

RAPPORT FRA VITENSKAPELIG RÅD
FOR LAKSEFORVALTNING

NR 16

Status for norske
laksebestander i 2021



RAPPORT FRA VITENSKAPELIG RÅD
FOR LAKSEFORVALTNING

Status for norske
laksebestander i 2021

RAPPORTEN REFERERES SOM

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2021. Status for norske laksebestander i 2021. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 16, 227 s.

Trondheim oktober 2021

ISSN: 1891-442X

ISBN: 978-82-93038-32-0

RETTIGHETSHAVER

© Vitenskapelig råd for lakseforvaltning
www.vitenskapsradet.no

REDAKSJON

Eva B. Thorstad, Torbjørn Forseth & Peder Fiske

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

NØKKELOD

Laks - *Salmo salar* - beskatning - gytebestandsmål - forvaltningsmål - bestandsutvikling - bestandsstatus - beskatningsrater - beskatningsråd - fangststatistikk - høsting - høstbart overskudd - innsigsestimat - PFA - marin overlevelse - trusselfaktorer - rømt oppdrettslaks - lakselus - kraftregulering - vassdragsinngrep - fysiske inngrep - jordbruksaktivitet - infeksjoner - *Gyrodactylus salaris* - vannkjemi - forsuring - overbeskatning - pukkellaks

INNHold

STATUS FOR LAKS - OPPSUMMERING	5
SAMMENDRAG AV RAPPORTEN.....	6
VITENSKAPELIG RÅD FOR LAKSEFORVALTNING.....	17
MEDLEMMER AV VITENSKAPELIG RÅD FOR LAKSEFORVALTNING	18
1 INNLEDNING.....	21
2 FANGST OG INNSIG AV LAKS I 2020.....	22
2.1 Fangst.....	22
2.2 Innsig av laks til hele landet.....	24
2.2.1 Resultater.....	24
2.3 Innsig av laks til de ulike regionene.....	28
2.3.1 Sør-Norge.....	28
2.3.2 Vest-Norge.....	31
2.3.3 Midt-Norge	33
2.3.4 Nord-Norge uten Tanavassdraget	36
2.3.5 Tanavassdraget	38
3 ALDER VED KJØNNSMODNING.....	42
4 LAKSENS OVERLEVELSE I SJØEN	44
5 NASJONALE OG REGIONALE TRENDER FOR OPPNÅELSE AV GYTEBESTANDSMÅL, BESKATNING OG BESTANDSSTATUS	46
5.1 Metoder.....	46
5.1.1 Metoder for vurdering av oppnåelse av gytebestandsmål.....	46
5.1.2 Antall vassdrag vurdert	47
5.1.3 Fastsetting av beskatning/fangstandeler og vurdering av fiskereguleringer	47
5.1.4 Høstbart overskudd og normalt høstbart overskudd	49
5.2 Nasjonale trender	50
5.3 Regionale trender	60
6 RØMT OPPDRETTLAKS	66
6.1 Forekomst av rømt oppdrettslaks	66
6.2 Oppdatert kunnskap om effekter av rømt oppdrettslaks.....	69
7 BESTANDSEFFEKTER AV LAKSELUS	72
8 RANGERING AV TRUSSELFAKTORER MOT NORSK LAKS.....	74
8.1 Vurdering av de enkelte trusselfaktorene.....	74
8.1.1 Regulering av vassdrag til kraftproduksjon	75
8.1.2 Annen vannbruk	77
8.1.3 Sur nedbør.....	77
8.1.4 Landbruksforurensninger.....	78
8.1.5 Miljøgifter.....	79
8.1.6 Bergverk	79
8.1.7 Overbeskatning	80
8.1.8 Lakselus	81
8.1.9 Infeksjoner knyttet til fiskeoppdrett.....	83
8.1.10 <i>Gyrodactylus salaris</i>	87
8.1.11 Andre infeksjoner påvirket av annen menneskelig aktivitet enn fiskeoppdrett	87
8.1.12 Rømt oppdrettslaks	88
8.1.13 Menneskepåvirket predasjon	91
8.1.14 Klimaendringer.....	91
8.1.15 Fysiske inngrep.....	91

8.1.16	Pukkellaks.....	92
8.1.17	Andre fremmede arter enn pukkellaks	94
8.1.18	Miljøforhold i havet.....	95
8.2	Samlet vurdering.....	96
9	SAMLET VURDERING AV STATUS FOR LAKS I 2021	99
9.1	Status for landet sett under ett.....	99
9.2	Status for laks i de ulike regionene av landet.....	100
9.3	Utviklingen i Vest-Norge og Midt-Norge og effekter av lakseoppdrett.....	102
10	EFFEKTER AV KLIMAENDRINGER OG RÅD OM TILPASNING AV FORVALTNING.....	105
10.1	Innledning	105
10.2	Klima i Norge	105
10.2.1	Klima i Norge - varmere og våtere	105
10.2.2	Ekstremåret 2018 - og mulige framtidige ekstremår.....	107
10.2.3	Framtidig klima i Norge.....	112
10.3	Effekter av klimaendring på laks	113
10.3.1	Ferskvann.....	113
10.3.2	Sjøfasen.....	117
10.4	Effekter av klimaendring på sjørret	120
10.5	Effekter av klimaendring på sjørøye	121
10.6	Langtidseffekter og tilpasninger	122
10.7	Råd om tilpasninger av forvaltning.....	123
11	KLASSIFISERING AV TILSTANDEN I NORSKE LAKSEBESTANDER ETTER KVALITETSNORMEN ELLER FORENKLET VURDERING FOR 2015-2019	127
11.1	Vurdering av tilstand etter kvalitetsnorm.....	127
11.1.1	Delnorm gytebestandsmål og høstingspotensial	128
11.1.2	Delnorm genetisk integritet.....	130
11.1.3	Metoder for klassifisering etter kvalitetsnormen	132
11.2	Forenklet vurdering av tilstand	132
11.3	Klassifisering av bestandseffekter av ulike påvirkninger	134
11.4	Kvalitetsnormvurdering.....	137
11.5	Tilstand i alle bestander.....	142
11.6	Bestandseffekter av påvirkninger	144
11.6.1	Overbeskatning og beskatningsnivå	153
12	REFERANSER.....	188
VEDLEGG	209	
Vedlegg 1	Skjema sendt til Statsforvalterne	209
Vedlegg 2	Smittestatus per juni 2021 for vassdragene der dødelige typer av <i>G. salaris</i> for laks er påvist	214
Vedlegg 3	Identifisering av vandringshinder og beregning av infrastrukturindeks	215
Vedlegg 4	Sammendrag av resultat fra klassifiseringen for hvert fylke	224

STATUS FOR LAKS - OPPSUMMERING

Mengden laks som hvert år kommer fra havet til Norge er mer enn halvert siden 1980-tallet. Likevel er det flere laks som gyter i elvene. At det blir flere gytefisk selv om det kommer færre laks skyldes betydelige innskrenkninger av fisket, og redusert fiske har mer enn kompensert for tilbakegangen av andre årsaker.

Reduserte laksebestander skyldes både menneskelig aktivitet og lavere overlevelse i sjøen. Bestander i Midt-Norge og Vest-Norge er mest redusert, og negative effekter av lakseoppdrett har bidratt til dette. Rømt oppdrettslaks, lakselus og infeksjoner knyttet til fiskeoppdrett er de største truslene mot villaks. Det gjennomføres ikke tilstrekkelige tiltak til å stabilisere eller redusere disse truslene.

Vannkraftregulering og andre fysiske inngrep er også store trusler som reduserer laksebestandene, og flere tiltak kan gjøres for å bedre forholdene for laks. Pukkellaks er en ny trussel, og for å redusere risiko for skade på villaks er det behov for nasjonale og internasjonale tiltak.

Klimaendringene påvirker laksebestandene og forsterker behovet for å håndtere andre trusler, og sikre bestandenes evne til å tilpasse seg endringene.

En ny kartlegging av tilstanden for alle laksebestandene viste at bare én av fem laksebestander var i god eller svært god tilstand, mens over en tredel av bestandene var i dårlig eller svært dårlig tilstand. Tilstandene for bestandene i 2015-2019 var ikke forbedret sammenlignet med i 2010-2014, og det var ingen endring i hva som var de største negative påvirkningene.

SAMMENDRAG AV RAPPORTEN

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2021. Status for norske laksebestander i 2021. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 16, 227 s.

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning er et uavhengig råd opprettet av Miljødirektoratet, som vurderer bestandsstatus for norsk laks, trusselfaktorer, beskatningsnivå og andre tema som berører villaks. Medlemmene (13 forskere fra sju universiteter og institutt) er personlig oppnevnt.

Fangst og innsig av laks

I 2020 ble det rapportert fanget 148 000 laks i sjøen og elvene, med samlet vekt 527 tonn. Dette var en litt høyere fangst enn året før (2019: 136 000 laks/512 t), men var likevel den fjerde laveste fangsten siden 1980. I tillegg ble 29 000 laks (115 t) rapportert gjenutsatt. Av all laks fanget i elvene, ble 23 % gjenutsatt. Både andel og antallet gjenutsatt laks var større enn noe tidligere år.

Antallet laks som hvert år kommer tilbake som gytefisk fra havet til Norge (innsiget), er halvert siden 1980-tallet (**figur 1**). Innsiget i 2020 ble beregnet til 553 000 villaks, inkludert de som ble fanget i fisket. Innsiget i 2020 var det høyeste siden 2006, og var også høyere enn året før (2019: 481 000 laks).

Det er i hovedsak forekomsten av smålaks (< 3 kg) som er redusert siden 1980-tallet. Innsiget av smålaks har avtatt jevnt fra høye nivå midt på 1980-tallet, med unntak av en økning rundt år 2000, og har flatet ut på et lavt nivå fra 2010. Det var mer av den større laksen (≥ 3 kg) midt på 1980-tallet enn senere, men fra slutten av 1980-tallet har det ikke vært noen endringer i innsiget av større laks for landet sett under ett.

Utviklingen i laksebestandene er forskjellig i ulike deler av landet. Siden 1989 har det vært en nedgang i det samlede lakseinnsiget til Midt-Norge og Vest-Norge, og en økning til Nord-Norge (uten Tanavassdraget) og Sør-Norge. Innsiget av smålaks er redusert i hele landet, men mest i Midt-Norge og Vest-Norge. Innsiget av større laks er redusert i Midt-Norge, men har økt i resten av landet, og med en betydelig økning i Sør-Norge.

Tanavassdraget har hatt et markant redusert lakseinnsig sammenlignet med resten av Nord-Norge, med mer enn en halvering av innsiget siden 1989 (70 % reduksjon). Innsiget av både smålaks og større laks er betydelig redusert i Tanavassdraget. Innsiget i 2020 var det laveste observerte siden målingene startet i 1983. Det nest laveste innsiget var i 2019.

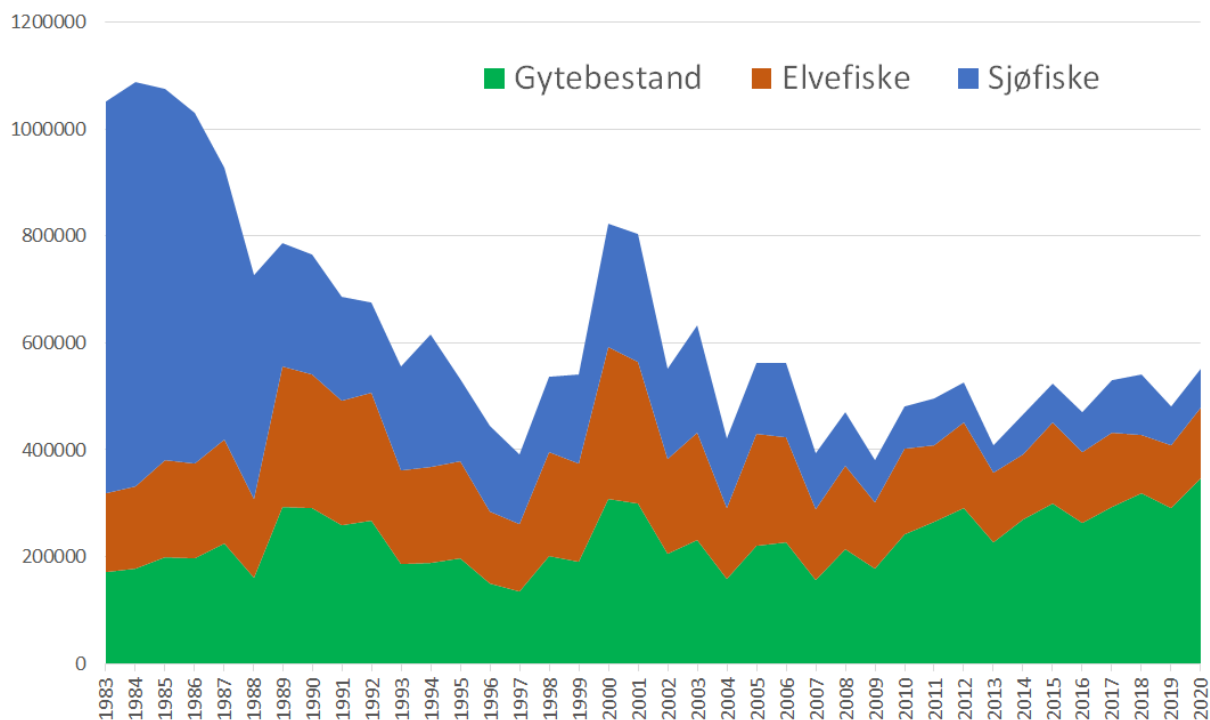
Laksens overlevelse i sjøen

I store deler av utbredelsesområdet har laksen hatt en lav overlevelse i sjøen de siste 20-25 årene sammenlignet med på 1970-1980-tallet. Tall fra Drammenselva og Imsa viser at det var en spesielt lav overlevelse midt på 2000-tallet. Dataserien fra Drammenselva ble ikke videreført etter dette. Overlevelsen har bedret seg noe for smolt som gikk ut fra Imsa etter 2008, men overlevelsen er fortsatt lav. I de beste årene på 1980-tallet var overlevelsen for laksen fra Imsa opp i 17 % fra de gikk ut som smolt til de kom tilbake til elva året etter. For smolt som gikk ut fra Imsa i 2009-2019 har overlevelsen bare vært 1-4 %. Det har vært begrenset kunnskap om variasjon i sjøoverlevelse langs norskekysten, men nå er det startet overvåking i flere elver slik at kunnskapsgrunnlaget blir bedre.

Nasjonale og regionale trender for oppnåelse av gytebestandsmål, beskatning og bestandsstatus

Oppnåelse av gytebestandsmål og beskatning ble vurdert for 202 laksebestander for 2017-2020. Forvaltningsmålet for en bestand er nådd når det i gjennomsnitt for de fire siste årene var minst 75

% sannsynlighet for at gytebestandsmålet var nådd. For hver bestand ble det vurdert om det var et høstbart overskudd. Høstbart overskudd er totalinnsiget minus gytebestandsmålet.



Figur 1. Beregnet antall laks som årlig har kommet inn til kysten av Norge og hvordan innsiget fordeler seg mellom sjølaksefiske, elvefiske og gytebestand (antall fiske som er igjen etter fangsten i sjøen og elvene) i perioden 1983-2020. Tallene er fra simuleringsmodellen for lakseinnsig til Norge, med bare midtverdiene av simuleringene for å bedre lesbarheten.

Forvaltningsmålene for perioden 2017-2020 var nådd eller sannsynligvis nådd for 92 % av bestandene (**figur 2 og 3**), usikkerhet i mål og vurdering av oppnåelse tatt i betraktning. Det har vært en klar forbedring i oppnåelsen av forvaltningsmålene siden 2009, med en markant økning i antall og andel bestander der målet var nådd (**figur 2**). Den langsiktige bedringen skyldes strengere reguleringer av fisket og dermed redusert beskatning, samt økt innsig av større laks (≥ 3 kg) til Vest-Norge i en periode fram til 2017. Det var imidlertid en viss forskyving mot dårligere måloppnåelse i 2019 og 2020, ved at det var en økning i antall bestander der forvaltningsmålene ikke er nådd eller langt fra nådd. Dette skyldes redusert høstbart overskudd i deler av regionene Vest-Norge og Midt-Norge.

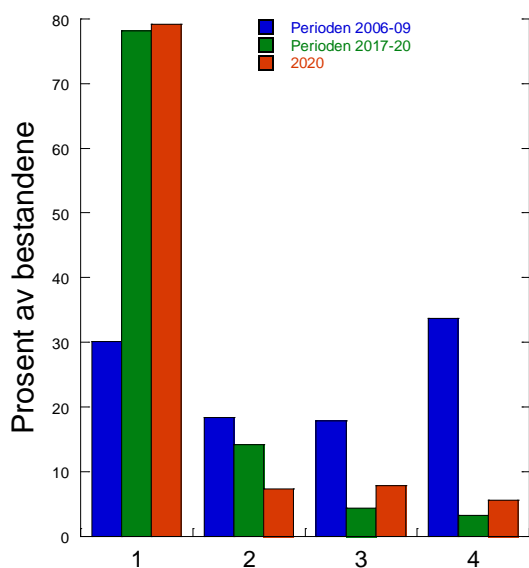
På 1980-tallet ble mer enn 60 % av laksen som kom fra havet til kysten (innsiget) fisket i sjøen (**figur 4**). Da drivgarnsfisket ble forbudt fra 1989 sank beskatningen. På 2000-tallet fortsatte reduksjonen i beskatningen i sjøen. I 2020 ble 13 % av innsiget fisket i sjøen. Andelen av innsiget fisket i elvene ble redusert fra 2011. I 2020 ble 24 % av innsiget fisket i elvene¹.

Beskatningen av laksen som kom opp i elvene har også blitt betydelig redusert siden 1980-tallet (**figur 4**). Fram til 2005 ble gjennomsnittlig 47 % av laksen som kom opp i elvene fisket, mens i 2019 og 2020 ble 28 % fisket. Det er imidlertid stor variasjon mellom vassdrag, og mange vassdrag har svært lav beskatning. Mange vassdrag har også blitt stengt for fiske.

¹ Med fiske her og i avsnittet nedenfor refereres det til avlivet fisk, ikke inkludert gjenutsatt fisk under laksefiske i elvene.

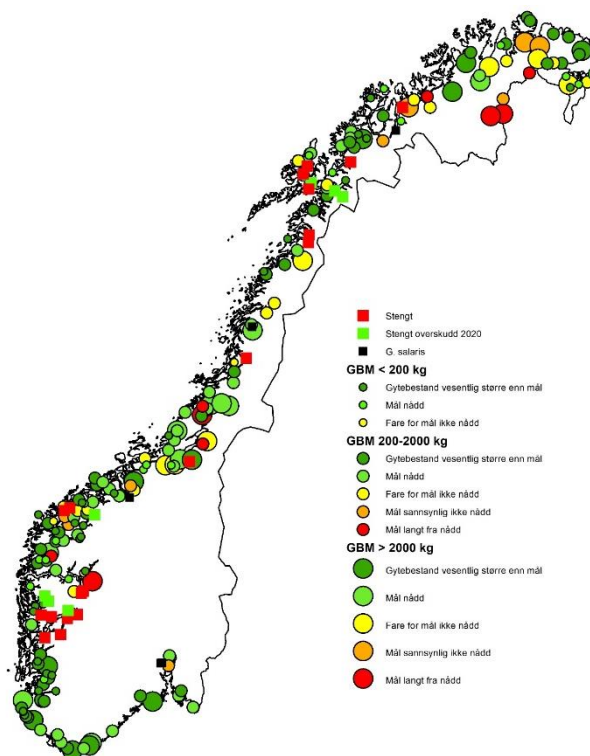
Redusert fiske har medført at antallet laks som gyter i elvene har økt de senere årene. Andelen av lakseinnsiget som var igjen til gyting etter fisket var mindre enn 20 % da drivgarnfisket foregikk (1983-88), men har deretter økt gradvis. I 2020 var andelen ca. 63 %.

