelva (Vestnes)	Sårbar			
Vestnes	102.6Z	Tressa	Sårbar			
Rauma	103.1Z	Måna	Sårbar			
Rauma	103.2Z	Innfjordelva	Sårbar			
Rauma	103.4Z	Isa	Sårbar			
Rauma	103.5Z	Skorgeelva (Rauma)	Sårbar			
Rauma	103.Z	Raumavassdraget	Sårbar	Truet	Truet	31
Rauma	104.1Z	Mittetelva	Sårbar			
Neset	104.2Z	Visa	Sårbar			
Neset	104.Z	Eira (hele vassdraget)	Sårbar	Sårbar	Sårbar	17
Fræna	107.3Z	Sylteelva (Moaelva)	Sårbar	Hensynskrevende	Hensynskrevende	6
Fræna	107.63Z	Farstadelva	Sårbar			
Fræna	107.6Z	Hustadelva	Sårbar			
Eide	108.221Z	Vassgårdselva	Sårbar			
Eide	108.2Z	Vågsbøelva	Sårbar			
Gjemnes	108.3Z	Batnfjordselva	Sårbar			
Tingvoll	111.2Z	Ulsetelva	Sårbar			
Tingvoll	111.4Z	Storelva (Hanemsvatnet)	Sårbar			
Sunndal	109.4Z	Usma	Sårbar			
Sunndal	109.5Z	Litledalselva	Sårbar			
Sunndal	109.Z	Drivavassdraget	Sårbar	Sårbar	Sårbar	14
Surnadal	111.7Z	Søya	Sårbar			
Surnadal	111.Z	Todalselva (Surnadal)	Sårbar			
Surnadal	112.3Z	Bævrå	Sårbar			
Surnadal	112.Z	Surna	Sårbar	Sårbar	Sårbar	14
Aure	113.6Z	Todalselva (Aure)	Hensynskrevende			
Aure	113.8Z	Aureelva (Aure)	Hensynskrevende			
Trondheim	123.2Z	Vikelva (Trondheim)	Hensynskrevende			
Trondheim	123.Z	Nidelva i Trondheim	Hensynskrevende	Sårbar	Sårbar	12
Hemne	113.5Z	Staursetelva	Hensynskrevende			
Hemne	113.Z	Fjelna	Hensynskrevende			
Hemne	116.8Z	Belsvikelva	Hensynskrevende			
Hemne	116.Z	Aelva (Hemne)	Hensynskrevende			
Hemne	119.11Z	Haugelva	Hensynskrevende			
Hemne	119.1Z	Søa	Hensynskrevende			
Hemne	119.2Z	Hagaelva	Hensynskrevende			
Hemne	119.3Z	Holla	Hensynskrevende			
Snillfjord	119.411Z	Venelva	Hensynskrevende			
Snillfjord	119.42Z	Snilldalselva	Hensynskrevende			
Snillfjord	119.4Z	Bergselva (Snillfjord)	Hensynskrevende			
Snillfjord	119.5Z	Tannvikelva	Hensynskrevende			
Snillfjord	119.61Z	Slørdalselva	Hensynskrevende			
Snillfjord	119.6Z	Åstelva	Hensynskrevende			
Hitra	117.12Z	Kaldkløvvassdraget	Hensynskrevende			
Hitra	117.1Z	Lakselva (Fillan)	Hensynskrevende			
Hitra	117.23Z	Kvernassdraget (Kvernavatnet)	Hensynskrevende			
Hitra	117.3Z	Sagelva (Laugen)	Hensynskrevende			
Hitra	117.4Z	Grytelva (Hitra)	Hensynskrevende			
Agdenes	119.82Z	Steinsdalselva (Agdenes)	Hensynskrevende			
Agdenes	119.8Z	Termingelva	Hensynskrevende			
Agdenes	119.9Z	Fremstadelva	Hensynskrevende			
Agdenes	120.11Z	Grønningselva	Hensynskrevende			
Agdenes	120.1Z	Størdalselva	Hensynskrevende			
Agdenes	120.2Z	Lena	Hensynskrevende			
Agdenes	120.3Z	Tennelva (Tenneelva)	Hensynskrevende			
Agdenes	120.4Z	Ingdalselva	Hensynskrevende			