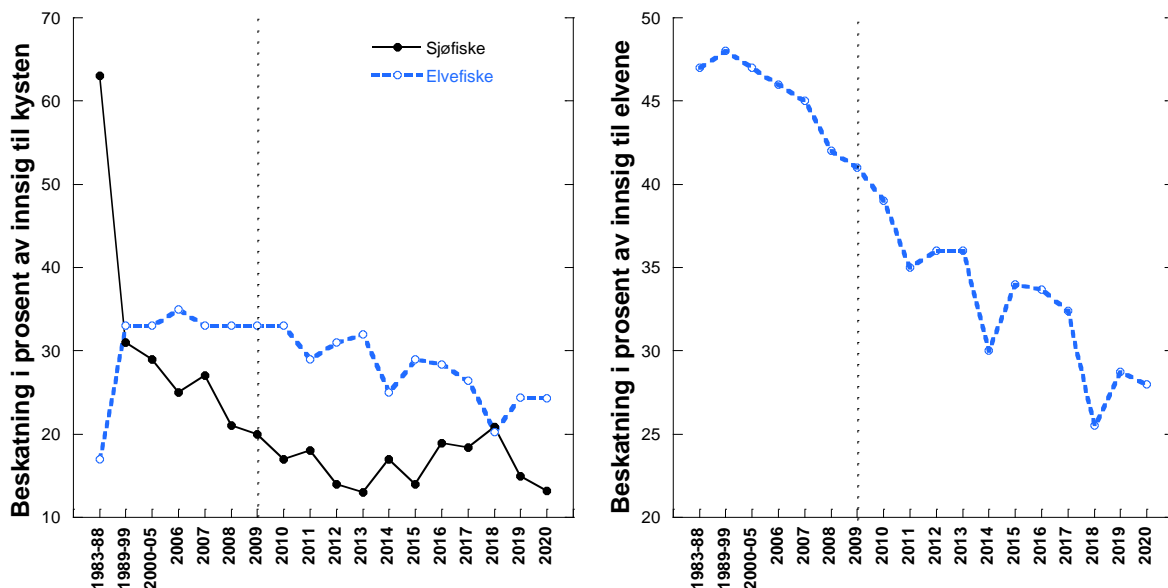
Bestandsstatus er god bare når gytebestandsmålet er nådd samtidig som det er et høstbart overskudd som kan fiskes på. Når en bestand ikke har et normalt høstbart overskudd tyder det på at lokale eller regionale faktorer har påvirket den negativt. En bestand som når gytebestandsmålet, men hvor høstingen er opphørt fordi det ikke er åpnet for fiske, eller er svært liten på grunn av strenge restriksjoner på fiske, har ikke god status. Klassifiseringen av bestandsstatus er den samme som brukes i vurdering etter kvalitetsnormen. Andel av bestandene som har god eller svært god status har i perioden 2010-2020 sett under ett økt noe, men økningen har ikke vært jevn (**figur 5**). Midt-Norge og Vest-Norge er de regionene som generelt har hatt dårligst bestandsstatus de siste årene, særlig Midt-Norge.



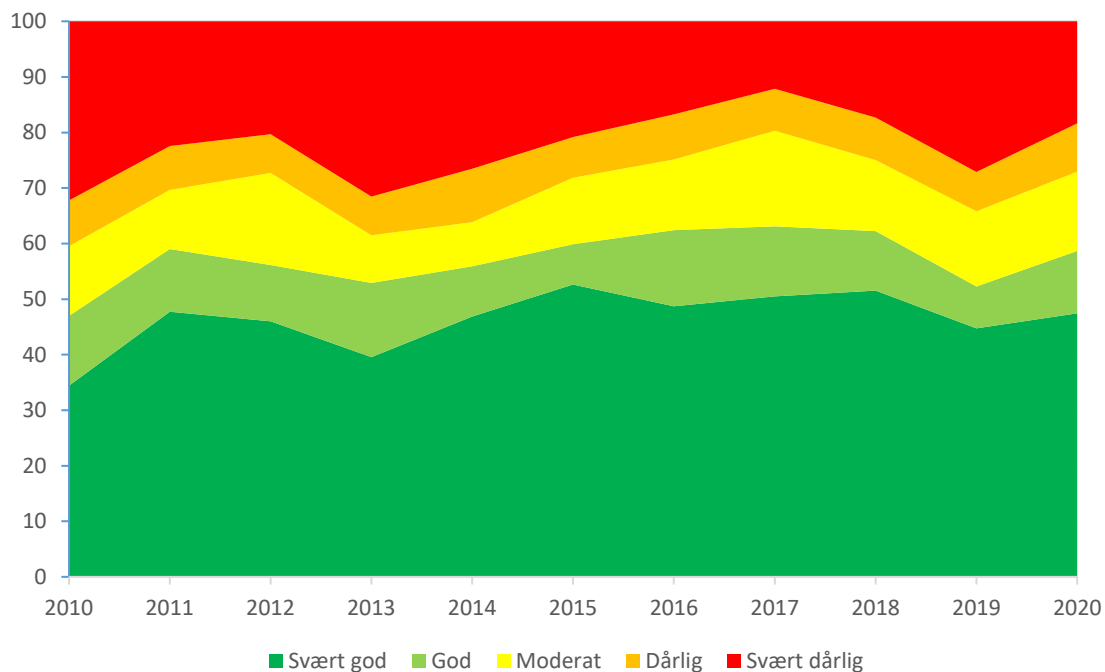
Figur 2. Andelen (%) av de vurderte laksebestandene som ble gitt vurdering 1 forvaltningsmålet er nådd, 2 fare for at forvaltningsmålet ikke er nådd, 3 sannsynlig at forvaltningsmålet ikke er nådd og 4 forvaltningsmålet langt fra nådd, basert på perioden 2006-2009, perioden 2017-2020, samt på gytebestandsmål for 2020 alene.

Figur 3. Vurdering av oppnåelse av forvaltningsmål for de enkelte vassdrag for perioden 2017-2020. Forvaltningsmålet var nådd i alle bestander med grønne sirkelsymbol. Størrelsen på symboler reflekterer størrelsen på gytebestandsmålet i vassdragene. Stengte vassdrag og vassdrag hvor det ikke ble gitt noen vurdering fordi bestanden er infisert med *G. salaris* er også vist. For stengte vassdrag er det vist om det sannsynligvis var eller ikke var et høstbart overskudd i 2020.





Figur 4. Venstre: Oversikt over andel av lakseinnsiget som ble beskattet i sjø- og elvefiske i periodene 1983-1988, 1989-1999 og 2000-2005 som gjennomsnitt, og deretter årlig (gitt som prosent av antallet laks). Høyre: Beskatning i elvefisket gitt som andel av laksen som kom opp i elvene (etter sjøfangsten) for den samme perioden. Stiplet linje angir året da forvaltning etter gytebestandsmål ble innført. Merk at y-aksen i de to figurene har forskjellig skala.



Figur 5. Andel bestander med ulik bestandsstatus (fra svært god til svært dårlig) for årene 2010-2020. Bestandsstatusen er vurdert ut fra om bestandene nådde gytebestandsmålene og hadde normale høstbare overskudd. Klassifiseringen er bygd på samme system som vurdering av gytebestandsmål og høstingspotensial i kvalitetsnorm for villaks. Antallet bestander som inngår i analysen hvert år varierer mellom 181 og 202.

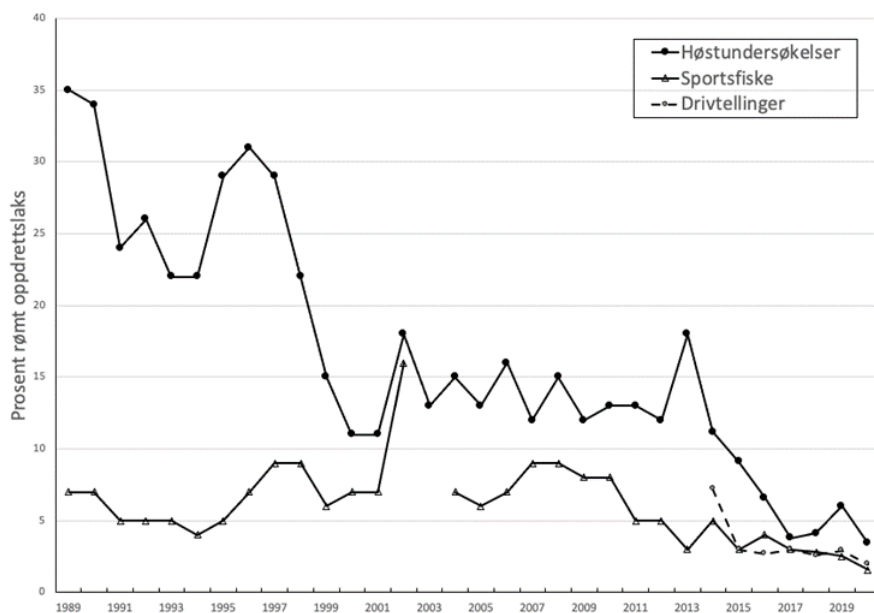
Rømt oppdrettslaks

I 2020 ble det produsert ca. 1 393 000 tonn oppdrettslaks i Norge. Det ble rapportert at 43 000 laks rømte fra oppdrettsanlegg i 2020. I gjennomsnitt de siste ti årene ble 168 000 laks rapportert rømt per år. Antallet laks som hadde rømt var trolig to til fire ganger høyere enn de rapporterte tallene for perioden 2005-2011. Nyere undersøkelser av hvor mye av lakserømmingene som rapporteres, finnes så vidt vi vet ikke. Omfanget av urapportert rømming er trolig redusert, men det er fortsatt usikkerhet tilknyttet rømmingsstatistikken.

Andelen rømt oppdrettslaks i sportsfiskefangster i undersøkte elver har vært gjennomsnittlig 3-9 % i de fleste årene siden 1989 (**figur 6**). I 2020 var gjennomsnittet 1,5 %. Andelen rømt oppdrettslaks har vært større om høsten før gyting, noe som blant annet kan skyldes at oppdrettslaksen ofte kommer senere opp i elvene enn villaksen. Andelen rømt oppdrettslaks om høsten var i gjennomsnitt 3,4 % i 2020, og dette var det laveste nivået i tidsserien (**figur 6**). Til sammenligning var gjennomsnittlig andel over 20 % i årene 1989-1998. I de siste ti årene har andelen om høsten variert mellom 1,6 og 14 %. Andelen rømt oppdrettslaks under overvåkingen om høsten har vært synkende de ti siste årene.

Genetiske undersøkelser viser at det har skjedd en innblanding av oppdrettslaks i minst 150 norske laksebestander, fordi rømt oppdrettslaks gyter i elvene. Til tross for at mesteparten av oppdrettslaksen som rømmer ikke observeres igjen, så vandrer noen av dem opp i elver over hele landet, og det er en viss sammenheng mellom oppdrettsaktivitet i nærområdet og økt forekomst av rømt oppdrettslaks i elvene.

Dokumentasjonen på at innblanding av rømt oppdrettslaks medfører negative økologiske og genetiske effekter på norsk villaks er ytterligere forsterket. Selv om andelen rømt oppdrettslaks i prøver fra gytebestandene har gått ned de senere årene, så er andelen likevel så høy i mange vassdrag at det er nødvendig å forsterke tiltakene for å redusere rømminger og gyting av rømt oppdrettslaks i lakseelvene. Mange laksebestander er allerede genetisk påvirket av innkryssing av rømt oppdrettslaks, samtidig som de vedvarende tilføres ny rømt oppdrettslaks. Dette medfører at sjansen for å kunne gjenvinne den opprinnelige genetiske sammensetningen i de ville bestandene reduseres. Målene om å bevare bestandenes genetiske integritet og genetiske variasjon kan ikke nås med de nivåene av rømt oppdrettslaks som overvåkingen antyder for mange vassdrag de senere årene. I tillegg til at bestandene endres genetisk på grunn av innkryssing av rømt oppdrettslaks, viser undersøkelser at produksjon og overlevelse av villaks vil reduseres på grunn av slik innkryssing. Rømt oppdrettslaks er en av de største truslene mot norsk villaks.



Figur 6. Innslaget av rømt oppdrettslaks i prøver fra sportsfiske og fiske like før gyting om høsten i perioden 1989-2020. Data er gitt som gjennomsnittlig andel rømt oppdrettslaks i fangstene for elvene som er med i overvåkingen.

Lakselus

Vitenskapsrådet har tidligere vist at lakseinnsiget er redusert på grunn av lakselus. For perioden 2010-2014 beregnet vi et årlig tap i innsiget av laks til Norge på grunn av lakselus på ca. 50 000 laks. Tilsvarende beregninger tilsier et samlet tapt innsig på ca. 29 000 i 2018 og 39 000 laks i 2019 på grunn av lakselus. Tapet økte fra 2018 til 2019 fordi flere bestander ble sterkt påvirket over et større geografisk område. Det er særlig i Sognefjorden og på Sunnmøre at effekten av lakselus har økt i de senere årene, og hvor bestandsstatusen for laks har blitt svært dårlig i flere vassdrag.

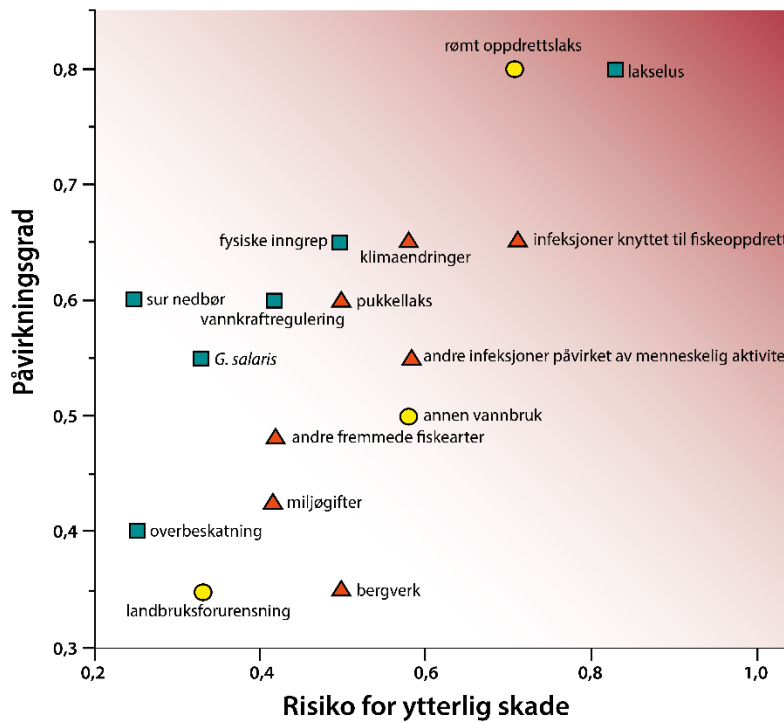
Beregningene er basert på modeller for smoltdødelighet fra Havforskningsinstituttet. Våre analyser viser at det er godt samsvar mellom Havforskningsinstituttets beregninger for smoltdødelighet og hvor mye laks som kommer tilbake til elvene etter sjøvandringen ett til tre år senere, at dødelighet på grunn av lakselus gir bestandseffekter i form av redusert innsig av laks, og at beregningene av smoltdødelighet i Havforskningsinstituttets modeller gir realistiske resultat. Det pågår nå mer omfattende analyser av sammenhenger mellom lakseinnsiget beregnet av vitenskapsrådet og modellestimatene for smoltdødelighet fra Havforskningsinstituttet som dekker alle år fra 2012.

Rangering av trusselfaktorer

Vitenskapsrådet vurderer menneskeskapt trusselfaktorer ut fra påvirkningen de har på laksebestandene. Dette gjøres ut fra en vurdering av redusert produksjon og eventuelt tap av bestander, samt risikoen for at truslene medfører ytterligere framtidig redusert produksjon og tap av bestander (**figur 7**).

Rømt oppdrettslaks og lakselus er de største truslene mot villaks (**figur 7**). Både rømt oppdrettslaks og lakselus har store påvirkninger på laksebestandene og framstår som ikke-stabiliserte trusler. Lakselus har den største risikoen for å gjøre ytterligere skade. Lakselus vil bare under høye infeksjonstrykk over flere år være en bestandstrussel alene, men sammen med andre trusler, og spesielt rømt oppdrettslaks, kan lakselus true bestander. Antallet laksebestander som vurderes som kritisk truet på grunn av lakselus har økt de senere årene. Det har vært kronisk høy dødelighet på grunn av lakselus i en del bestander og områder over mange år, samtidig som en del bestander i disse områdene er svært lave. Flere faktorer påvirker disse bestandene, men det er sannsynlig at lakselus er hovedårsaken til at disse bestandene ikke kommer opp på et nivå der gytebestandsmål og normalt høstbart overskudd oppnås, selv etter mange år uten fangst. Rømt

oppdrettslaks er en trussel mot bestandenes genetiske integritet, og bidrar til reduserte laksebestander. Infeksjoner knyttet til fiskeoppdrett er også en betydelig trussel. Kunnskap om effekten er imidlertid dårlig, og usikkerheten om framtidig utvikling er stor. Det er behov for mer kunnskap om slike infeksjoner. Manglende kunnskap kan medføre at dette er en trussel som undervurderes.



Figur 7. Vurdering av påvirkningsfaktorer og bestandstrusler for norske laksebestander. Bakgrunnsfargen illustrerer alvorlighetsgrad (mørk farge mest alvorlig). Fargene på punktene symboliserer god kunnskap og lav usikkerhet om utvikling (grønn), moderat kunnskap og moderat usikkerhet om utvikling (gul), og dårlig kunnskap og stor usikkerhet om utvikling (rød).

Blant de andre store truslene mot laks er vannkraftregulering, andre fysiske inngrep og sur nedbør, men disse framstår med lavere risiko for ytterligere framtidig redusert produksjon og tap av bestander enn de tre faktorene som er knyttet til fiskeoppdrett. Vannkraftreguleringer og andre fysiske inngrep er trusler mot laks der det ikke er stor fare for forverring av situasjonen. Det er imidlertid mulig å gjennomføre mange flere tiltak for å redusere negative effekter av kraftregulering og andre fysiske inngrep. Metoder for å gjøre tiltak i berørte vassdrag er godt utviklet og tilgjengelige for de som ønsker å ta dem i bruk. Sur nedbør har på grunn av omfattende kalkingstiltak og reduserte utslipp liten risiko for ytterligere skade. Pukkellaks er en ny trussel som også er blant de store truslene, og kunnskapen om effekten er dårlig og usikkerheten om framtidig utvikling stor. For å redusere risiko for skade på villaks er det behov for nasjonale og internasjonale tiltak mot pukkellaks. Annen vannbruk enn til kraftproduksjon, som til settefiskanlegg for lakseoppdrett eller kultivering, eller vanninntak til industri og landbruk, vurderes som en større trussel enn ved tidligere trusselvurderinger.

Klimaet er i rask endring, og klimaendring er vurdert som en større trussel enn ved tidligere vurderinger, både når det gjelder påvirkning og risiko for ytterligere endringer. Reduksjoner av karbonutslipp er nødvendige tiltak, og en global utfordring. For forvaltningen av laks er klimaendring en trussel som først og fremst øker betydningen av å ha store og robuste laksebestander som er i stand til å møte de raske endringene. Trusler som rømt oppdrettslaks, lakselus, andre infeksjoner knyttet til lakseoppdrett, fysiske inngrep i vassdrag, negative effekter av fremmede arter, forurensning og andre blir enda større når de skjer i et endret klima, og behovene for tiltak mot disse andre truslene øker. Det samme er tilfelle for effekter av regulering av vassdrag

for kraftproduksjon, men regulering kan i en del tilfeller tilpasses slik at det bidrar til reduserte effekter av klimaendring.

Parasitten *G. salaris* vurderes som en stadig mindre trussel, og både påvirkning og risiko for ytterligere skade er lavere enn tidligere. Dette er fordi bekjempelsestiltakene har vært vellykket og fordi stedeegne bestander av laks gjenoppbygges i de fleste smittede vassdrag, samt at det arbeides med nye tiltaksplaner i de vassdragene der parasitten fortsatt finnes. Tiltakene har redusert risikoen for spredning til nye vassdrag.

Overbeskatning påvirker laks i liten grad. Årsaken er god effekt av innstramminger av fisket i sjøen og elvene. Risiko for ytterligere skade er redusert med store innskrenkninger i fisket, inkludert stenging av fisket i Tanavassdraget og sjøområdene utenfor i 2021.

Samlet vurdering av status for laks i 2021

Innsiget av laks fra havet til Norge har avtatt. Tidlig på 1980-tallet kom det mer enn 1 million laks fra havet hvert år, mens de siste fem årene har gjennomsnittet vært på 515 000 laks. Innsiget er altså halvert i løpet av de siste 37 årene.

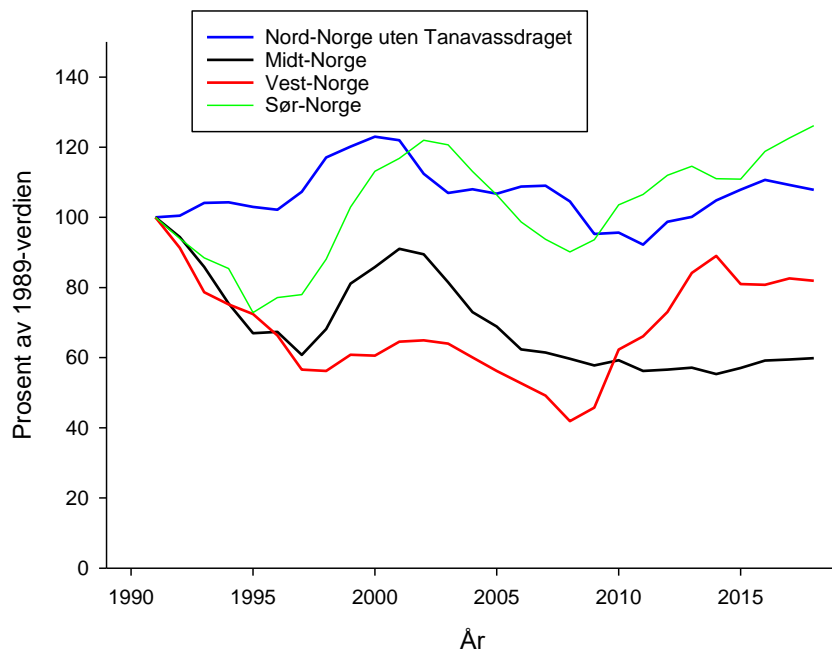
Reduserte bestander har medført at det høstbare overskuddet av laks som kan fiskes er betydelig mindre. Nedgangen i laksebestandene har medført at fisket har blitt strammet inn både i sjø og elver, og fangstene har blitt betydelig redusert. De årlige fangstene i sjø og elver har blitt redusert fra ca. 1500 tonn på 1980-tallet til ca. 500-600 tonn i de siste årene. Denne reduksjonen av fisket har medført at det fortsatt er nok gytefisk i de fleste elvene, selv om laksebestandene har gått tilbake.

Redusert mengde villaks skyldes delvis at laksen har lav overlevelse i sjøen. Økt alder ved kjønnsmodning har også bidratt til færre laks. Lokale og regionale faktorer påvirker imidlertid villaksen i stor grad, slik at utviklingen i laksebestandene er forskjellig i de ulike landsdelene (**figur 9**). I Sør-Norge har laksebestandene økt på grunn av omfattende kalkingstiltak og reetablering av laksebestander i vassdrag som var rammet av sur nedbør. Innsiget til Nord-Norge er relativt stabilt. Unntaket er innsiget til Tanavassdraget, som har avtatt markant, og som de siste årene har vært mindre enn halvparten så stort som på slutten av 1980-tallet. I 2020 var innsiget til Tanavassdraget på laveste registrerte nivå noen gang. Laksebestandene i Tanavassdraget har dårlig status, og overbeskatning er eneste kjente påvirkning. Beskatningen er nå redusert, og i 2021 ble fisket stengt i hele vassdraget og nærliggende sjøområder.

I kontrast til utviklingen i de andre regionene har innsiget av laks til Vest-Norge og Midt-Norge avtatt betydelig etter 1989. Vest-Norge hadde lenge den dårligste utviklingen i innsiget, mens nå er reduksjonen størst i Midt-Norge. I både Vest-Norge og Midt-Norge har påvirkning fra lakseoppdrett bidratt til reduserte laksebestander. Antall bestander hardt rammet av lakselus har økt de senere årene, og de hardt rammede områdene har blitt større. I de tre siste årene har det vært særlig høyt smittepress av lakselus i de mest oppdrettsintensive områdene på Vestlandet. Det var spesielt høyt smittepress i Sognefjorden og på Sunnmøre i 2019. I 2020 var smittenivået fortsatt høyt i disse fjordene, men noe lavere enn året før. I 2020 økte smittepresset i Ryfylke og Hardangerfjorden. Foreløpige resultater fra 2021 tyder på at påslaget av lakselus på utvandrende laksesmolt var svært høyt både i Hardanger og Sognefjorden.

En markant utvikling i de siste tre år er at laksebestandene i indre deler av Sognefjorden og Sunnmørsfjordene har blitt sterkt påvirket av lakselus og har en særlig negativ utvikling i innsig og høstbart overskudd sammenlignet med de andre bestandene innenfor sin region. Tilstanden for flere bestander i indre del av Sognefjorden har blitt dårligere, med betydelig reduserte lakseinnsig, ned mot et kritisk nivå for flere bestander de tre siste årene. Bestandene i Sunnmørsfjordene hadde større overskudd enn resten av Midt-Norge fram til 2017, men dette ble fulgt av en markant reduksjon i årene 2018 til 2020. Kombinasjonen av generell lav sjøoverlevelse, svært høyt smittepress fra lakselus og andre påvirkninger gjør at bestandstilstanden har blitt kritisk i flere

bestander i Sognefjorden og Sunnmørsfjordene. Den dårlige situasjonen i disse fjordene kommer i tillegg til den mangeårige dårlige bestandsstatusen i Hardangerfjorden.



Figur 9. Utviklingen av lakseinnsiget fra havet til Sør-Norge (fra Østfold til og med Rogaland), Vest-Norge (Vestland), Midt-Norge (fra Stad til Vesterålen) og Nord-Norge uten Tanavassdraget (fra Vesterålen til grensa mot Russland) fra 1989 til 2020, gitt som prosent av 1989-verdien. Data er fra bevegelig femårs gjennomsnitt, slik at første verdi (1991) er gjennomsnittet for årene 1989-93, og siste verdi (2017) er gjennomsnittet for årene 2016-2020. Innsiget er gitt for alle størrelsesgrupper laks samlet.

Effekter av klimaendringer og råd om tilpasning av forvaltning

Klimaet påvirker livet til laks, sjørret og sjørøye gjennom alle livsstadier gjennom endringer i temperaturforhold, nedbørsforhold, vannkvalitet og andre miljøfaktorer. Kunnskapen om hvordan ulike klimafaktorer påvirker fisken i ferskvannsfasen er omfattende, mens det finnes betydelig mindre kunnskap om sjøfasen.

Fisk reagerer på endringer i klima på ulike måter. Mange egenskaper kan justeres av det enkelte individ, og kan dermed endres relativt raskt som respons på miljøendringer. Andre egenskaper kan, dersom de har en betydelig arvelighet, endres gjennom naturlig utvalg. Dette tar imidlertid flere generasjoner. Det er lite kunnskap om hvordan klimaendringer på sikt vil medføre genetiske og økologiske endringer og tilpasninger hos ulike laksebestander. Siden laksebestander er genetisk forskjellige, og dessuten vil oppleve ulike klimaendringer, er det sannsynlig at ulike bestander vil respondere ulikt på klimaendringer. Som en føre-var-tilnærming bør det legges vekt på å bevare bestandenes genetiske variasjon og integritet og dermed deres evne til å kunne tilpasse seg nye og endrede miljøforhold.

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning har oppsummert føre-var-baserte råd om tilpasninger av lakseforvaltningen til klimaendringer:

Klimaendringer er en global trussel, som allerede påvirker laksebestander, og som kommer til å påvirke laksebestander i stor grad i framtida. Reduksjoner av karbonutslipp er nødvendige tiltak, men disse tiltakene ligger utenfor rekkevidden av lakseforvaltningen og forvaltningen av annen aktivitet som truer laksebestandene. Klimaendring er derfor en trussel mot laksebestandene som først og fremst får betydning for hvordan forvaltningen bør håndtere andre trusler mot laksebestandene.

Klimaendringer påvirker laksens leveområder og miljø i alle faser av laksens liv. Selv om noen lokale tiltak kan gjøres for å motvirke endringer av vannføring og vanntemperatur i vassdragene, så medfører klimaendring endringer i rammevilkårene for laks som bør tas hensyn til

når andre trusler vurderes. Klimaendring er en trussel som først og fremst øker betydningen av å ha store og genetisk variable laksebestander som er i stand til å møte de raske endringene.

Klimaendringer forsterker de negative effektene av andre trusler mot laksebestandene. Trusler som rømt oppdrettslaks, lakselus, andre infeksjoner knyttet til lakseoppdrett, fysiske inngrep i vassdrag, negative effekter av fremmede arter, forurensing og andre blir enda større når de skjer i et endret klima. Klimaendringer medfører at behovene for tiltak mot disse andre truslene øker. Det samme er tilfelle for effekter av regulering av vassdrag for kraftproduksjon, men regulering kan i en del tilfeller tilpasses slik at det bidrar til reduserte effekter av klimaendring.

1. Klimaendringer vil trolig forskyve tyngdepunktet for utbredelsen av laks nordover slik at Norge i enda større grad enn i dag vil forvalte en stor del av verdens laksebestander, og at ansvaret for å ta vare på arten i enda større grad kommer til å hvile på Norge.

2. Økt dødelighet i sjøen som et resultat av klimaendringer er en utfordring for forvaltningen, fordi det er vanskelig å sette inn målrettede tiltak. Forvaltningsstrategier som maksimerer naturlig smoltproduksjonen i ferskvann vil imidlertid bidra til å styrke laksebestander også mot negative påvirkninger i havet. Sterke smoltårsklasser bidrar til at flere gytefisk kommer tilbake, og i perioder med lav sjøoverlevelse er det viktigere enn noen gang å styrke bestandene i ferskvann.

3. Langtidsutviklingen i laksebestandene vil i stor grad avhenge av bestandenes tilpasningsevne. Det er derfor avgjørende at bestandenes genetiske integritet og genetiske variasjon innen og mellom bestander bevares slik at råmateriale for evolusjonær endring bevares. Klimaendringene forsterker dermed betydningen av at innblandingen av rømt oppdrettsfisk reduseres til ikke-skadelige nivå, kultiveringsutsetninger kommer innenfor trygge genetiske, økologiske og sykdomsmessige rammer, og den effektive bestandsstørrelsen holdes nær maksimum gjennom reguleringer av fiske og andre tiltak som sikrer tilstrekkelig antall gytefisk og at variasjonen i livshistorie opprettholdes (se også 4).

4. I regulerte vassdrag bør det settes søkelys på strategier for bruk av nye vannressurser (økt nedbør i deler av landet) som kommer laksen til gode. Dette er særlig aktuelt i forbindelse med de mange vilkårsrevisjonene som sannsynligvis kommer opp i årene som kommer. Her bør både flomdemping og vannslipp som beskytter mot lavvannsperioder i større grad vurderes. Tiltak knyttet til vannføring, men også fysiske tiltak i vassdragene, bør både ha økt produksjon og bevaring av livshistorievariasjon som mål.

5. Områder med stor negativ effekt av lakselus på villfiskbestander vil trolig øke og utvides nordover som en følge av at økt oppvarming av fjordområder og kyst vil skje tidligere på sesongen. Dette vil medføre større produksjon av lakselus. Dette bør tas det hensyn til i arealplanlegging knyttet til lakseoppdrett.

6. Tålegrensen for lakselus, i form av antall lakselus per smolt, vil reduseres for bestander der smoltstørrelsen avtar som følge av økt vekst og lavere smoltalder. Dette vil ha betydning for grenseverdier for lakselus i lakseoppdrett, fordi smolten som skal beskyttes tåler mindre smittepress. Tidligere smoltutvandring kan også gjøre at tidspunkt for tiltak bør justeres. Økning i temperatur vil også kunne endre skaden som påføres fra hver enkelt lakselus, ettersom utviklingshastigheten til lakselus vil øke raskere enn veksten til laksesmolt.

7. Hyppigere flommer vil føre til behov for flomsikring for å verne bebyggelse og infrastruktur. Sikringstiltak bør i større grad enn i dag ta hensyn til fiskebestandene. En bør unngå å innsnevre, kanalisere og lukke vassdrag, og i stedet håndtere flomrisiko ved å restaurere naturlige elveløp og flomsoner langs elvene. Dette inkluderer å tilbakeføre elvesletter og sideløp, restaurere myr og våtmark, og gjenåpne bekker og fjerne terskler og dammer for å øke avløpskapasitet. Nødvendig erosjonssikring bør utformes på en miljøvennlig måte, for eksempel ved å tillate naturlig kantvegetasjon og opprettholde naturlig elvemorfologi.

Klassifisering av tilstanden i norske laksebestander etter kvalitetsnormen eller forenklet vurdering for 2015-2019

Tilstanden i 449 laksebestander ble klassifisert ut fra bestandsdata fra perioden 2015-2019. Effekten av ulike menneskeskapte påvirkningsfaktorer for de ulike bestandene ble også klassifisert. For 185 bestander fantes det tilstrekkelig data for en formell vurdering etter kvalitetsnorm for villaks, mens for 264 bestander ble det gjort en vurdering av tilstanden etter et forenklet system som samsvarer med kvalitetsnormen.

Bare én av fem laksebestander var i god eller svært god tilstand (21 %), 37 % av bestandene var i moderat tilstand, 38 % i dårlig eller svært dårlig tilstand, og 4 % var under reetablering etter behandling mot parasitten *Gyrodactylus salaris*, når alle laksebestander inkluderes, enten de ble vurdert etter kvalitetsnorm for villaks eller ved forenklet vurdering. En oppsummering av bestandene som ble vurdert etter kvalitetsnormen, viste det samme bildet; 18 % av bestandene var i god eller svært god tilstand, 30 % av bestandene var i moderat tilstand, og over halvparten (52 %) var i dårlig eller svært dårlig tilstand.

Den største negative påvirkningen ut fra antall berørte bestander, uavhengig av størrelsen på effekten, var rømt oppdrettslaks, fulgt av lakselus, vannkraftregulering og arealinngrep. Ut fra størrelsen på effekten i form av redusert bestandsstørrelse, var det de samme fire påvirkningene som var de største, men da med lakselus med størst negativ effekt, fulgt av rømt oppdrettslaks, vannkraftregulering og arealinngrep. Rømt oppdrettslaks har imidlertid ikke bare effekt på bestandsstørrelse, men negative genetiske endringer av bestandene er også dokumentert. Pukkellaks påvirket også et stort antall bestander, men bestandseffekter ble ikke vurdert på grunn av manglende kunnskap.

Tilstandene for bestandene i 2015-2019 var ikke forbedret sammenlignet med tidligere vurdering (2010-2014). Det var heller ingen endring i hva som var de største menneskeskapte påvirkningene på bestandene.

VITENSKAPELIG RÅD FOR LAKSEFORVALTNING

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning er et uavhengig råd opprettet av Direktoratet for naturforvaltning (nå Miljødirektoratet) i 2009. Hovedoppgaver er å:

- 1) beskrive bestandsstatus for laks når det gjelder gytebestandsmål og trusselnivå,
- 2) utarbeide prognoser for innsig av laks,
- 3) gi råd om beskatningsnivået, og
- 4) gi råd om andre spesifiserte tema.

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning skal foreta analyser og vurderinger innenfor rammene av naturmangfoldloven, lakse- og innlandsfiskloven, Den nordatlantiske laksevernorganisasjonen (NASCO) sine retningslinjer for føre-var tilnærmingen, Det internasjonale havforskningsrådet (ICES) sine tilrådninger, samt vedtatte nasjonale målsettinger for lakseforvaltning jf. føringene i St.prp. nr. 32 Om vern av villaksen og ferdigstilling av nasjonale laksevassdrag og laksefjorder. Basert på eksisterende vitenskapelig kunnskap skal det gis råd i henhold til mandat og årlige spørsmål.

Leder og medlemmer av Vitenskapelig råd for lakseforvaltning er oppnevnt av Miljødirektoratet. Rådet er sammensatt slik at de viktigste problemstillingene som skal belyses er dekket med minst ett medlem med spesialkompetanse innenfor feltet. Medlemmene er personlig oppnevnt og representerer dermed ikke den institusjonen de er ansatt i. Medlemmene oppnevnes for fire år av gangen, og nåværende medlemmer er oppnevnt for perioden 2021-2024. Norsk institutt for naturforskning (NINA) har sekretariatsfunksjon.

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning utarbeider årlig en rapport i egen rapportserie som beskriver status og utvikling for laks. Rapporten skal være forvaltningens sentrale dokument når det gjelder sammenstilling av kunnskapsgrunnlaget for forvaltning av laks. I tillegg til årlig tilstandsrapport utarbeider vitenskapsrådet temarapporter som dekker ulike tema, etter oppdrag fra forvaltningen eller eget initiativ, i en egen temarapportserie. Rådet kan ved behov hente inn bidrag fra eksperter utenfor rådet. Disse svarer ikke for de vurderinger og råd som blir gitt.

Vitenskapsrådet takker alle som har bidratt med informasjon om beskatningsnivå i elvene, og spesielt de som gjennomfører gytefisktellinger eller drifter ulike telleordninger. Tidligere medlem av vitenskapsrådet Atle Hindar, NIVA, takkes for arbeid med å lage første utkast til kapitlet om effekter av klima. Stephanie Mayer, NORCE og Bjerknessenteret, takkes også for viktige bidrag til dette kapitlet. Vi takker Øystein Solberg, NINA, for utvikling og drift av nettløsningen som viser status for de ulike bestandene, og Astrid Raunsgard, NINA, for hjelp med å lage R-skript til bestandsvurderingene. Ingrid A. Johnsen og hennes kolleger ved Havforskningsinstituttet takkes for tilgang til data fra modellen som beregner dødelighet på grunn av lakselus hos postsmolt. Vegar Bakkestuen, NINA, takkes for å ha identifisere vandringshindre i sidevassdrag og for å ha skaffet GIS-baserte arealdata for ulike påvirkninger.

Rådet skal søke å bli enige om teksten i rapportene uten at dette går på bekostning av deres tydelighet. Ved eventuell uenighet om teksten vektlegges synspunkter fra den/de av rådets medlemmer som er eksperter på det/de aktuelle tema. Det skal gis en konkret beskrivelse i rapportene av hva en eventuell uenighet består av.

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning har følgende sammensetning:

LEDER:

Torbjørn Forseth

ANDRE MEDLEMMER:

Sigurd Einum, Peder Fiske, Morten Falkegård, Øyvind A. Garmo, Åse Helen Garseth, Helge Skoglund, Monica F. Solberg, Eva B. Thorstad, Kjell Rong Utne, Knut Wiik Vollset, Asbjørn Vøllestad og Vidar Wennevik

SEKRETARIAT:

Eva B. Thorstad (leder), Peder Fiske, Torbjørn Forseth og Randi Saksgård

Det er ikke uenighet blant medlemmene av vitenskapsrådet om teksten i noen deler av denne rapporten.

MEDLEMMER AV VITENSKAPELIG RÅD FOR LAKSEFORVALTNING



Torbjørn Forseth, Dr. scient

Stilling: Seniorforsker, Norsk institutt for naturforskning (NINA)

e-post: torbjorn.forseth@nina.no

Hovedarbeidsområder, laksefisk: Effekter av vassdragsreguleringer, fiskevandring og tiltak, klimaeffekter, lokal forvaltning, gytebestandsmål, habitatbruk og vekst.

Har også jobbet med: Parasitter, sykdom og sur nedbør. 80 internasjonale publikasjoner og > 100 tekniske rapporter.



Sigurd Einum, Dr. scient.

Stilling: Professor, Senter for Biodiversitetsdynamikk, Inst. Biol., NTNU

e-post: sigurd.einum@ntnu.no

Hovedarbeidsområder, laksefisk: Populasjonsdynamikk, populasjonsøkologi, livshistorie, maternale effekter, evolusjon.

Har også jobbet med: Interaksjoner mellom vill- og oppdrettslaks, effekter av vassdragsregulering, zooplankton evolusjonær økologi. 87 internasjonale publikasjoner og 7 bokkapitler/bøker.



Peder Fiske, Dr. scient.

Stilling: Seniorforsker, Norsk institutt for naturforskning (NINA)

e-post: peder.fiske@nina.no

Hovedarbeidsområder, laksefisk: Overvåking av bestandssammensetning, estimering av bestandsstørrelse, effekter av rømt oppdrettslaks og beskatning.

Har også jobbet med: Vandring i ferskvann og sjøen, atferd, effekter av vassdragsregulering og fang og slipp fiske. Medlem i ICES Working Group on North Atlantic Salmon som årlig vurderer bestandssituasjonen for laks. 54 internasjonale publikasjoner og 85 tekniske rapporter.



Morten Falkegård, Dr. scient.

Stilling: Forsker, Norsk institutt for naturforskning (NINA)

e-post: morten.falkegard@nina.no

Hovedarbeidsområder, laksefisk: Habitatbruk, diett, atferd og vandring, produksjon, beskatning, forvaltning og overvåking.

Har også jobbet med: Introduerte arter og ferskvannsbunndyr. 12 internasjonale publikasjoner og 30 tekniske rapporter.



Øyvind A. Garmo, PhD

Stilling: Forsker og regionleder, Norsk institutt for vannforskning (NIVA)

E-post: oyvind.garmo@niva.no

Hovedarbeidsområder, laksefisk: Forsuring og kalking; kjemiske tiltak (ALS og klor) mot lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*; vannkjemiske effekter.

Har også jobbet med: Metaller, miljøgifter, tiltak mot forurensning. > 20 internasjonale publikasjoner og >80 tekniske rapporter og populærvitenskapelige artikler.



Åse Helen Garseth, Veterinær, PhD

Stilling: Seniorforsker og fagsvarlig for villfiskhelse ved Veterinærinstituttet
e-post: ase-helen.garseth@vetinst.no

Hovedarbeidsområder, laksefisk: Forskning, helseovervåking, risikovurderinger, rådgivning og kunnskapsstøtte til forvaltningen innen biosikkerhet og helse hos vill, kultivert og oppdrettet laksefisk. Smittedynamikk og interaksjon mellom ville og oppdrettede laksefisk.

Har også jobbet med: Helsetjenesten for kultiveringsanlegg, genbank for villaks, forvaltning (Dyrehelsetilsynet), fiskehelsetjeneste for kommersielt oppdrett. 12 internasjonale publikasjoner, 2 bokkapitler og > 50 tekniske rapporter og populærvitenskapelige artikler.



Helge Skoglund, Phd

Stilling: Forsker, Laboratorium for ferskvannsökologi og innlandsfiske (LFI) v/ NORCE, Norwegian Research Center AS, Bergen.