Rissa	131.9Z	Prestelva (Rissa)	Hensynskrevende			
Rissa	132.1Z	Flyta	Hensynskrevende			
Rissa	132.2Z	Hasseelva	Hensynskrevende			
Rissa	132.Z	Skauga	Hensynskrevende			
Rissa	133.2Z	Osaelva	Hensynskrevende			
Bjugn	133.3Z	Nordelva	Hensynskrevende	Sårbar	Sårbar	15
Bjugn	134.2Z	Bottengårdelva	Hensynskrevende			
Bjugn	134.31Z	Okla	Hensynskrevende			
Bjugn	134.Z	Teksdalselva	Hensynskrevende			
Bjugn	135.1Z	Oldnelva (Bjugn)	Hensynskrevende			
Afjord	135.31Z	Mørrevatnet	Hensynskrevende			
Afjord	135.3Z	Arnevikselva	Hensynskrevende			
Afjord	135.42Z	Imselva (Afjord)	Hensynskrevende			
Afjord	135.43Z	Grytelva (Afjord)	Hensynskrevende			
Afjord	135.Z	Stordalselva (Afjord)	Hensynskrevende	Sårbar	Sårbar	9
Afjord	135.ZX1	Norddalselva (Afjord)	Hensynskrevende			
Afjord	136.13Z	Revsneselva	Hensynskrevende			
Afjord	136.2Z	Sunnskjørelva	Hensynskrevende			
Roan	136.31Z	Håvikelva	Hensynskrevende			
Roan	136.3Z	Nordskjørelva	Hensynskrevende			
Roan	136.51Z	Einardalselva	Hensynskrevende			

Kommune	Vassdrag snummer	Vassdrag	Kategorisering av region 2009 (NINA Rapport 622)	Kategorisering av elv 2009 etter modell	Forslag til kategori rømt oppdrettslaks	Gjennom- snittlig års- prosent 1989-2009
Roan	136.52Z	Straumsvassdraget	Hensynskrevende			
Roan	137.1Z	Vikselva med Viksvatnet (Roan)	Hensynskrevende			
Osen	137.2Z	Steinsdalselva (Osen)	Hensynskrevende			
Orkdal	121.1Z	Skjenaldelva	Hensynskrevende			
Orkdal	121.Z	Orkla	Hensynskrevende	Hensynskrevende	Hensynskrevende	5
Melhus	122.Z	Gaula i Sør-Trøndelag	Hensynskrevende	Hensynskrevende	Hensynskrevende	4
Skaun	122.1Z	Børselva (Skaun)	Hensynskrevende			
Skaun	122.2Z	Vigda	Hensynskrevende	Svært god	Svært god	1
Malvik	123.22Z	Storelva (Malvik)	Hensynskrevende			
Malvik	123.4Z	Homla	Hensynskrevende	God	Svært god	1
Steinkjer	128.3Z	Figga	Hensynskrevende			
Steinkjer	128.Z	Steinkjerelva med Byaelva (hele vassdraget)	Hensynskrevende	Hensynskrevende	Hensynskrevende	5
Steinkjer	129.22Z	Gladsjølva	Hensynskrevende			
Steinkjer	129.2Z	Moldelva	Hensynskrevende			
Namsos	138.5Z	Aursunda	Hensynskrevende			
Namsos	138.6Z	Bogna	Hensynskrevende			
Namsos	139.1Z	Barstadelva	Hensynskrevende			
Namsos	139.Z	Namsen (hele vassdraget)	Hensynskrevende	Sårbar	Sårbar	11
Namsos	140.3Z	Vetterhuselva	Hensynskrevende			
Namsos	140.4Z	Duna	Hensynskrevende			
Namsos	140.511Z	Ausvasselva	Hensynskrevende			
Namsos	140.51Z	Røyklielva	Hensynskrevende			
Stjørdal	124.Z	Stjørdalselva (hele vassdraget)	Hensynskrevende	Hensynskrevende	Hensynskrevende	5
Leksvik	131.4Z	Innerelva	Hensynskrevende			
Leksvik	131.5Z	Ytterelva (Leksvik)	Hensynskrevende			
Levanger	126.6Z	Levangerelva	Hensynskrevende			
Verdal	127.Z	Verdalsvassdraget	Hensynskrevende	God	God	2
Mosvik	131.1Z	Mossa	Hensynskrevende			
Verran	129.Z	Follaelva	Hensynskrevende			
Verran	130.1Z	Vollsetelva	Hensynskrevende			
Verran	130.32Z	Tangstadelva	Hensynskrevende			
Namdalseid	138.12Z	Aunelva (Namdalseid)	Hensynskrevende			
Namdalseid	138.3Z	Oksdøla	Hensynskrevende			
Namdalseid	138.Z	Argårdsvassdraget (hele vassdraget)	Hensynskrevende	God	God	2
Høylandet	142.3Z	Kongsmoelva	Hensynskrevende			
Høylandet	900.31X	Nordfolda	Hensynskrevende			
Fosnes	140.6Z	Sagelva (Salsnes)	Hensynskrevende			
Fosnes	140.Z	Salvassdraget	Hensynskrevende	Truet	Truet	30
Flatanger	137.4Z	Skjellåa	Hensynskrevende			
Flatanger	137.5Z	Storelva (Jøssund)	Hensynskrevende			
Flatanger	137.72Z	Sitterelva	Hensynskrevende			
Flatanger	137.7Z	Lauvsneselva	Hensynskrevende			
Nærøy	141.4Z	Kvistenelva	Hensynskrevende			
Nærøy	141.Z	Opløyelva	Hensynskrevende			
Nærøy	142.2Z	Langbogelva	Hensynskrevende			
Nærøy	142.52Z	Teplingelva	Hensynskrevende			
Nærøy	142.6Z	Sjølstadelva	Hensynskrevende			
Nærøy	142.71Z	Arforelva	Hensynskrevende			
Nærøy	143.532Z	Horvenelva	Hensynskrevende			
Nærøy	143.7Z	Storelva (Lonet)	Hensynskrevende			
Bodø	162.1Z	Valneselva	Hensynskrevende			
Bodø	162.2Z	Børelvassdraget	Hensynskrevende			
Bodø	162.7Z	Lakselva (Bodø)	Hensynskrevende			
Bodø	165.2Z	Futelva (Bodø)	Hensynskrevende			
Bodø	165.7Z	Fjærevassdraget	Hensynskrevende			
Narvik	173.Z	Skjoma	Hensynskrevende	Hensynskrevende	Hensynskrevende	5
Narvik	174.3Z	Rombakselva	Hensynskrevende			
Narvik	174.5Z	Elvegårdselva (Bjerkvik)	Hensynskrevende			
Bindal	144.4Z	Terråkkelva	Hensynskrevende			
Bindal	144.5Z	Urvollvassdraget	Hensynskrevende			
Bindal	144.61Z	Bogelva	Hensynskrevende			
Bindal	144.Z	Aelva (Abjøra)	Hensynskrevende	Sårbar	Sårbar	10
Bindal	145.2Z	Eidevassdraget (Bindal)	Hensynskrevende			
Brønnøy	144.7Z	Storelva (Tosbotn)	Hensynskrevende			
Brønnøy	148.2Z	Sausvassdraget	Hensynskrevende			
Brønnøy	148.312Z	Langfjordelva (Brønnøy)	Hensynskrevende			
Brønnøy	148.Z	Lomselva	Hensynskrevende			
Vega	147.3Z	Færsetvassdraget	Hensynskrevende			
Vevelstad	149.2Z	Lakselvassdraget	Hensynskrevende			
Alstahaug	149.61Z	Hestdalselva	Hensynskrevende			
Alstahaug	149.6Z	Halsanelva	Hensynskrevende			
Alstahaug	149.8Z	Aunelva (Vefsn)	Hensynskrevende			