E-post: hesk@norceresearch.no

Hovedarbeidsområder, laksefisk: Bestandsovervåking, gytebiologi, rømt oppdrettslaks, effekter av vassdragsregulering.

Har også jobbet med: Restaureringsbiologi, effekter av lakselus, relikts laks, habitatbruk. 19 internasjonale publikasjoner og >100 tekniske rapporter.



Monica F. Solberg, PhD

Stilling: Seniorforsker, Havforskningsinstituttet

E-post: Monica.Solberg@hi.no

Hovedarbeidsområder, laksefisk: Arvelige forskjeller mellom vill- og oppdrettslaks, effekter av rømt oppdrettslaks, analyser av fiskefett for å kartlegge diett i naturen.

Har også jobbet med: Lakselus, triploid laks. Medlem i ICES Working Group on Risk assessment of Environmental Interaction of Aquaculture. 33 internasjonale publikasjoner og 10 tekniske rapporter.



Eva B. Thorstad, PhD

Stilling: Forsker, Norsk institutt for naturforskning (NINA), professor II UiT Norges arktiske universitet

e-post: eva.thorstad@nina.no

Hovedarbeidsområder, laksefisk: Vandringer i ferskvann og sjøen, atferd, habitatbruk, effekter av vannkraftregulering, fang og slipp fiske, beskatning, effekter av rømt oppdrettslaks og lakselus, merking, relikts laks, bestandsovervåking, effekter av sur nedbør og andre forurensinger, introduserte arter.

> 160 internasjonale publikasjoner og > 200 rapporter og populærvitenskapelige artikler.



Kjell Rong Utne, PhD

Stilling: Forsker, Havforskningsinstituttet

e-post: kjell.rong.utne@hi.no

Hovedarbeidsområder, laksefisk: Beiteforholdene i havet og interaksjoner med andre pelagiske fisk.

Har også jobbet med: Økosystemforståelse og integrert forvaltning av Norskehavet. Overvåkingstokt og forvaltning av makrell og norsk vårgytende sild. Individbasert modellering av pelagisk fisk i koblede økosystemmodeller. 17 internasjonale publikasjoner og > 20 tekniske rapporter.



Knut Wiik Vollset, PhD

Stilling: Forsker 1, Forsker, Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI) v/ NORCE, Norwegian Research Center AS, Bergen.

E-post: knvo@norceresearch.no

Hovedarbeidsområder, laksefisk: Lakselus og annen smitte, effekter av vassdragsreguleringer, predasjon, bestandsovervåkning, marin vekst og atferdsøkologi.

Har også jobbet med: Rekrutteringsbiologi og marin økologi. 56 internasjonale publikasjoner og > 20 tekniske rapporter.



Asbjørn Vøllestad, Dr. philos.

Stilling: Professor, Centre for Ecological and Evolutionary Synthesis, Institutt for Biovitenskap, Universitetet i Oslo

e-post: avollest@uio.no

Hovedarbeidsområder, laksefisk: Genetisk struktur, livshistorie, populasjonsbiologi, populasjonsdynamikk, evolusjon, bevaringsbiologi.

Har også jobbet med: De fleste norske ferskvannsfisk, ulike leppefiskerarter m.m. Bruker et vidt spekter av tilnærminger (teori, populasjonsgenetikk, kvantitativ genetikk, funksjonell genetikk, populasjonsdynamikk, atferd, fysiologi). Arbeider hovedsakelig med grunnleggende biologiske problemstillinger. > 200 internasjonale publikasjoner, fagredaktør for tema fisk i Store Norske Leksikon, redaktør for tidsskriftet *Ecology of Freshwater Fish*.



Vidar Wennevik, PhD

Stilling: Seniorforsker, Havforskningsinstituttet

e-post: vidar.wennevik@hi.no

Hovedarbeidsområder, laksefisk: Populasjonsstruktur av laks, laks i havet, anvendelse av genetiske metoder i identifikasjon av individer, interaksjoner mellom vill og rømt laks. Overvåkning av forekomst av rømt oppdrettslaks i vassdrag.

Har også jobbet med: Populasjonsstruktur av torsk og sild, og generell lakseøkologi. Medlem i ICES Working Group on North Atlantic Salmon som årlig vurderer bestandssituasjonen for laks. 49 internasjonale publikasjoner og > 50 tekniske rapporter.

1 INNLEDNING

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning utarbeider årlige rapporter med beskrivelse av status for norsk laks. I årets rapport er formålene å:

1. Gjøre rede for utvikling i fangst og innsig av laks, og laksens overlevelse i sjøen.
2. Gjøre rede for status for laksebestandene ut fra oppnåelse av gytebestandsmål, forvaltningsmål og høstbart overskudd.
3. Vurdere og rangere trusselfaktorer mot laks.
4. Vurdere effekter av klimaendringer på laks og utfordringer dette medfører for forvaltningen, og gi råd om tiltak.
5. Oppdatere vurdering av laksebestander etter kvalitetsnorm for villaks eller forenklet vurderingssystem.

En vurdering av bestandsstatus er gitt ut fra status for de enkelte laksebestandene. Oppnåelse av gytebestandsmål og forvaltningsmål ble vurdert for 202 laksebestander basert på situasjonen i 2017-2020. Vurderinger av bestandsstatus for de ulike vassdragene er gitt på vitenskapsrådets nettsider².

Råd, analyser og vurderinger er gitt etter mandat fra Miljødirektoratet. De er gjort innenfor rammene av naturmangfoldloven, lakse- og inlandsfiskloven, Den nord-atlantiske laksevernorganisasjonen (NASCO) sine retningslinjer for føre-var tilnærmingen, Det internasjonale havforskningsrådet (ICES) sine tilrådninger, samt nasjonale målsettinger for lakseforvaltning jfr. føringene i St.prp. nr. 32 (2006-2007).

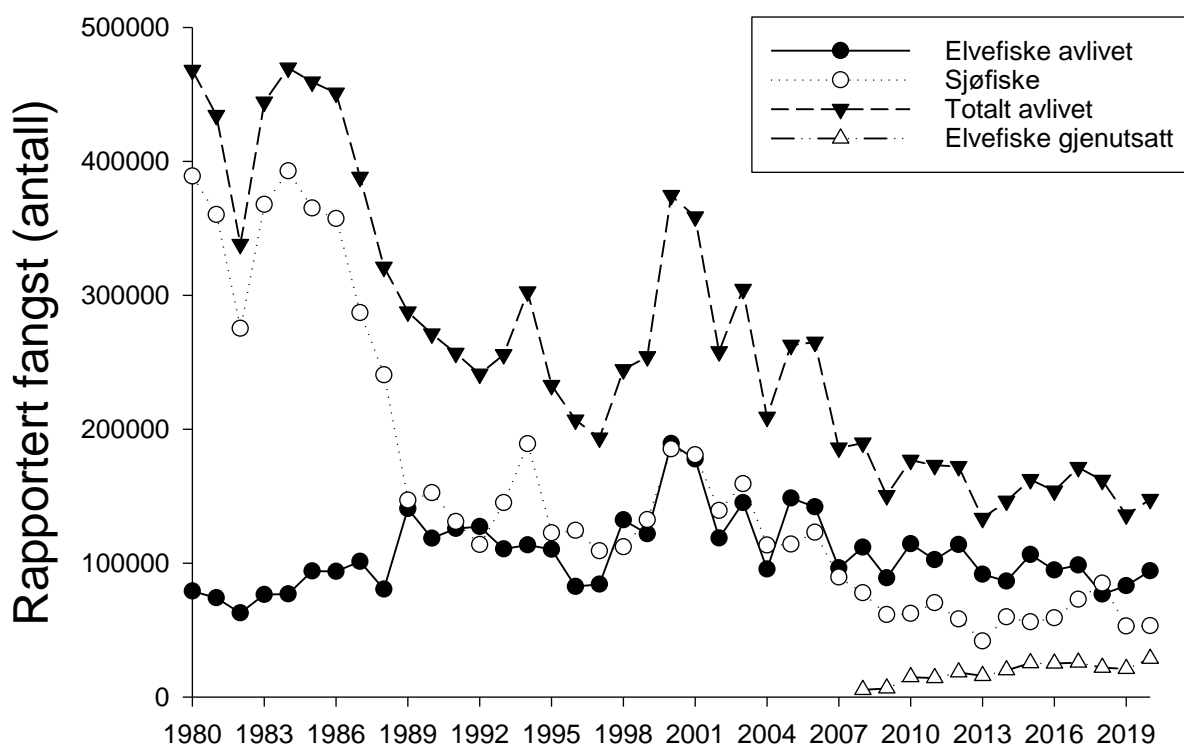
Rådene som er gitt er basert på eksisterende vitenskapelig kunnskap. Det er kun biologiske forhold som er vurdert. Når det gjelder beskatning så gir vi kun råd for ulike bestander og regioner, og ikke om fordeling mellom ulike grupper fiskere.

² www.vitenskapsradet.no/VurderingAvEnkeltbestander/

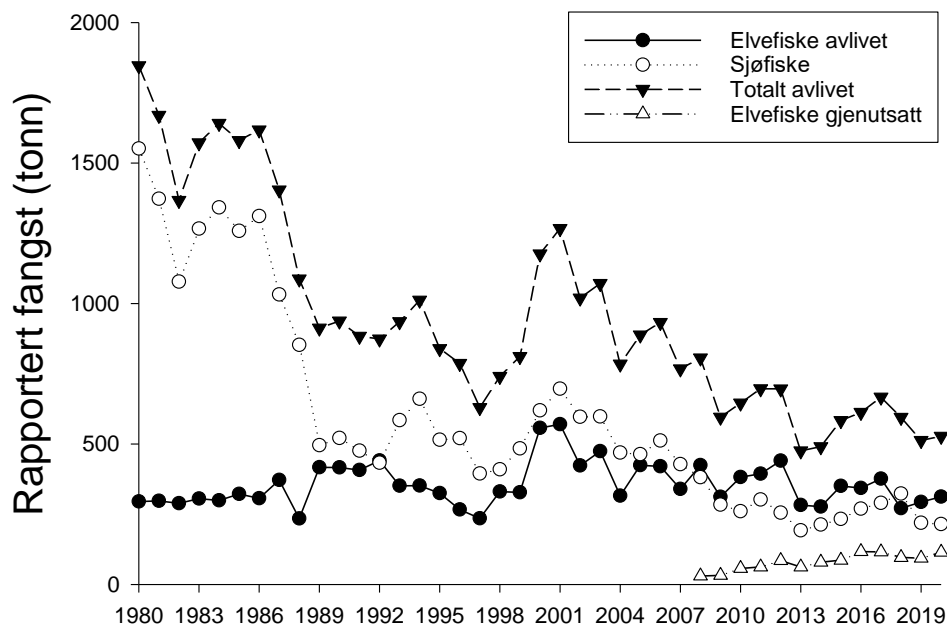
2 FANGST OG INNSIG AV LAKS I 2020

2.1 Fangst

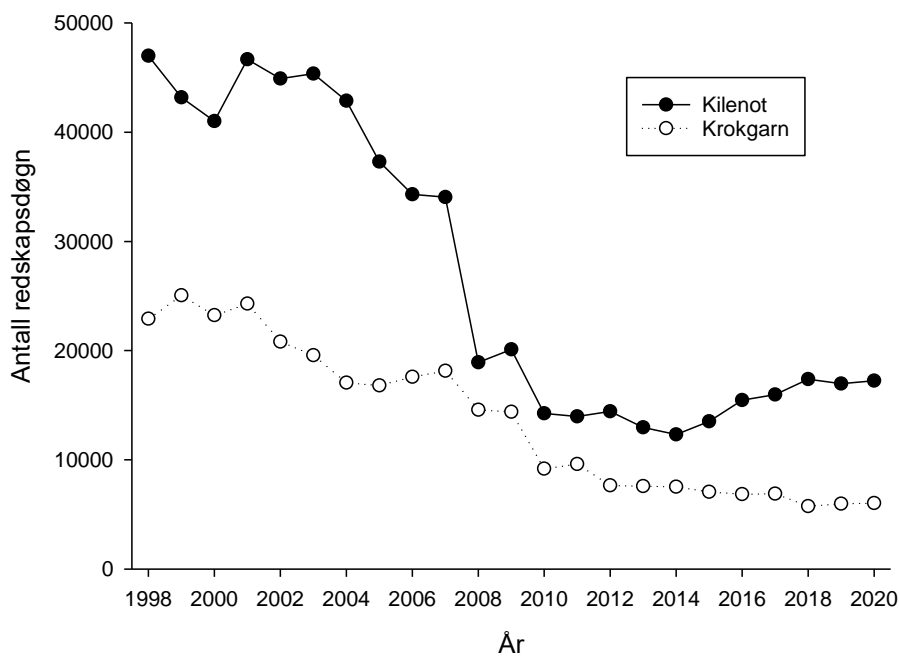
I 2020 ble det rapportert fanget og avlivet ca. 148 000 laks i Norge (**figur 2.1**) som veide til sammen 527 tonn (**figur 2.2**). Dette var en litt høyere fangst enn året før (2019: 136 000 laks/512 tonn) men likevel den fjerde laveste fangsten i tidsserien både på antallsbasis og på vektbasis. I tillegg ble det rapportert at ca. 29 000 laks ble gjenutsatt (16 % av totalfangsten og 23 % av elfefangsten i antall). Andelen og antallet gjenutsatt laks var det høyeste i tidsserien. Anslått vekt på de som ble gjenutsatt var 115 tonn (18 % av totalfangst på vektbasis), slik at summen av avlivet og gjenutsatt laks var ca. 642 tonn. Sjølaksefisket har avtatt sterkt fra 1980- og 1990-tallet, både i innsats og fangst (**figur 2.1, 2.2 og 2.3**). I motsetning til i tørkeåret 2018 var fangstene i sjøen igjen vesentlig lavere enn fangstene i elvene i både i 2019 og 2020.



Figur 2.1. Rapportert fangst av laks (antall) i Norge i perioden 1980-2020 (rømt oppdrettslaks er inkludert). Gjenutsatt laks er vist i figuren, men ikke inkludert i totalen siden gjenutsatt laks kan bli fanget flere ganger.



Figur 2.2. Rapportert fangst av laks (tonn) i Norge i perioden 1980-2020 (rømt oppdrettslaks er inkludert). Gjenutsatt laks er vist i figuren, men ikke inkludert i totalen siden gjenutsatt laks kan bli fanget flere ganger.



Figur 2.3. Fangstsinnsats (antall redskapsdøgn) i sjølaksefisket i perioden 1998-2020.

2.2 Innsig av laks til hele landet

Metoden som brukes til å beregne størrelsen på lakseinnsiget (bestandsstørrelse for fiske, *prefishery abundance*, PFA) ligner på “run-reconstruction” metoden som blir brukt for å beregne størrelsen på laksebestanden i Nordøst-Atlanteren (Potter mfl. 2004). Unntaket er at vi tar utgangspunkt i elvefangstene, mens “run-reconstruction” tar utgangspunkt i totalfangstene. Metoden er beskrevet i detalj i tidligere rapporter (for eksempel VRL 2012b), inkludert metoder for korrigerings for urapportert fangst og rømt oppdrettslaks.

Vi har brukt femårs bevegelig gjennomsnitt for å beskrive trendene. En slik tilnærming glatter år-til-år variasjonen og viser langtidsmønster. I et bevegelig gjennomsnitt beregnes gjennomsnittet av hvert år sammen med de to årene før og etter. Det første estimatet blir dermed to år etter starten av tidsserien og det siste blir to år før slutten.

Vi har beskrevet innsiget både for perioden 1983-2019 og for perioden 1989-2019. Startåret 1983 ble valgt fordi fangstene konsekvent er delt inn i vektclasser fra og med dette året. Startåret 1989 for den siste perioden ble valgt fordi drivgarnsfisket i sjøen ble stoppet dette året, og laks fanget med drivgarn hørte ikke nødvendigvis hjemme i det området de ble fanget. Drivgarnsfisket beskattet trolig også laks fra andre land i større grad enn sjølaksefisket som foregår nærmere elvene. Dette kan påvirke beregningene, og vi har derfor beskrevet perioden etter at drivgarnsfisket opphørte, siden beregningene i denne perioden i mindre grad påvirkes av disse usikkerhetene. I perioden 1983 til 1993 ble det bare skilt mellom laks mindre og større enn 3 kg. Fra 1993 ble laksefangstene inndelt i tre grupper, det vil si < 3 kg (smålags), 3-7 kg (mellomlags) og over 7 kg (storklaks). Innsig av mellom- og storklaks hver for seg er derfor bare beregnet fra og med 1993.

2.2.1 Resultater

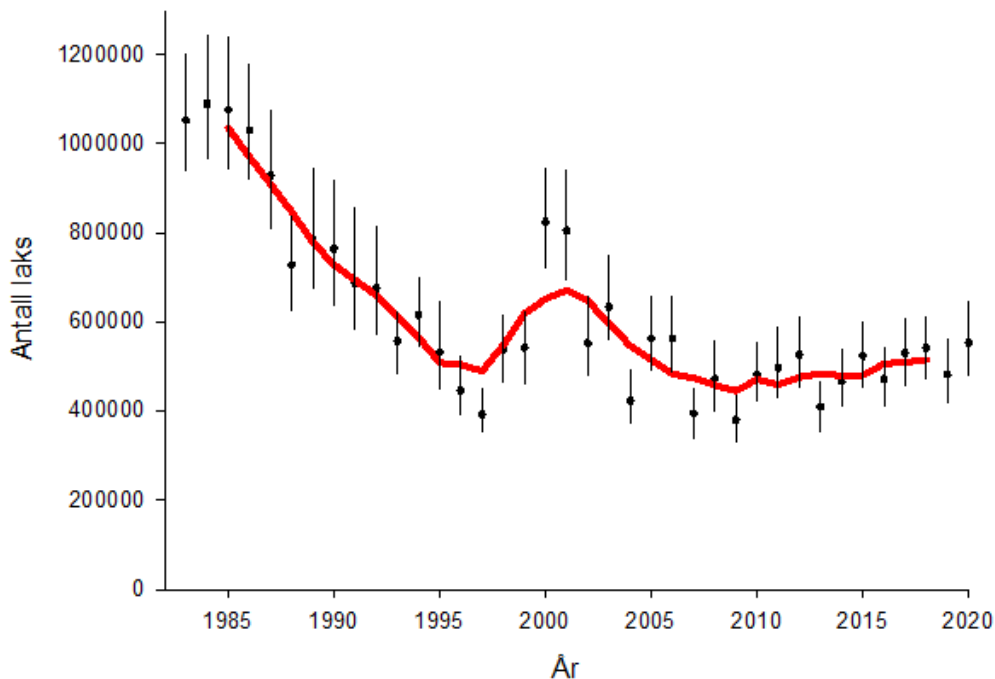
Etter noen år med relativt høyt totalinnsig av laks til Norge rundt årtusenskiftet, har innsiget de siste årene vært lavere. Beregningen for 2020 viste et innsig på rundt 553 000 villaks til Norge samlet før fisket tok til. Dette er det høyeste innsiget siden år 2006 (**figur 2.4**), og en økning på om lag 70 000 laks fra 2019. Innsiget har blitt halvert i perioden 1983-2020 (50 % reduksjon fra de første fem til de siste fem årene i perioden, **tabell 2.1**). Reduksjonen var mindre for perioden 1989-2019 (26 % reduksjon fra de første fem til de siste fem årene i perioden, **tabell 2.1**).

Innsiget av smålags i 2020 på ca. 295 000 laks var høyere enn gjennomsnittet for de ti siste årene (ca. 236 000 laks). Med unntak av en økning rundt årtusenskiftet har innsiget av smålags avtatt fra de høye nivåene på midten av 1980-tallet (**figur 2.5**), og antallet flatet ut på et lavt nivå rundt år 2010. Det har deretter vært en svak økning i antallet smålags de siste 10 årene, som trolig kan være knyttet til endringer i alder ved kjønnsmodning (se **kapittel 3**). Reduksjonen av innsiget av smålags fra de fem første til de fem siste årene i perioden har vært 60 % fra 1983 og 44 % fra 1989. Fordi en større andel av smålaksen (< 3 kg) har vært mer enn ett år i sjøen i de senere årene (se **kapittel 3**), er reduksjonen i innsig av énsvøinterlaks større enn analysene av smålags tilsier.