Leirfjord	153.22Z	Leirelvassdraget	Hensynskrevende			
Leirfjord	153.3Z	Ranelva	Hensynskrevende			
Leirfjord	153.6Z	Bardalselva	Hensynskrevende			
Vefsn	151.1Z	Hundåla	Hensynskrevende			
Vefsn	151.Z	Vefsnvassdraget	Hensynskrevende	Sårbar	Sårbar	20
Vefsn	152.2Z	Drevjavassdraget	Hensynskrevende			
Vefsn	152.Z	Fustavassdraget	Hensynskrevende			
Hemnes	155.4Z	Bjerka	Hensynskrevende			
Hemnes	155.Z	Røssågvassdraget med Leirelva	Hensynskrevende			

Kommune	Vassdrag snummer	Vassdrag	Kategorisering av region 2009 (NINA Rapport 622)	Kategorisering av elv 2009 etter modell	Forslag til kategori rømt oppdrettslaks	Gjennom- snittlig års- prosent 1989-2009
Rana	156.Z	Ranavassdraget	Hensynskrevende	Hensynskrevende	Hensynskrevende	7
Rana	157.42Z	Flostrandvassdraget	Hensynskrevende			
Lurøy	157.52Z	Silavassdraget	Hensynskrevende			
Rødøy	159.21Z	Gjervalelva	Hensynskrevende			
Meløy	160.41Z	Spildervassdraget	Hensynskrevende			
Meløy	160.43Z	Reipavassdraget	Hensynskrevende			
Gildeskål	160.71Z	Laksådalsvassdraget	Hensynskrevende			
Beiarn	161.Z	Beiarnvassdraget	Hensynskrevende	Sårbar	Sårbar	22
Saltdal	163.Z	Saltdalsvassdraget	Hensynskrevende	Sårbar	Sårbar	18
Fauske	164.3Z	Lakselva i Valnesfjord	Hensynskrevende			
Fauske	164.Z	Sulitjelmavassdraget med Laksåga	Hensynskrevende			
Sørfold	166.3Z	Lakselva (Valljorda)	Hensynskrevende			
Sørfold	166.5Z	Laksåga (Nordfjorden)	Hensynskrevende			
Sørfold	167.3Z	Bonnåga	Hensynskrevende			
Sørfold	167.Z	Kobbelvassdraget	Hensynskrevende			
Steigen	168.6Z	Hopvassdraget (Steigen)	Hensynskrevende			
Steigen	169.5Z	Skjelvareidvassdraget	Hensynskrevende			
Hamarøy	170.510X1	Sagpollvassdraget	Hensynskrevende			
Hamarøy	170.5Z	Varpavassdraget	Hensynskrevende	Sårbar	Sårbar	10
Tysfjord	171.1Z	Forsåelva (Tysfjord)	Hensynskrevende			
Tysfjord	171.2Z	Muskenelva	Hensynskrevende			
Tysfjord	171.8Z	Austerdalselva	Hensynskrevende			
Tysfjord	171.Z	Stabburselva og Draugelva (Tysfjord)	Hensynskrevende			
Lødingen	177.73Z	Sneiselvassdraget	Hensynskrevende			
Lødingen	177.7Z	Heggedalselva	Hensynskrevende			
Lødingen	177.81Z	Teinvassdraget	Hensynskrevende			
Tjeldsund	176.2Z	Myklebostadvassdraget	Hensynskrevende			
Tjeldsund	177.6Z	Kongsvikelva	Hensynskrevende			
Evenes	175.3Z	Laksåvassdraget (Evenes)	Hensynskrevende			
Evenes	175.4Z	Tårstadvassdraget	Hensynskrevende			
Ballangen	172.Z	Forsåvassdraget (Ballangen)	Hensynskrevende	Sårbar	Hensynskrevende	8
Ballangen	173.1Z	Kjellelva	Hensynskrevende			
Ballangen	173.3Z	Rånassvassdraget	Hensynskrevende			
Vestvågøy	180.11Z	Helosvassdraget med Lyngedalsvassdraget	Hensynskrevende			
Vestvågøy	180.4Z	Farstadvassdraget	Hensynskrevende			
Vestvågøy	180.6Z	Borgevassdraget	Hensynskrevende			
Vågan	179.332Z	Vestpollvassdraget (Vågan)	Hensynskrevende			
Hadsel	178.3Z	Kaljordvassdraget	Hensynskrevende			
Hadsel	179.73Z	Grunnførjordelva	Hensynskrevende			
Hadsel	185.3Z	Gryttingvassdraget	Hensynskrevende			
Bø	185.7Z	Ryggedalsvassdraget	Hensynskrevende			
Øksnes	185.1Z	Alsvågassdraget	Hensynskrevende	God	God	2
Øksnes	185.9Z	Tuvenelva	Hensynskrevende			
Sortland	178.42Z	Fiskefjordvassdraget	Hensynskrevende			
Sortland	178.43Z	Blokkenvassdraget	Hensynskrevende			
Sortland	178.51Z	Kjerringnesvassdraget	Hensynskrevende			
Sortland	178.52Z	Osvollvassdraget	Hensynskrevende			
Sortland	178.54Z	Sørdalselva	Hensynskrevende			
Sortland	178.62Z	Roksøyvassdraget	Hensynskrevende			
Sortland	178.8Z	Lakselva i Godfjorden	Hensynskrevende			
Sortland	185.2Z	Vikelva (Sortland)	Hensynskrevende			
Sortland	185.43Z	Indre Straumfjordvassdraget	Hensynskrevende			
Sortland	185.442X1	Lahaugvassdraget	Hensynskrevende			
Sortland	185.44Z	Oshaugvassdraget	Hensynskrevende			
Sortland	185.4Z	Holmstadvassdraget	Hensynskrevende			
Sortland	185.52Z	Selnesvassdraget (Sortland)	Hensynskrevende			
Andøy	178.63Z	Forfjordelva	Hensynskrevende			
Andøy	178.6Z	Gårdselvassdraget (Gårdselva)	Hensynskrevende	Sårbar	Sårbar	13
Andøy	178.74Z	Storelva (Lovik)	Hensynskrevende			
Andøy	178.7Z	Buksnesvassdraget	Hensynskrevende			
Andøy	186.1Z	Ramsåa	Hensynskrevende			
Andøy	186.22Z	Aseelva	Hensynskrevende			
Andøy	186.2Z	Roksdalsvassdraget	Hensynskrevende	God	God	3
Andøy	186.3Z	Kobbedalselva	Hensynskrevende			
Andøy	186.42Z	Nøssvassdraget	Hensynskrevende			
Andøy	186.51Z	Melavassdraget	Hensynskrevende			
Andøy	186.52Z	Steinsvassdraget	Hensynskrevende			
Andøy	186.53Z	Skogvollvassdraget	Hensynskrevende			
Andøy	186.61Z	Stavevassdraget	Hensynskrevende			
Andøy	186.62Z	Bleiksvassdraget	Hensynskrevende			
Andøy	186.63Z	Toftenvassdraget	Hensynskrevende			
Tromsø	197.4Z	Straumselvassdraget	Hensynskrevende			
Tromsø	197.63Z	Tromvikvassdraget	Hensynskrevende			
Tromsø	199.2Z	Tønsvikelva	Hensynskrevende			
Tromsø	199.3Z	Skittenelva	Hensynskrevende			
Tromsø	203.2Z	Breivikvassdraget (Tromsø)	Hensynskrevende			
Tromsø	203.Z	Lakselva (Sørfjorden)	Hensynskrevende			
Kvæfjord	177.1Z	Lakselva (Gullesfjord)	Hensynskrevende			
Kvæfjord	178.9Z	Langvatnvassdraget	Hensynskrevende			