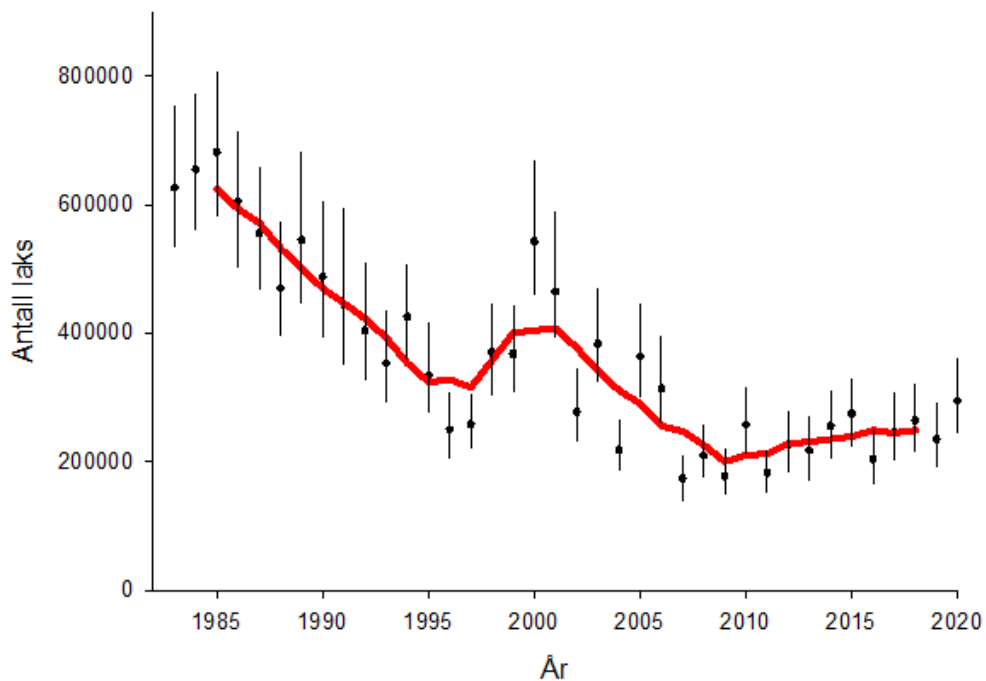
Innsiget av mellomlags (**figur 2.6**) og storklaks (**figur 2.7**) har ikke vist samme nedgang som smålaksen (dvs. etter 1993, da fangststatistikken ble delt inn i tre størrelsesgrupper). Som for smålags var innsiget av både mellomlags og storklaks i 2020 omtrent som gjennomsnittet de foregående ti årene. Innsiget av mellom- og storklaks samlet for hele perioden 1983-2020 (**figur 2.8**) viser ingen klare tidstrender. Innsiget var imidlertid generelt større i starten av perioden (1983-1987), og er redusert med 35 % fra de første fem til de siste fem årene i perioden 1983-2020. Denne reduksjonen bidrar til den negative trenden i totalinnsiget av laks i perioden 1983 til 2019.

Fordeelingen av innsiget mellom fangster i sjøen, fangster i elv og gytebestand i vassdragene viser at sjølaksefisket har blitt betydelig redusert i perioden 1983-2020, mens det totale antallet laks fanget i elvefiske og gytebestandenes størrelse har endret seg mindre (**figur 2.9**). Etter 2009

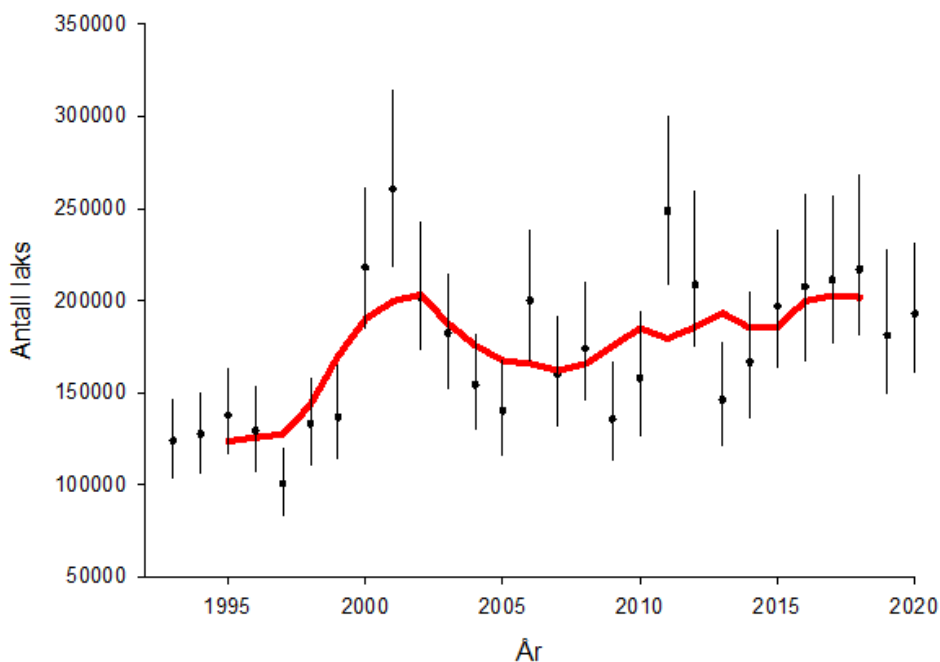
har den totale gytebestanden i vassdragene økt, til tross for at lakseinnsiget har holdt seg på et lavt nivå.



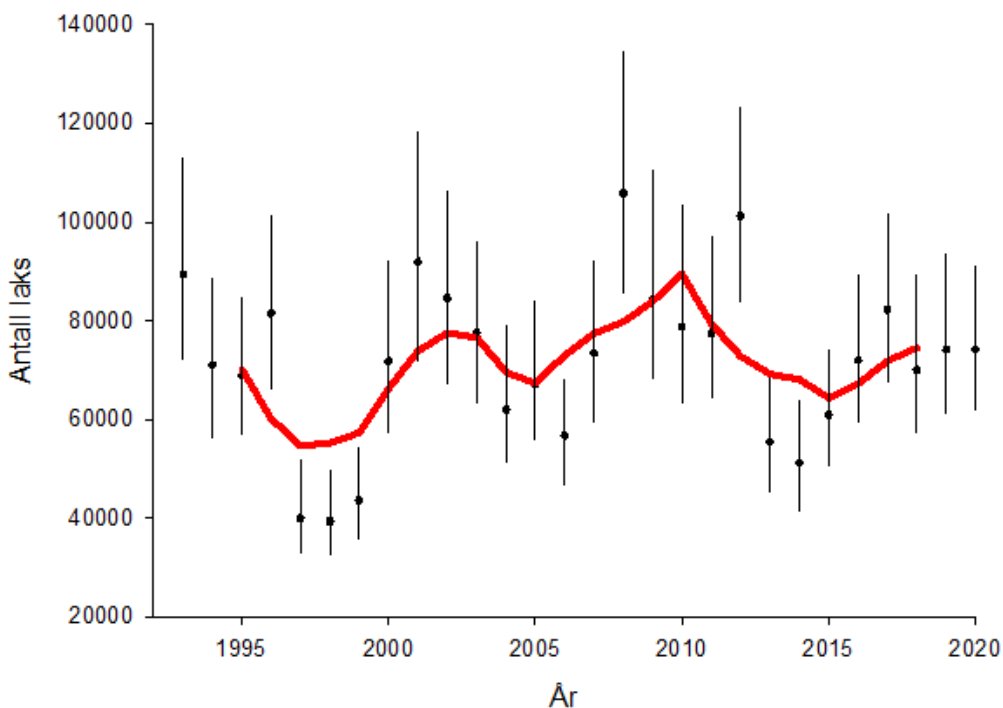
Figur 2.4. Beregnet innsig av alle størrelsesgrupper av laks til kysten av Norge i perioden 1983-2020. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



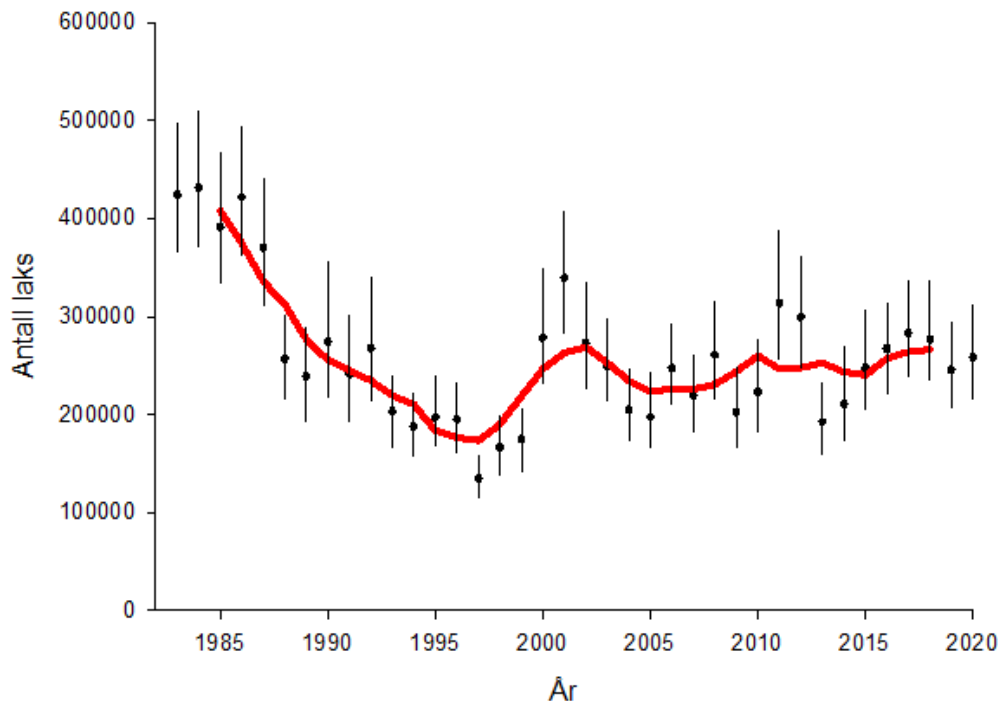
Figur 2.5. Beregnet innsig av smålaks (laks < 3 kg) til kysten av Norge i perioden 1983-2020. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



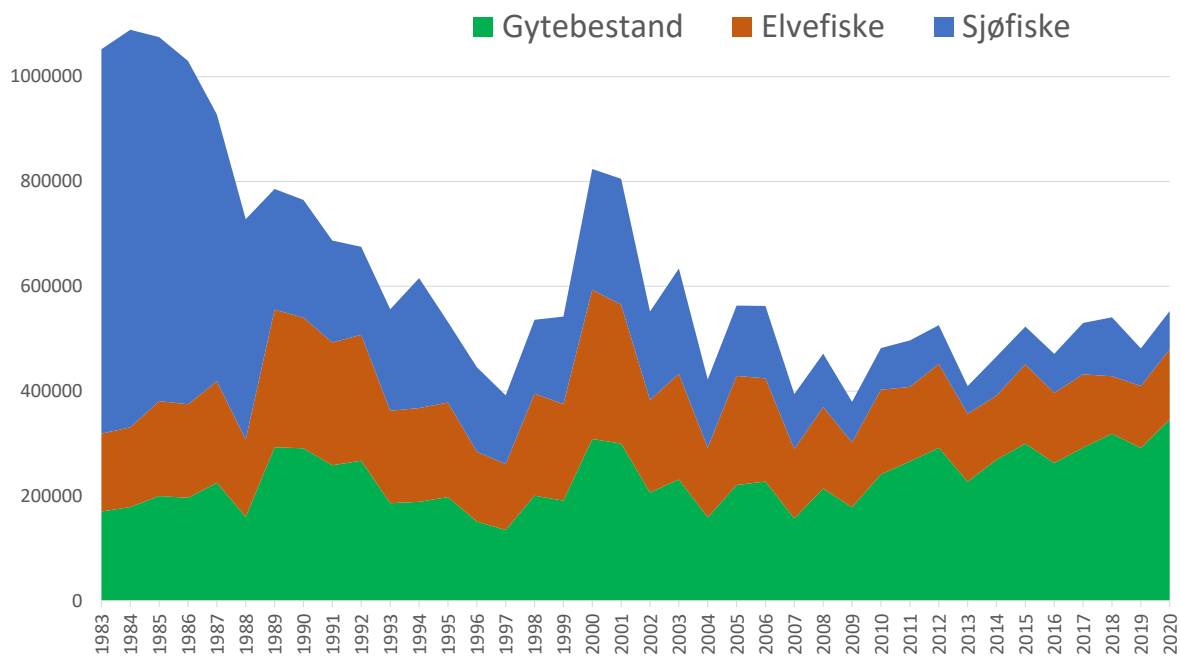
Figur 2.6. Beregnet innsig av mellomlaks (laks mellom 3 og 7 kg) til kysten av Norge i perioden 1993-2020. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



Figur 2.7. Beregnet innsig av storlaks (laks > 7 kg) til kysten av Norge i perioden 1993-2020. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



Figur 2.8. Beregnet innsig av mellom- og storlaks (laks > 3 kg) til kysten av Norge i perioden 1983-2020. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



Figur 2.9. Beregnet antall laks som årlig har kommet inn til kysten av Norge og hvordan innsiget fordeler seg mellom sjølaksefiske, elvefiske og gytebestand (antall fisk som er igjen etter fangsten i sjøen og elvene) i perioden 1983-2020. Tallene er fra simuleringsmodellen for lakseinnsig til Norge, med bare midtverdiene av simuleringene for å bedre lesbarheten.

Tabell 2.1. Utvikling av lakseinnsiget for periodene 1983-2020 og 1989-2020 (dvs. etter at drivgarnsfisket ble forbudt) gitt som prosentvis endring i gjennomsnittlig innsig mellom de fem første og fem siste årene i periodene. Utviklingen er gitt for Norge totalt, for de fire regionene hver for seg, samt for Tanavassdraget. Innsiget til Tanavassdraget omfatter innsig av tanalaks til Tanafjorden, mens tanalaks fanget langs kysten inngår i innsiget til Nord-Norge.

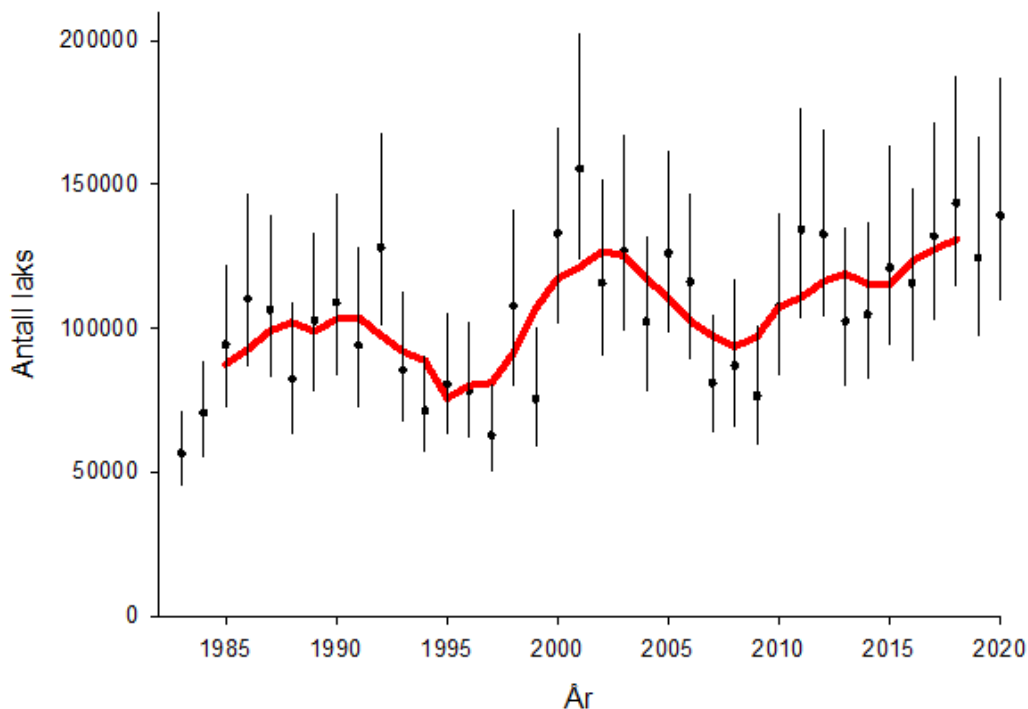
	Totalinnsig	Innsig av smålaks	Innsig av mellom- og storlaks
1983-2020:			
Norge	-50 %	-60 %	-35 %
Sør-Norge	50 %	25 %	76 %
Vest-Norge	-66 %	-78 %	-54 %
Midt-Norge	-56 %	-62 %	-46 %
Nord-Norge u/Tana	-58 %	-67 %	-41 %
Tanavassdraget	-57 %	-64 %	-49 %
1989-2020:			
Norge	-26 %	-44 %	9 %
Sør-Norge	26 %	-12 %	91 %
Vest-Norge	-19 %	-51 %	22 %
Midt-Norge	-40 %	-53 %	-17 %
Nord-Norge u/Tana	8 %	-10 %	41 %
Tanavassdraget	-70 %	-80 %	-50 %

2.3 Innsig av laks til de ulike regionene

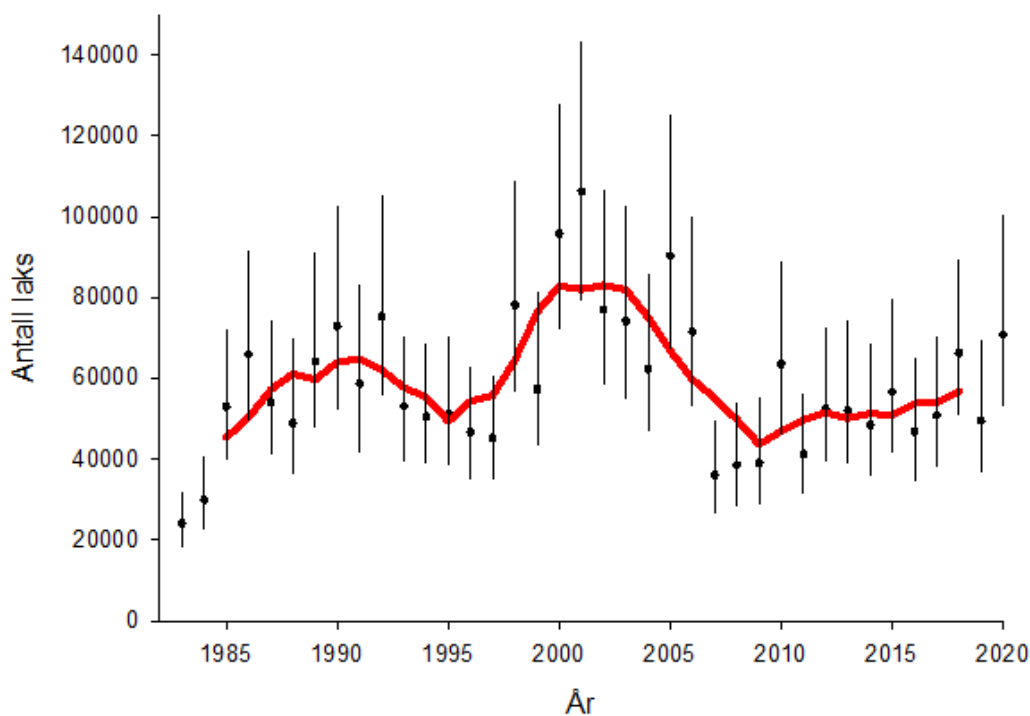
Norge deles inn i fire regioner; Sør-Norge (fra Østfold til og med Rogaland), Vest-Norge (Vestland til Stad), Midt-Norge (fra Stad til Vesterålen) og Nord-Norge (fra Vesterålen til grensa mot Russland). Lakseinnsiget er beskrevet for hver region. Laks fra Tanavassdraget utgjør en stor del av laksen i Nord-Norge, og har hatt en annerledes bestandsutvikling. Innsiget til Tanavassdraget ble derfor beregnet for seg. Laks fra Tanavassdraget som har blitt fanget langs kysten, inngår imidlertid i region Nord-Norge, fordi disse er vanskelige å skille ut.

2.3.1 Sør-Norge

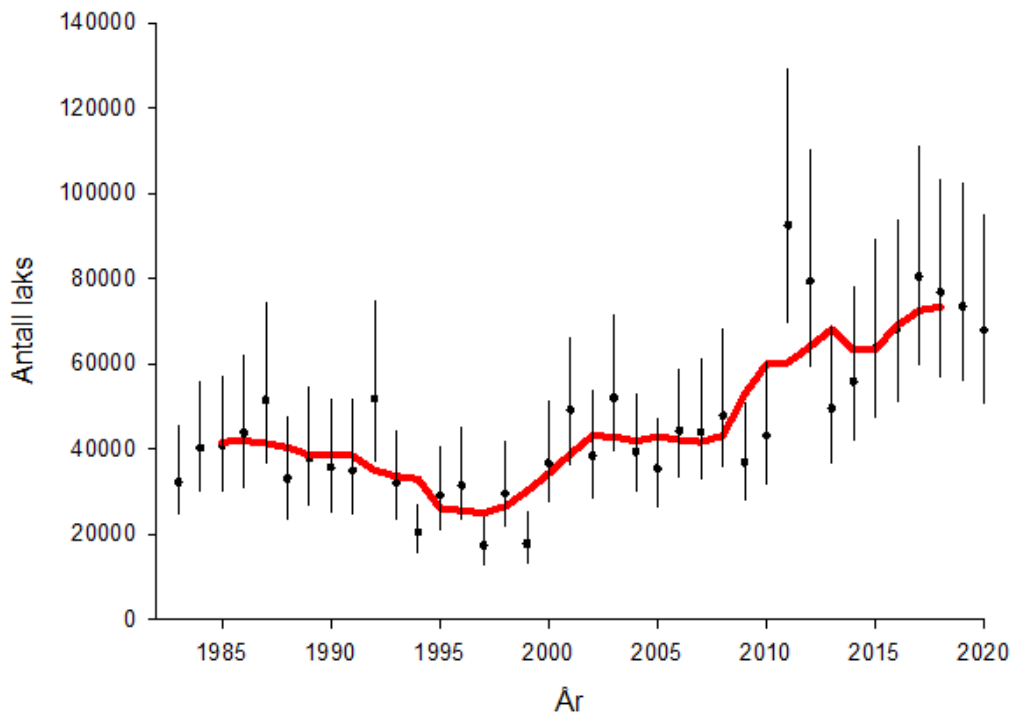
Det totale innsiget til elvene i Sør-Norge i 2020 ble beregnet til ca. 139 000 laks. Dette var en økning fra 2019 på ca. 15 000 laks. Innsiget i de fem siste årene var 50 % høyere enn i de fem første årene i perioden 1983-2020 (**figur 2.10**). Innsiget av smålaks i 2020 var på ca. 71 000 laks. Dette er en økning fra 2019 på ca. 21 000 laks og det høyeste antallet siden 2006 (**figur 2.11**). Innsiget av mellom- og storlaks har hatt en økende trend siden 1983 (**figur 2.12**) selv om innsiget i 2020 (ca. 68 000 individer) var en nedgang på ca. 5 000 laks fra 2019. I 2020 var andelen av innsiget som ble tatt i sjø- og elvefisket på tilsvarende nivå som gjennomsnittet for årene 2014-2019 (**figur 2.13**). Gytebestanden i 2020 var lavere enn i toppåret 2018, men det har vært en generell økende trend for gytebestanden siden 1983 (**figur 2.13**).



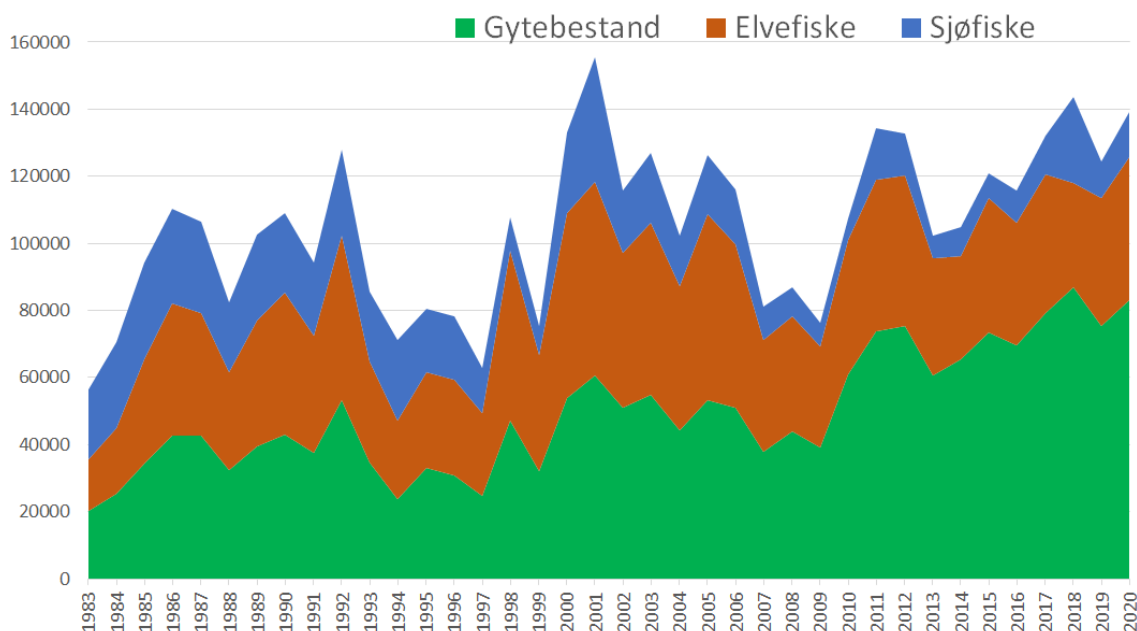
Figur 2.10. Beregnet innsig av alle størrelsesgrupper av laks til kysten av Sør-Norge (Østfold til og med Rogaland) i perioden 1983-2020. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



Figur 2.11. Beregnet innsig av smålaks (laks < 3 kg) til kysten av Sør-Norge (Østfold til og med Rogaland) i perioden 1983-2020. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



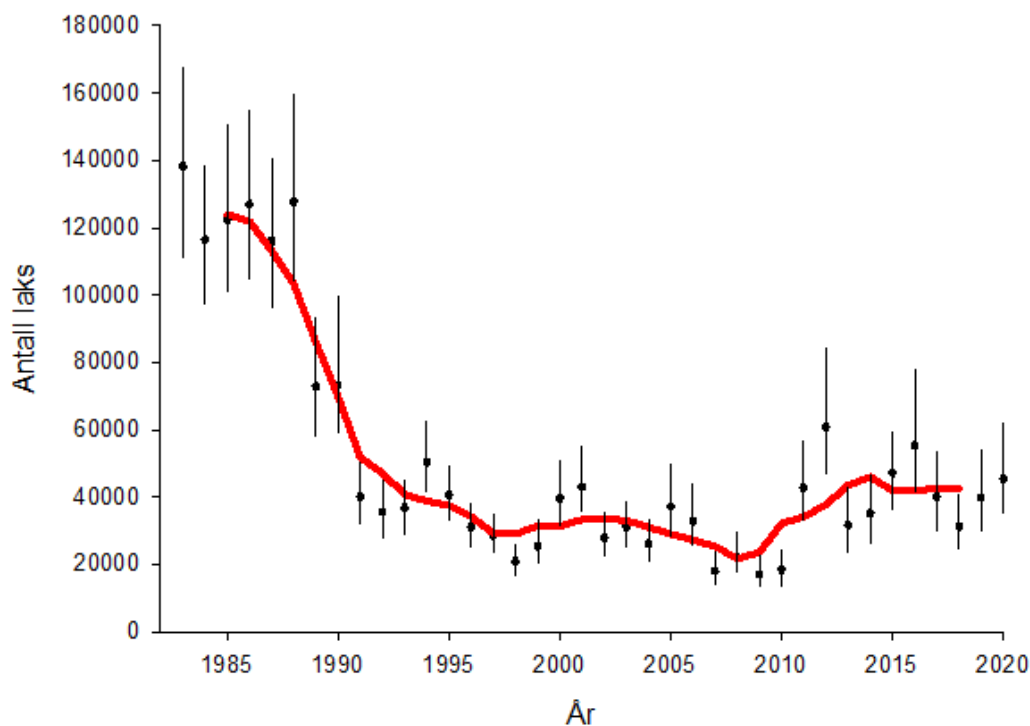
Figur 2.12. Beregnet innsig av mellom- og storlaks (laks > 3 kg) til kysten av Sør-Norge (Østfold til og med Rogaland) i perioden 1983-2020. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



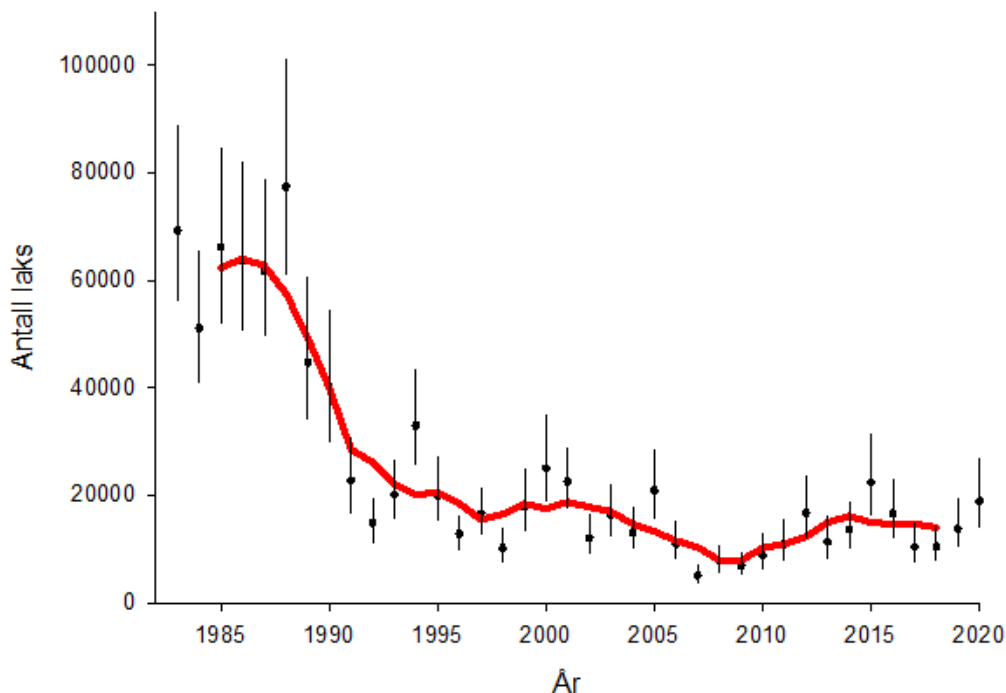
Figur 2.13. Beregnet antall laks som årlig har kommet inn til kysten av Sør-Norge (Østfold til og med Rogaland) og hvordan innsiget fordeler seg mellom sjølaksefiske, elvefiske og gytebestand (antall fisk som er igjen etter fangsten i sjøen og elvene) i perioden 1983-2020. Tallene er fra simuleringensmodellen for lakseinnsig til Norge, med bare midtverdiene av simuleringene for å bedre lesbarheten.

2.3.2 Vest-Norge

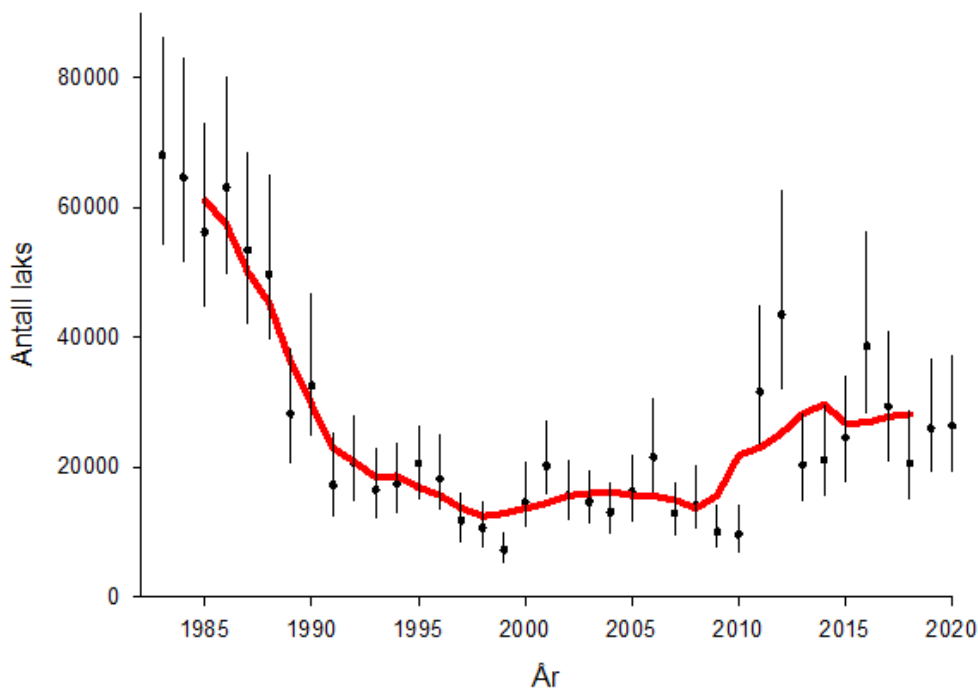
Det totale innsiget til elvene i Vest-Norge i 2020 ble beregnet til ca. 45 000 laks (**figur 2.14**). Det totale innsiget er redusert med 66 % fra de fem første til de fem siste årene i perioden 1983-2020. For smålaks er reduksjonen på hele 78 % (**figur 2.15**) og for mellom- og storlaks på 54 % (**figur 2.16**). Hvis vi tar 1989 som utgangspunkt i stedet for 1983, så har imidlertid innsiget av mellom- og storlaks økt med 23 %. Innsiget av smålaks økte i 2020 (ca. 19 000 individer) sammenlignet med 2019 og var det nest høyeste antallet siden 2006 (**figur 2.15**). Sjølaksefisket ble betydelig redusert fra 1988 til 1991, og ble mer gradvis redusert i perioden etterpå, til det nesten har blitt borte (**figur 2.17**). Antall fisk fanget i elvefisket har variert, men uten tydelige trender siden 1990-tallet. Den beregnede gytebestanden økte fra og med 2011 og har siden den gang vært på et høyere nivå enn for perioden 1983-2010 (**figur 2.17**).



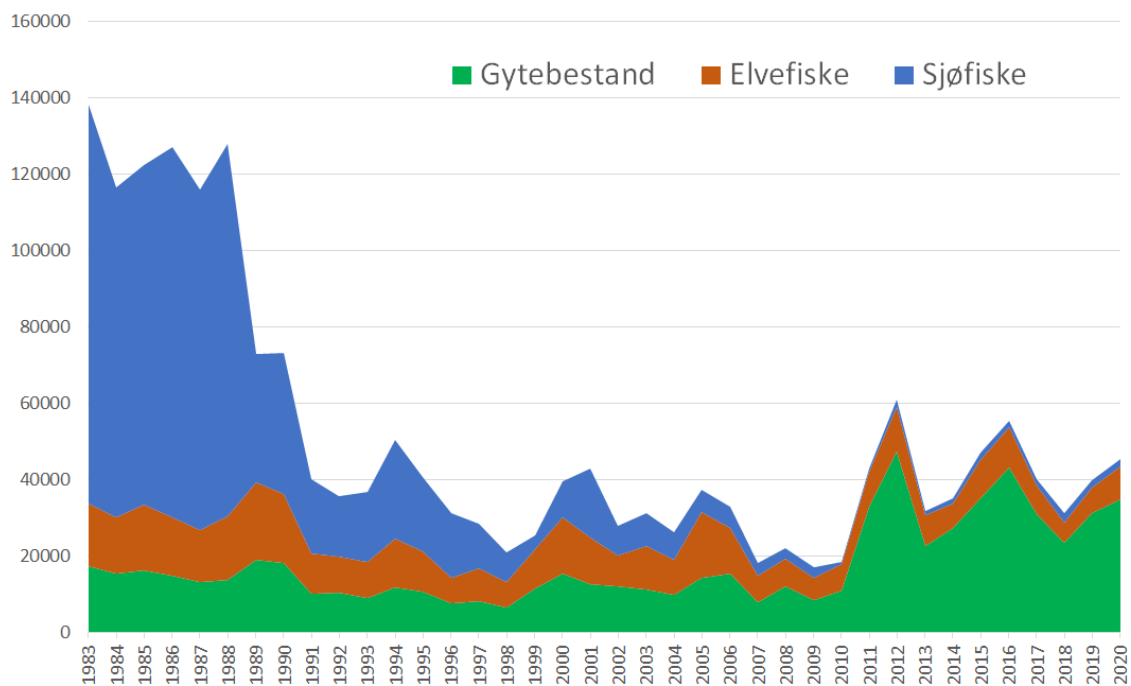
Figur 2.14. Beregnet innsig av alle størrelsesgrupper av laks til kysten av Vest-Norge (Vestland til Stad) i perioden 1983-2020. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



Figur 2.15. Beregnet innsig av smålaks ($laks < 3\text{ kg}$) til kysten av Vest-Norge (Vestland til Stad) i perioden 1983-2020. Punktene angir medianverdiene, mens de loddrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



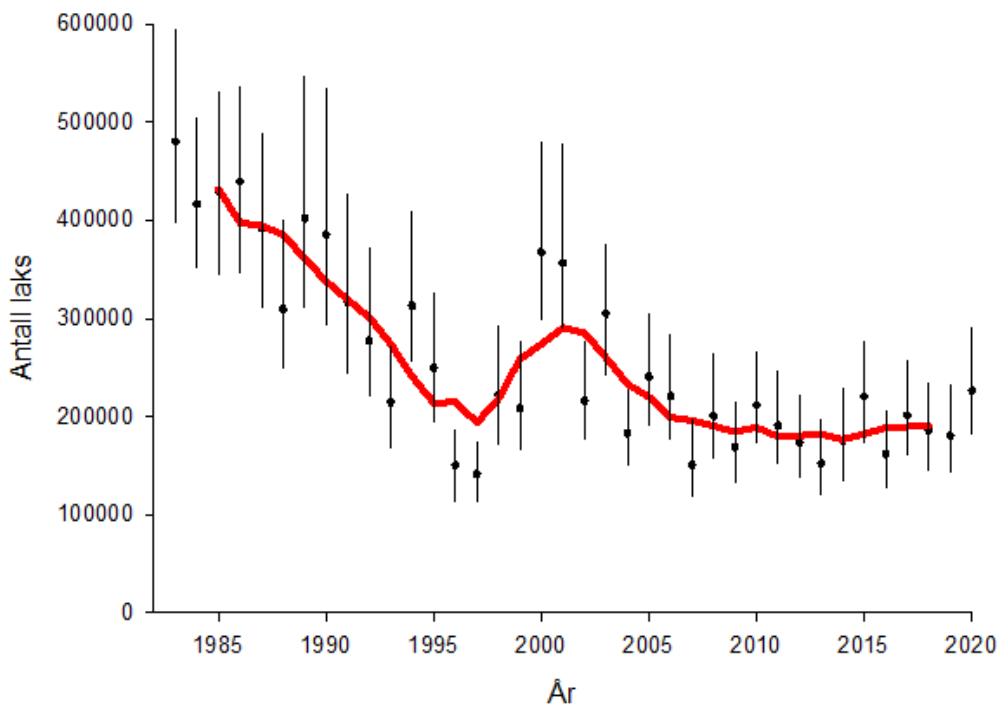
Figur 2.16. Beregnet innsig av mellom- og storlaks ($laks > 3\text{ kg}$) til kysten av Vest-Norge (Vestland til Stad) i perioden 1983-2020. Punktene angir medianverdiene, mens de loddrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



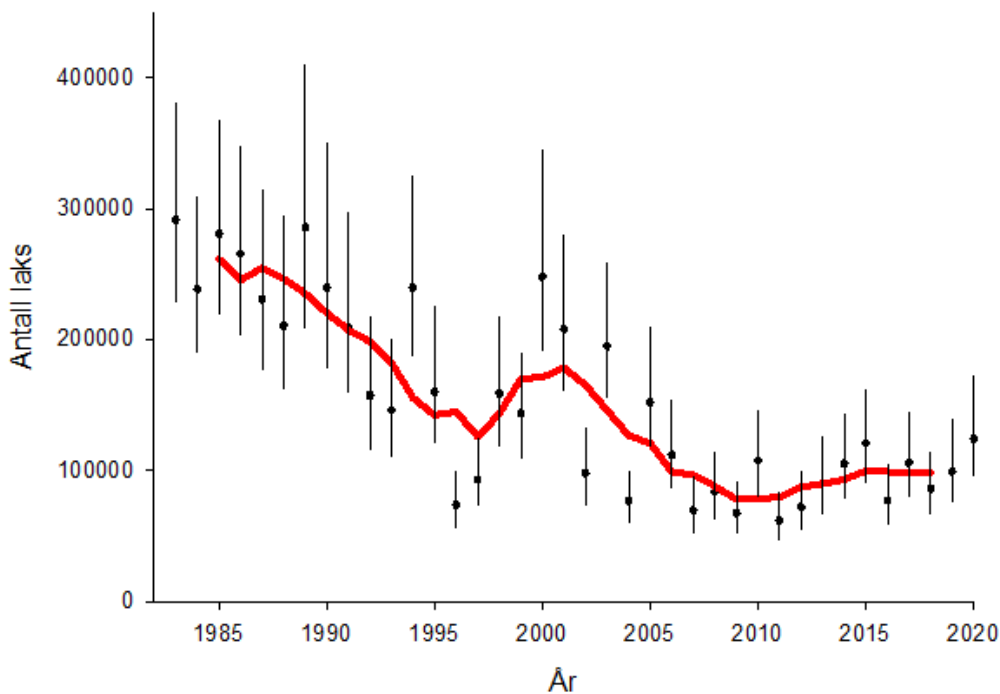
Figur 2.17. Beregnet antall laks som årlig har kommet inn til kysten av Vest-Norge (Vestland til Stad) og hvordan innsiget fordeler seg mellom sjølaksefiske, elvefiske og gytebestand (antall fisk som er igjen etter fangsten i sjøen og elvene) i perioden 1983-2020. Tallene er fra simuleringsmodellen for lakseinnsig til Norge, med bare midtverdiene av simuleringene for å bedre lesbarheten.

2.3.3 Midt-Norge

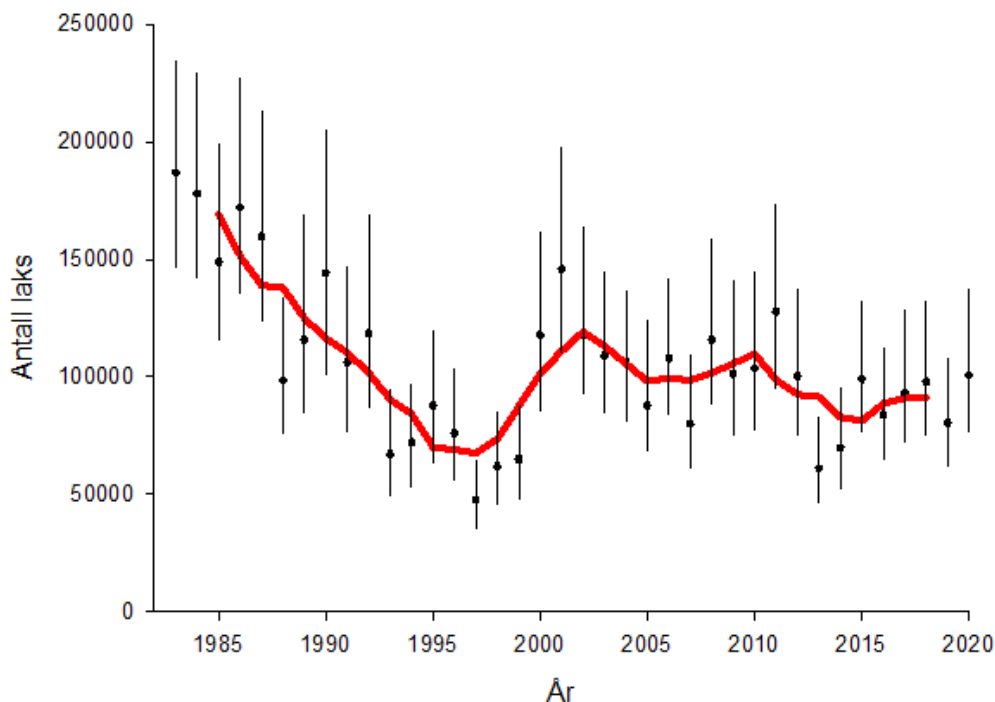
Det totale innsiget til elvene i Midt-Norge i 2020 ble beregnet til ca. 226 000 laks (**figur 2.18**), noe som er en økning fra ca. 180 000 laks i 2019. Siden 2004 har det vært mellomårlig variasjon, men ingen klare trender i det totale innsiget til Midt-Norge. Innsiget er redusert med henholdsvis 56 % og 40 % fra de fem første til fem siste år i periodene 1983-2020 og 1989-2020. Nedgangen er spesielt markert for smålaks, der innsiget er redusert med henholdsvis 63 % og 53 % (**figur 2.19**). Innsiget av mellom- og storlaks er redusert med henholdsvis 46 % og 17 % (**figur 2.20**). Sammenlignet med innsiget i 2019 var det derimot en økning i 2020 av både smålaks (økning på ca. 25 000 laks) og mellom- og storlaks (økning på ca. 20 000 laks). Sjølaksefisket er betydelig redusert etter 1983, med en sterk nedgang før 1990, og en mer gradvis nedgang senere (**figur 2.21**).



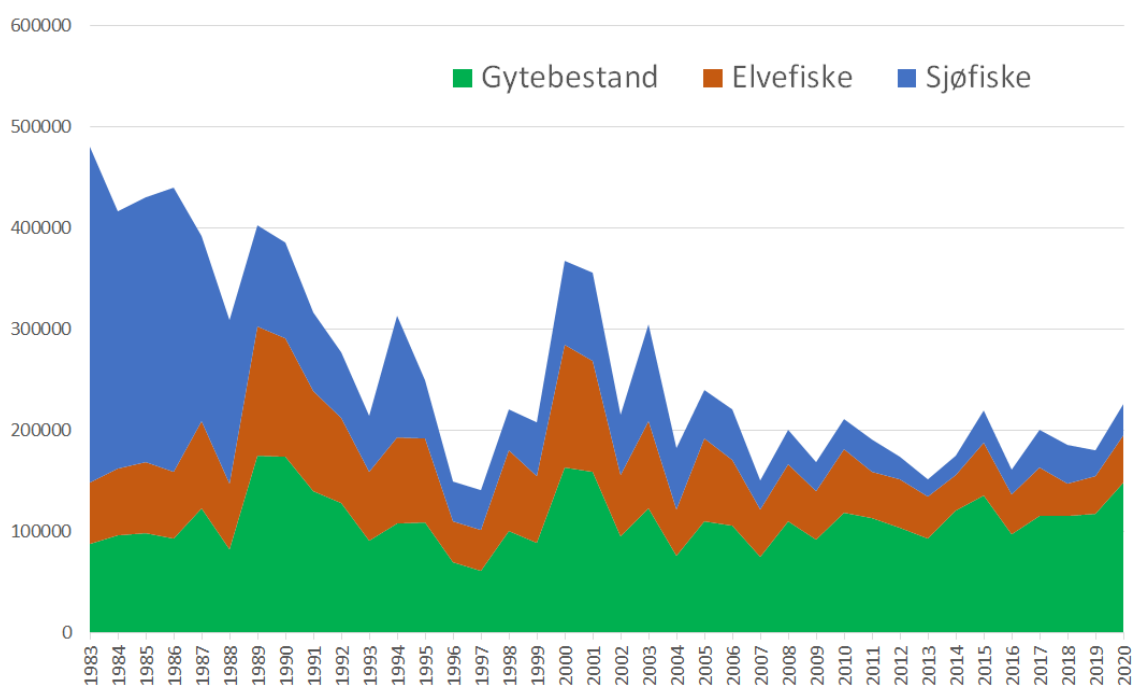
Figur 2.18. Beregnet innsig av alle størrelsesgrupper av laks til kysten av Midt-Norge (fra Stad til Vesterålen) i perioden 1983-2020. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



Figur 2.19. Beregnet innsig av smålaks (laks < 3 kg) til kysten av Midt-Norge (fra Stad til Vesterålen) i perioden 1983-2020. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



Figur 2.20. Beregnet innsig av mellom- og storlaks (laks > 3 kg) til kysten av Midt-Norge (fra Stad til Vesterålen) i perioden 1983-2020. Punktene angir medianverdiene, mens de loddrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



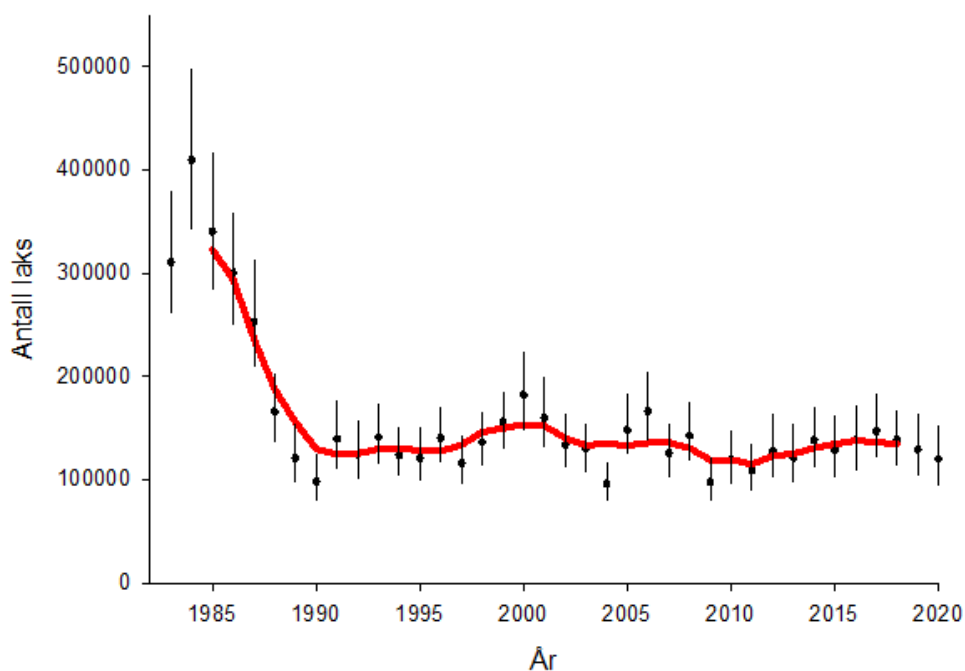
Figur 2.21. Beregnet antall laks som årlig har kommet inn til kysten av Midt-Norge (fra Stad til Vesterålen) og hvordan innsiget fordeler seg mellom sjølaksefiske, elvefiske og gytebestand (antall fisk som er igjen etter fangsten i sjøen og elvene) i perioden 1983-2020. Tallene er fra simuleringens modellen for lakseinnsig til Norge, med bare midtverdiene av simuleringene for å bedre lesbarheten.

2.3.4 Nord-Norge uten Tanavassdraget

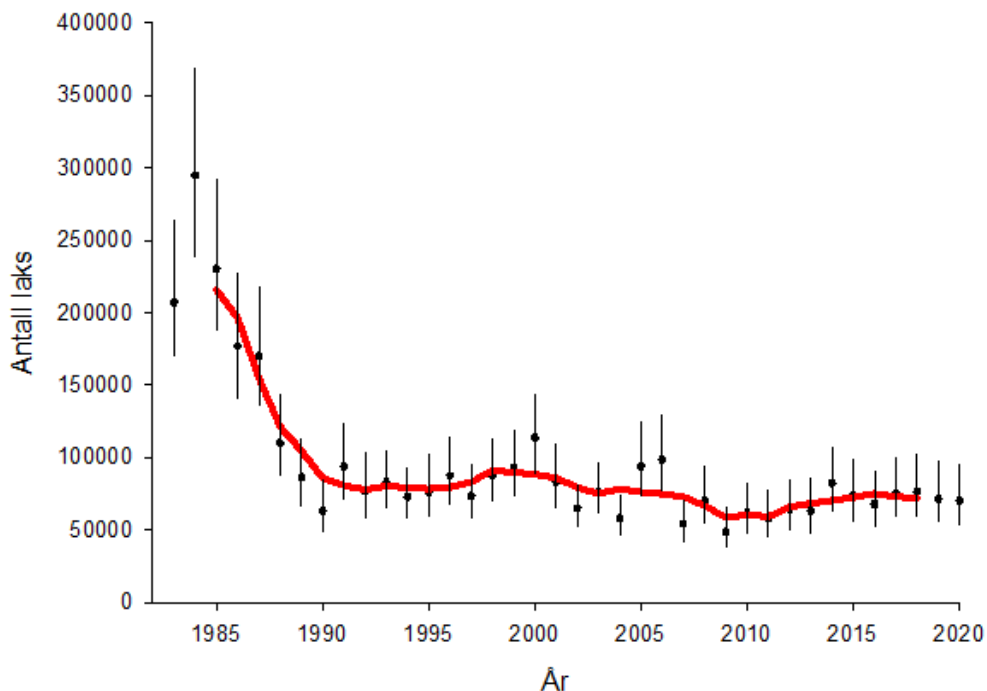
Laks fra Tanavassdraget utgjør en stor andel av laksen i Nord-Norge. Siden laksen i Tanavassdraget har hatt en avvikende utvikling sammenlignet med resten av regionen, har vi utelatt Tanavassdraget i analysene av innsiget til Nord-Norge.

Innsiget til elvene i Nord-Norge unntatt Tanavassdraget i 2020 ble beregnet til ca. 120 000 laks, noe som er en nedgang på ca. 9 000 laks fra 2019 (**figur 2.22**). Innsiget var høyere på 1980-tallet, og gjennomsnittlig innsig siste femårsperiode er redusert med 58 % sammenlignet med femårsperioden fra 1983. De høye estimatene på 1980-tallet kan delvis skyldes at drivgarnsfisket utenfor Nord-Norge fanget fisk som hørte hjemme andre steder i Norge og Russland, slik at innsiget til landsdelen i perioden da det var drivgarnsfiske kan være overestimert.

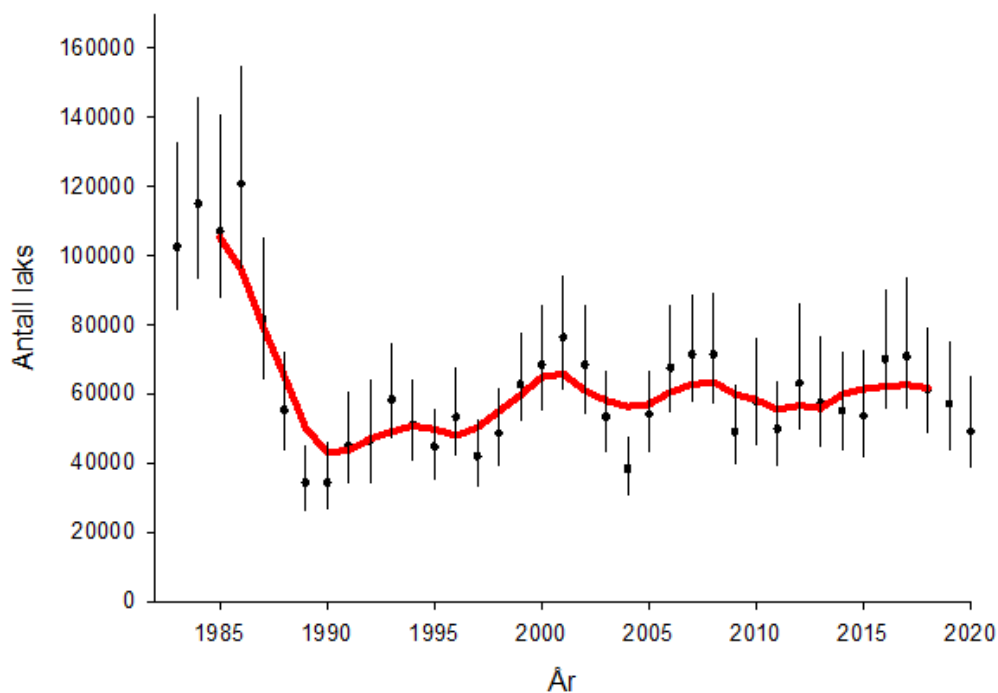
Smålaksinnsiget til Nord-Norge ble betydelig redusert fra 1983, og i mindre grad redusert fra 1989 (**tabell 2.1, figur 2.23**). Reduksjonen var henholdsvis 67 % og 11 % fra fem første til fem siste år i periodene 1983-2020 og 1989-2020. Mellom- og storlaksinnsiget ble redusert fra 1983, men har økt fra 1989. Fra de første fem til de siste fem årene i perioden 1983-2020 var det dermed en nedgang på 41 %, mens for perioden 1989-2020 var det en økning på 41 %. Beregnet innsig av mellom- og storlaks i 2020 var litt lavere enn de åtte foregående årene (ca. 49 000 laks) (**figur 2.24**). Også i denne regionen har sjølaksefisket avtatt siden 1983 (**figur 2.25**) og antallet fanget i sjølaksefisket var det nest laveste registrert i perioden 1983-2020 (ca. 26 000 fisk). Elvefisket i 2020 var på nivå med gjennomsnittet for perioden 1983-2019, mens størrelsen på gytebestanden var på nivå med de foregående syv årene (**figur 2.25**).



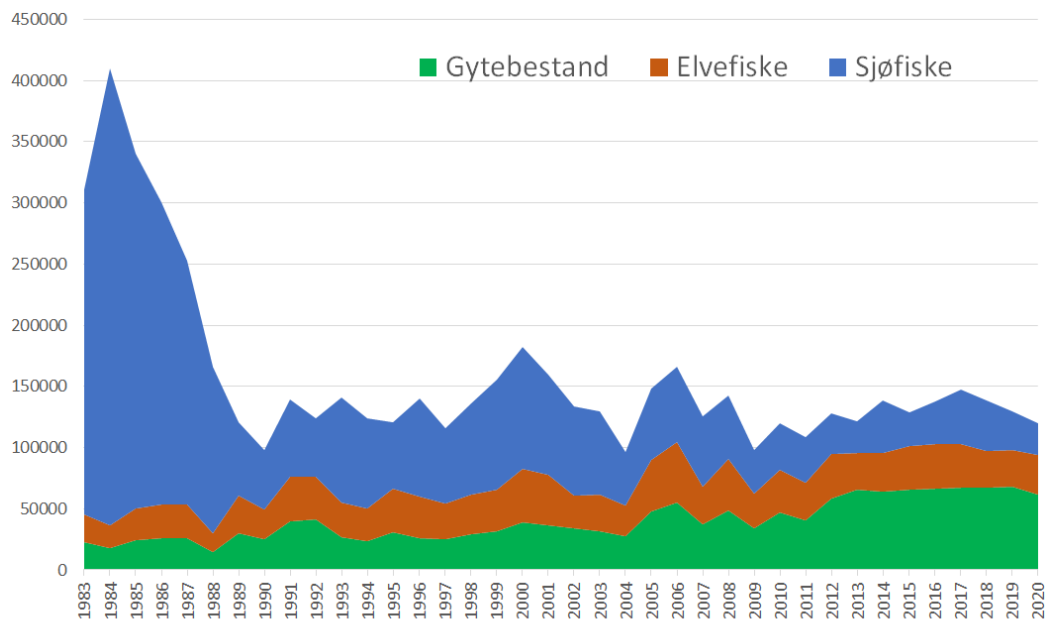
Figur 2.22. Beregnet innsig av alle størrelsesgrupper av laks til kysten av Nord-Norge (fra Vesterålen til grensa mot Russland, uten Tanavassdraget) i perioden 1983-2020. Punktene angir medianverdiene, mens de loddrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



Figur 2.23. Beregnet innsig av smålaks (laks < 3 kg) til kysten av Nord-Norge (fra Vesterålen til grensa mot Russland, uten Tanavassdraget) i perioden 1983-2020. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



Figur 2.24. Beregnet innsig av mellom- og storlaks (laks > 3 kg) til kysten av Nord-Norge (fra Vesterålen til grensa mot Russland, uten Tanavassdraget) i perioden 1983-2020. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



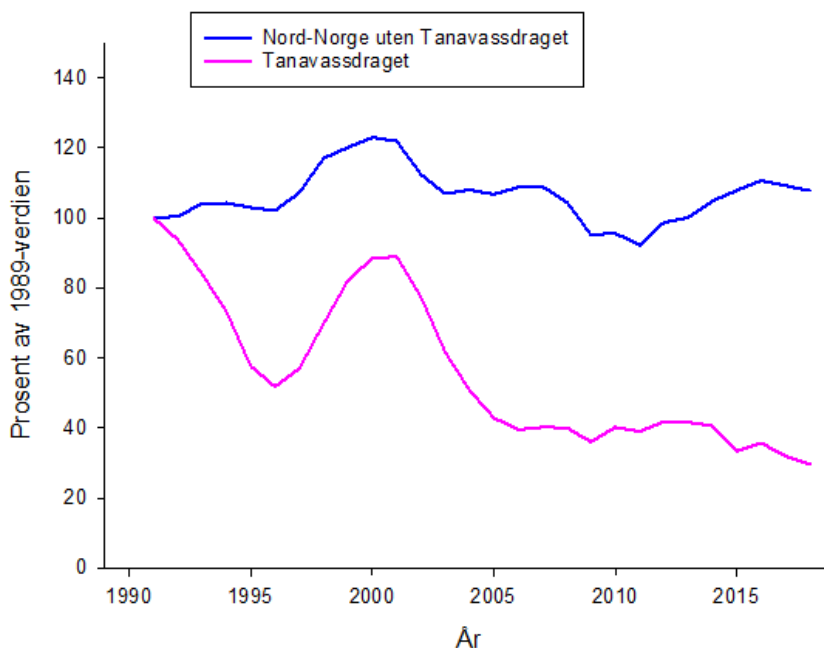
Figur 2.25. Beregnet antall laks som årlig har kommet inn til kysten av Nord-Norge (fra Vesterålen til grensa mot Russland, uten Tanavassdraget) og hvordan innsiget fordeler seg mellom sjølaksefiske, elvefiske og gytebestand (antall fisk som er igjen etter fangsten i sjøen og elvene) i perioden 1983-2020. Tallene er fra simuleringsmodellen for lakseinnsig til Norge, med bare midtverdiene av simuleringene for å bedre lesbarheten.

2.3.5 Tanavassdraget

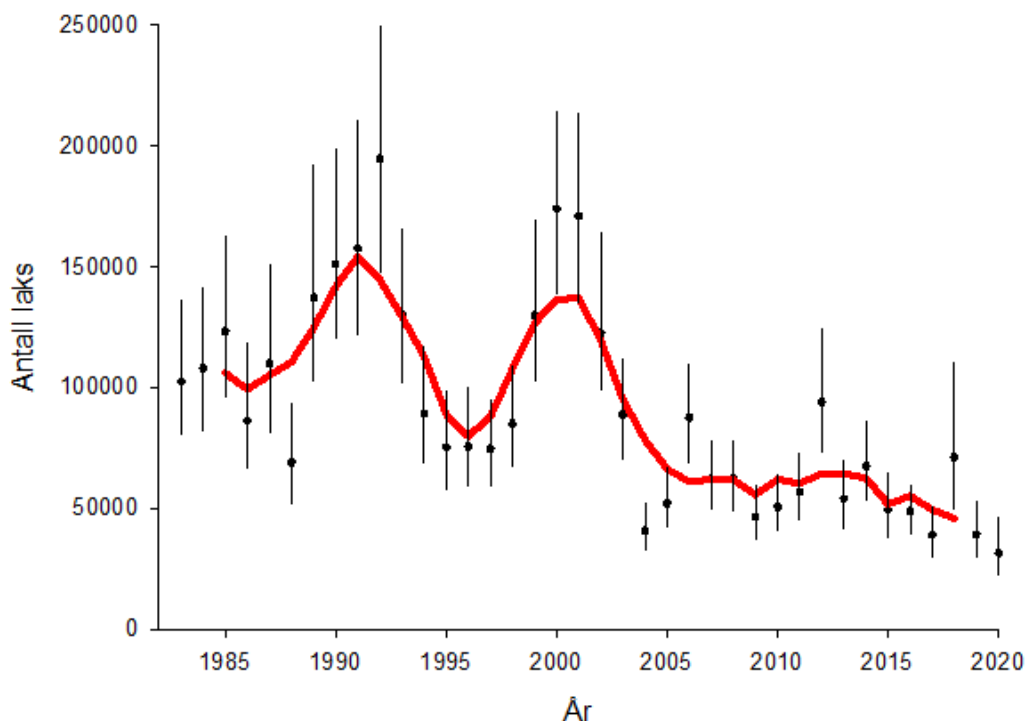
Vi har beregnet innsiget av laks til utløpet av Tanafjorden (unntatt innsiget til Langfjordelva i Tanafjorden), som i stor grad utgjør innsiget til Tanavassdraget. Dette utgjør ikke hele innsiget til vassdraget, fordi laks som fanges langs kysten utenfor fjorden ikke er inkludert. Andelen laks fra Tanavassdraget fanget utenfor Tanafjorden har trolig endret seg mye ettersom innsiget til vassdraget har avtatt, men vi har ikke god kunnskap om dette, annet enn for senere år (Svenning mfl. 2019).

Utviklingen i Tanavassdraget fra 1989 (da drivgarnsfisket ble forbudt) skiller seg markant fra utviklingen i resten av Nord-Norge, med en betydelig reduksjon i lakseinnsiget, mens resten av regionen har hatt stabile bestander (**figur 2.26**). Etter hvert som innsiget til Tanavassdraget har blitt redusert, er det grunn til å anta at en mindre del av fangstene langs kysten utgjøres av laks fra Tanavassdraget. Forskjellene i utviklingen mellom Tanavassdraget og resten av Nord-Norge er dermed trolig større enn beregningene viser (**figur 2.26**).

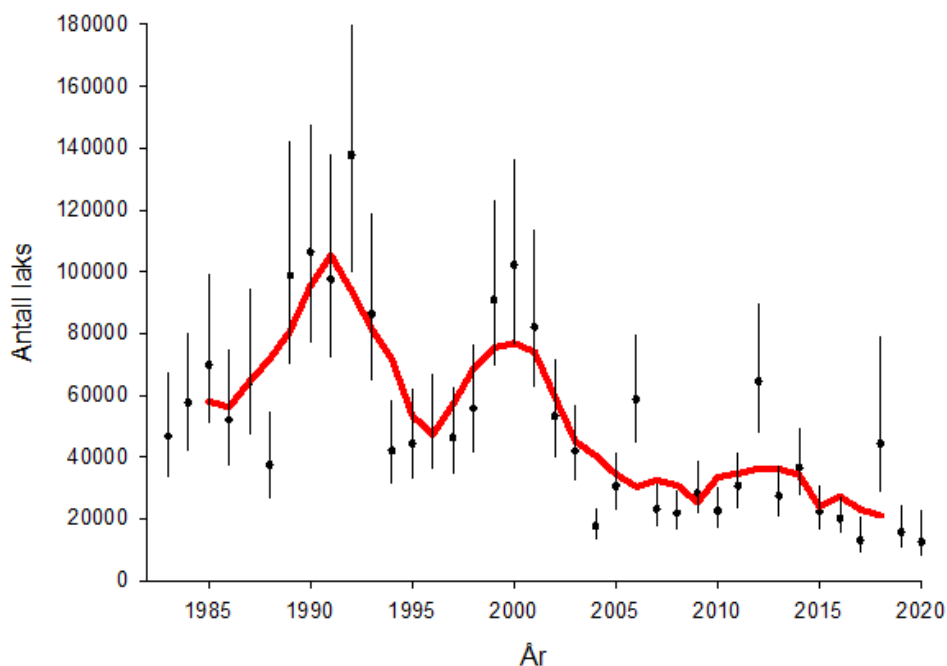
Innsiget til Tanafjorden i 2020 ble beregnet til ca. 32 000 laks, noe som er en nedgang fra ca. 39 000 laks i 2019. Innsiget i 2020 var det laveste siden tidsserien startet i 1983 (**figur 2.27**) og innsiget av både smålaks og større laks var det laveste registrerte for perioden 1983-2020 (**figur 2.28, 2.29**). Innsiget i den siste femårsperioden var redusert med 57 % sammenlignet med de første fem årene i perioden 1983-2020, mens for 1989-2020 var det en reduksjon på 70 %. Gytebestandens størrelse ser også ut til å ha blitt noe redusert fra 1983 (**figur 2.30**), i kontrast til utviklingen i resten av Nord-Norge og i de andre regionene. Elvefisket i 2020 var det laveste registrert for perioden 1983-2020. Redusert beskatning de siste årene har ført til at en større del av innsiget blir igjen i gytebestanden.



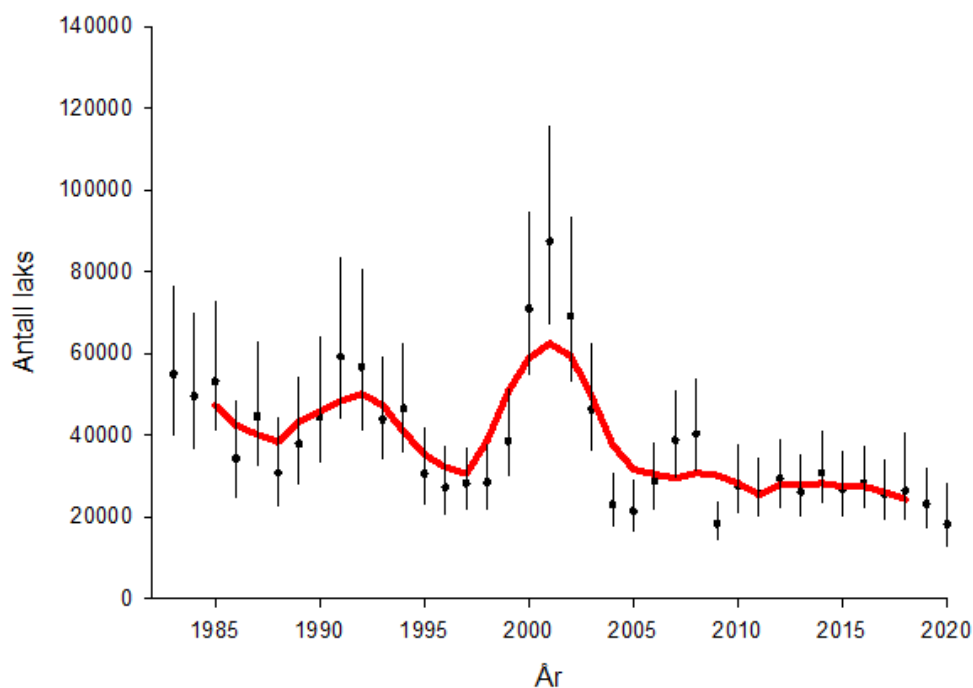
Figur 2.26. Utviklingen av lakseinnsiget fra havet til region Nord-Norge (fra Vesterålen til grensa mot Russland) uten Tanavassdraget (blå) og utviklingen i lakseinnsiget til Tanafjorden for fisk hjemmørende i Tanavassdraget (lilla) fra 1989 til 2020, gitt som prosent av 1989-verdien. Data er fra bevegelig femårs gjennomsnitt, slik at første året som har ett fullverdig gjennomsnitt er 1991 og siste året med et fullverdig gjennomsnitt er 2018. Innsiget er gitt for alle størrelsesgrupper laks samlet.



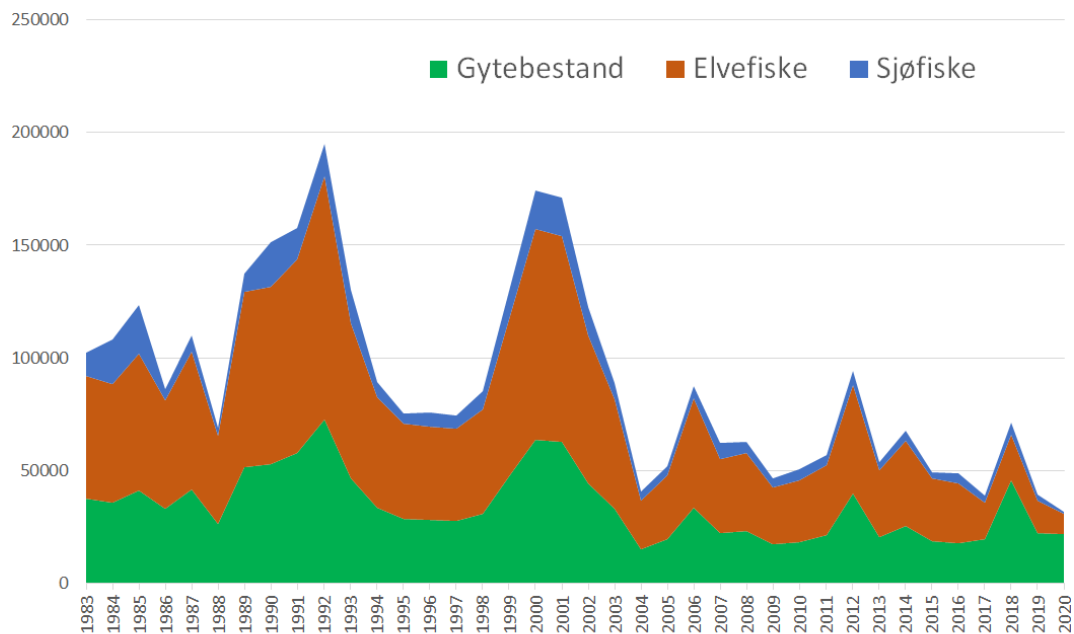
Figur 2.27. Beregnet innsig av alle størrelsesgrupper av laks til Tanafjorden hjemmørende i Tanavassdraget i perioden 1983-2020. Punktene angir medianverdiene, mens de loddrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



Figur 2.28. Beregnet innsig av smålaks (laks < 3 kg) til Tanafjorden hjemhørende i Tanavassdraget i perioden 1983-2020. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



Figur 2.29. Beregnet innsig av mellom- og storlaks (laks > 3 kg) til Tanafjorden hjemhørende i Tanavassdraget i perioden 1983-2020. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



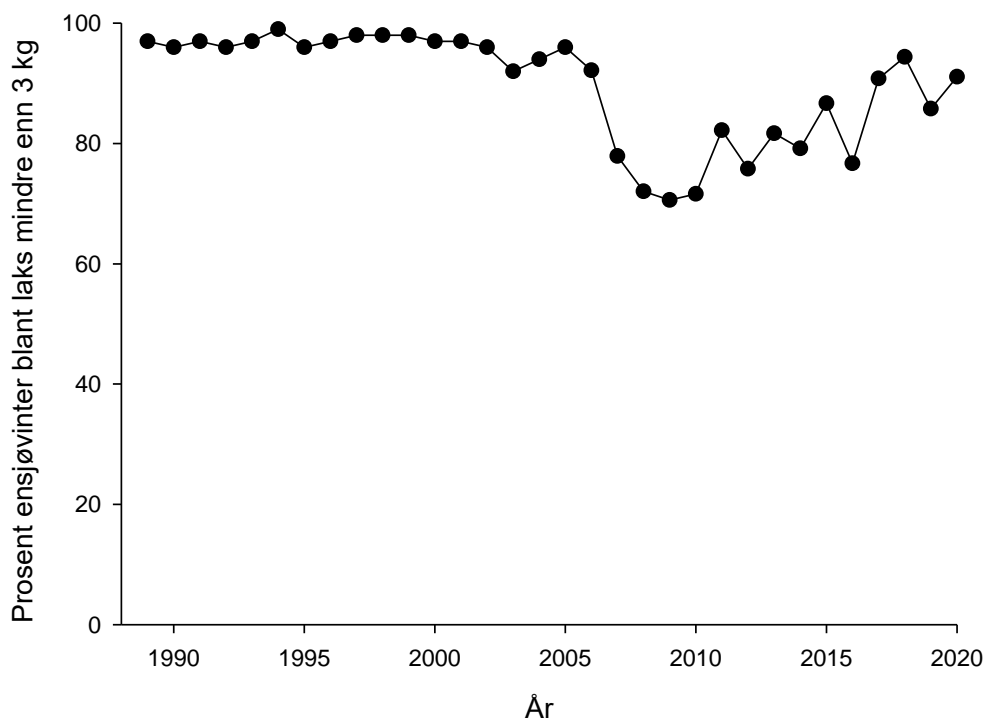
Figur 2.30. Beregnet antall laks som årlig har kommet inn til Tanafjorden) og hvordan innsiget fordeler seg mellom sjølaksefiske i fjorden, elvefiske og gytebestand (antall fisk som er igjen etter fangsten i Tanafjorden og i vassdraget) i perioden 1983-2020. Tallene er fra simuleringsmodellen for lakseinnstig til Norge, med bare midtverdiene av simuleringene for å bedre lesbarheten. Merk at laks fra Tanavassdraget også beskattes i sjølaksefiske utenfor fjorden, som ikke er inkludert her.

3 ALDER VED KJØNNSMODNING

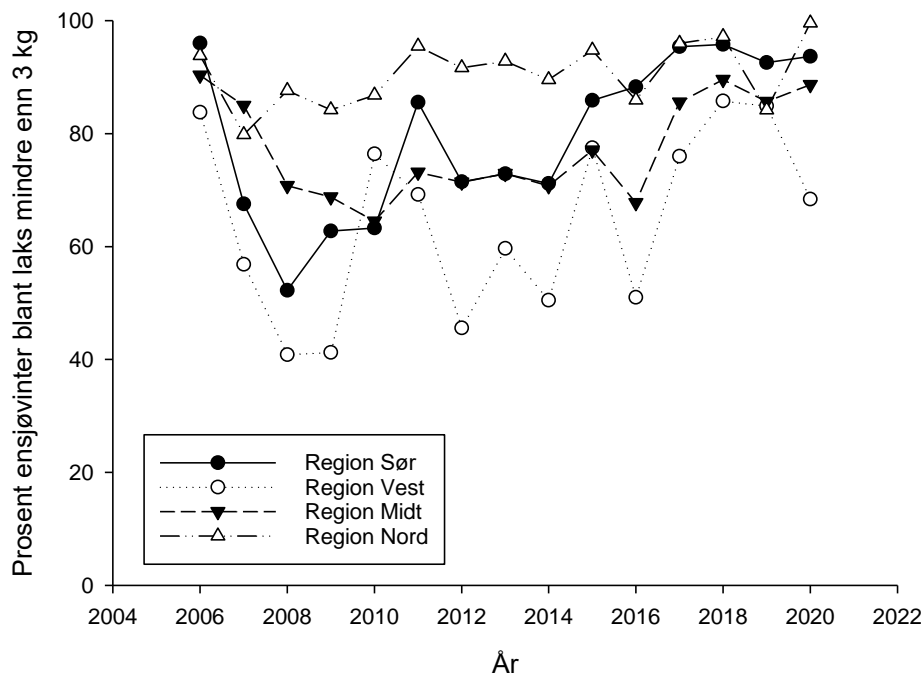
En viktig faktor som påvirker hvor mange smolt som overlever til de kommer tilbake som gytefisk, er hvor lenge laksen blir i sjøen før de kommer tilbake til elva for å gyte. Livet i havet er risikofylt, og færre overlever dersom oppholdet i havet varer lenger. Alder ved første kjønnsmodning varierer mellom individ og bestander. Noen bestander består av smålaks som kommer tilbake til elvene etter ett år i sjøen, mens andre består av fisk som kommer tilbake etter to eller flere år. Kunnskap om hva som påvirker alder på gytelaksen er oppsummert i VRL (2016b).

Endringer i alder ved kjønnsmodning kan sees i lakseskjellene som samles inn hvert år. Skjell samlet inn under elvefisket viser at andelen énsjøvinterlaks blant laks under 3 kg var stabil mellom 92 % og 99 % i perioden 1989-2006. Etter det ble andelen redusert til 71-87 %, fram til og med 2016 (**figur 3.1**). I 2017 og 2018 økte andelen igjen. I 2020 var det om lag 91 % énsjøvinterlaks blant laksen under tre kilo, noe som var en liten økning fra 2019. Det er imidlertid variasjon mellom regioner (**figur 3.2**). Det var oppgang i alle regioner i 2020, bortsett fra på Vestlandet som hadde en markant nedgang. Analysen dekker kun perioden fra 2006, men resultatene tyder på at laksen i Nord-Norge ikke har hatt den samme reduksjonen i andel énsjøvinterlaks blant laks mindre enn 3 kg som de andre regionene. I 2020 hadde Nord-Norge en markant økning og var igjen regionen med høyest andel énsjøvinterlaks blant laks mindre enn 3 kg.

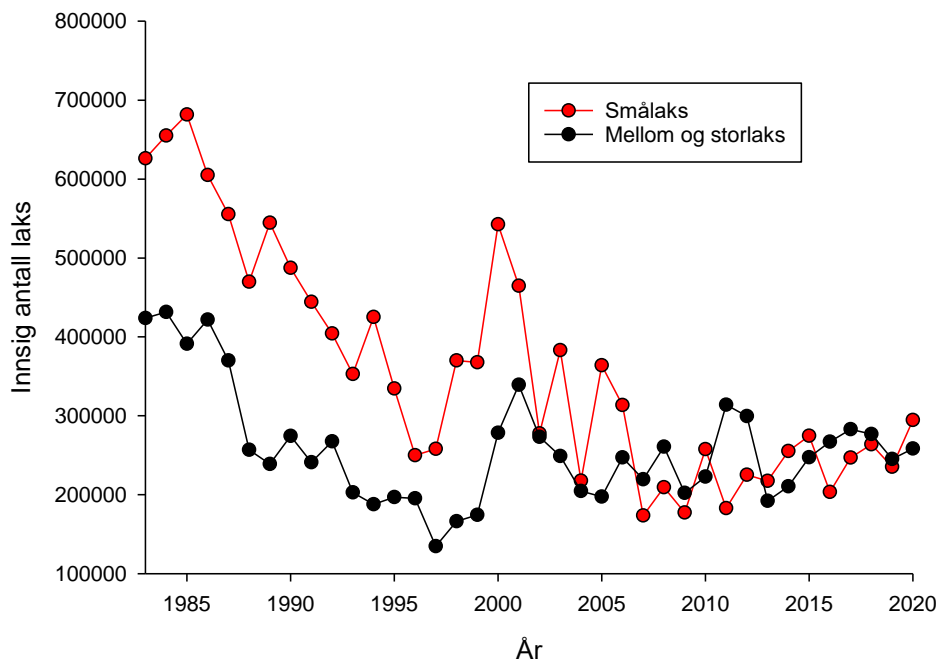
Innsiget av smålaks er mer redusert enn innsiget av mellom- og storlaks i perioden fra 1983 til 2020 (**figur 3.3**). Totalt tyder materialet på at det har skjedd betydelige endringer i alder ved kjønnsmodning i perioden fra 1989 til nå. Sammen med endringer i sjøoverlevelse (se kapittel 2.5) har dette bidratt til det reduserte innsiget av laks fra havet til Norge de senere år.



Figur 3.1. Gjennomsnittlig andel énsjøvinterlaks blant laks mindre enn 3 kg i norske elvefangster i perioden fra 1989 til 2020 basert på skjellprøver.



Figur 3.2. Gjennomsnittlig andel ensjøvinterlaks blant laks mindre enn 3 kg i elvefangster i perioden fra 2006 til 2020 for de ulike regionene av landet basert på skjellprøver (Sør-Norge: Østfold - Rogaland, Vest-Norge: Vestland til Stad, Midt-Norge: Stad - Vesterålen, Nord-Norge: Vesterålen - Finnmark).



Figur 3.3. Beregnet innsig av smålaks (< 3 kg) og mellom- og storlaks (≥ 3 kg) fra havet til norskekysten i perioden 1983 til 2020 (modalverdi fra PFA-modellen). Figuren viser samme data som figur 2.5 og figur 2.8, men er her satt sammen i samme figur for en sammenlikning.

4 LAKSENS OVERLEVELSE I SJØEN