Skånland	189.3Z	Rensåvassdraget	Hensynskrevende			
Lavangen	190.7Z	Spansdalselva	Hensynskrevende			



Kommune	Vassdrag snummer	Vassdrag	Kategorisering av region 2009 (NINA Rapport 622)	Kategorisering av elv 2009 etter modell	Forslag til kategori rømt oppdrettslaks	Gjennom- snittlig års- prosent 1989-2009
Salangen	191.4Z	Løksebotnvassdraget	Hensynskrevende			
Salangen	191.Z	Salangvassdraget	Hensynskrevende	Kritisk	Kritisk	65
Målselv	196.Z	Målselvvassdraget	Hensynskrevende	Hensynskrevende	Hensynskrevende	8
Sørreisa	193.Z	Skølvvassdraget	Hensynskrevende	Truet	Truet	39
Dyrøy	193.3Z	Brøstadelva	Hensynskrevende			
Tranøy	194.5Z	Tennelvvassdraget (Tranøy)	Hensynskrevende			
Tranøy	194.61Z	Vardnesvassdraget	Hensynskrevende			
Tranøy	194.6Z	Andervassdraget	Hensynskrevende			
Tranøy	195.1Z	Bunkanvassdraget	Hensynskrevende			
Berg	195.52Z	Finnsetervassdraget	Hensynskrevende			
Lenvik	194.3Z	Lysbotnvassdraget	Hensynskrevende			
Lenvik	194.4Z	Grasmyrvassdraget	Hensynskrevende			
Lenvik	194.Z	Laukhellevassdraget	Hensynskrevende	Sårbar	Sårbar	18
Lenvik	196.2Z	Rossfjordvassdraget	Hensynskrevende			
Balsfjord	196.5Z	Lakselva (Aursfjorden)	Hensynskrevende			
Balsfjord	198.42Z	Tømmervassdraget (Balsfjord)	Hensynskrevende			
Balsfjord	198.Z	Nordkjøselva	Hensynskrevende			
Karlsøy	200.6Z	Skogfjordvassdraget	Hensynskrevende			
Karlsøy	202.11Z	Skipsfjordvassdraget	Hensynskrevende	God	God	3
Karlsøy	202.3Z	Vannareidvassdraget	Hensynskrevende			
Lyngen	203.8Z	Jægervatnvassdraget	Hensynskrevende			
Storfjord	204.Z	Signalåselva	Hensynskrevende			
Storfjord	205.Z	Skibotnelva	Hensynskrevende	Truet	Kritisk	38
Kåfjord	206.1Z	Mannåselva	Hensynskrevende			
Skjervøy	206.5Z	Rotsundelva	Hensynskrevende			
Nordreisa	208.4Z	Oksfjordvassdraget	Hensynskrevende			
Nordreisa	208.Z	Reisavassdraget	Hensynskrevende	Hensynskrevende	Hensynskrevende	5
Kvænangen	209.Z	Kvænangselva	Hensynskrevende	Sårbar	Sårbar	12
Kvænangen	210.Z	Burfjordelva	Hensynskrevende			
Vardø	239.Z	Komagelva	God			
Vadsø	239.3Z	Skallelva	God			
Vadsø	240.Z	Vestre Jakobselv	God	Sårbar	Sårbar	20
Alta	211.8Z	Bognelva	God			
Alta	212.2Z	Halselva	God			
Alta	212.6Z	Tverrelva (Alta)	God			
Alta	212.7Z	Transfarelva	God			
Alta	212.Z	Altaelva	God	Hensynskrevende	Hensynskrevende	5
Alta	212.ZX1	Eibyelva	God			
Alta	213.1Z	Lakselva i Kviby	God			
Loppa	211.32Z	Sør-Tverrfjordelva	God			
Kvalsund	213.6Z	Kvalsundelva	God			
Kvalsund	213.91Z	Brensvikelva	God			
Kvalsund	213.Z	Repparfjordelva	God	Hensynskrevende	Hensynskrevende	7
Kvalsund	218.Z	Russelva	God			
Måsøy	220.1Z	Sneffjordvassdraget	God			
Måsøy	220.5Z	Hamneelva	God			
Nordkapp	220.8Z	Laffjordelva	God			
Nordkapp	222.2Z	Strandelvassdraget	God			
Porsanger	222.4Z	Smørfjordelva	God			
Porsanger	222.7Z	Ytre Billefjordelva	God			
Porsanger	223.Z	Stabburselva (Porsanger)	God	God	God	3
Porsanger	224.2Z	Brennelva	God			
Porsanger	224.Z	Lakselva (Porsanger)	God			
Porsanger	225.Z	Børselva (Porsanger)	God			
Lebesby	227.2Z	Tømmervikvassdraget	God			
Lebesby	227.5Z	Lille Porsangerelva	God			
Lebesby	227.6Z	Veidneselva	God			
Lebesby	228.Z	Storelva (Lebesby)	God			
Gamvik	231.64Z	Futelva (Gamvik)	God			
Gamvik	231.7Z	Sandfjordelva (Gamvik)	God			
Gamvik	231.8Z	Risfjordvassdraget	God			
Gamvik	233.Z	Langfjordelva (Gamvik)	God			
Berlevåg	236.Z	Kongsfjordelva	God	Svært god	Svært god	1
Tana	234.Z	Tanaelva (hele vassdraget)	God	God	God	2
Nesseby	241.5Z	Vesterelva (Nesseby)	God			
Nesseby	241.Z	Bergebyelva	God			
Nesseby	242.2Z	Nyelva	God			
Båtsfjord	237.Z	Vesterelva med Ordo (Båtsfjord)	God			
Båtsfjord	238.Z	Sandfjordelva (Båtsfjord)	God			
Sør-Varanger	243.Z	Klokkerelva	God			
Sør-Varanger	244.4Z	Munkelva	God			
Sør-Varanger	244.Z	Neidenelva	God	God	God	2
Sør-Varanger	246.1Z	Sandneselva	God			
Sør-Varanger	246.Z	Pasvikelva	God			
Sør-Varanger	247.3Z	Karpelva	God			
Sør-Varanger	247.Z	Grense Jakobselv	God			







*Norsk institutt for naturforskning (NINA) er et nasjonalt og internasjonalt kompetansesenter innen naturforskning. Vår kompetanse utøves gjennom forskning, utredningsarbeid, overvåking og konsekvensutredninger.*

*NINAs primære aktivitet er å drive anvendt forskning. Stikkord for forskningen er kvalitet og relevans, samarbeid med andre institusjoner, tverrfaglighet og økosystemtilnærming. Offentlig forvaltning, næringsliv og industri samt Norges forskningsråd og EU er blant NINAs oppdragsgivere og finansieringskilder.*

*Virksomheten er hovedsakelig rettet mot forskning på natur og samfunn, og NINA leverer et bredt spekter av tjenester gjennom forskningsprosjekter, miljøovervåking, utredninger og rådgiving.*

ISSN:1504-3312  
ISBN: 978-82-426-2377-5

## Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, NO-7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, NO-7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: [firmapost@nina.no](mailto:firmapost@nina.no)

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>

Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger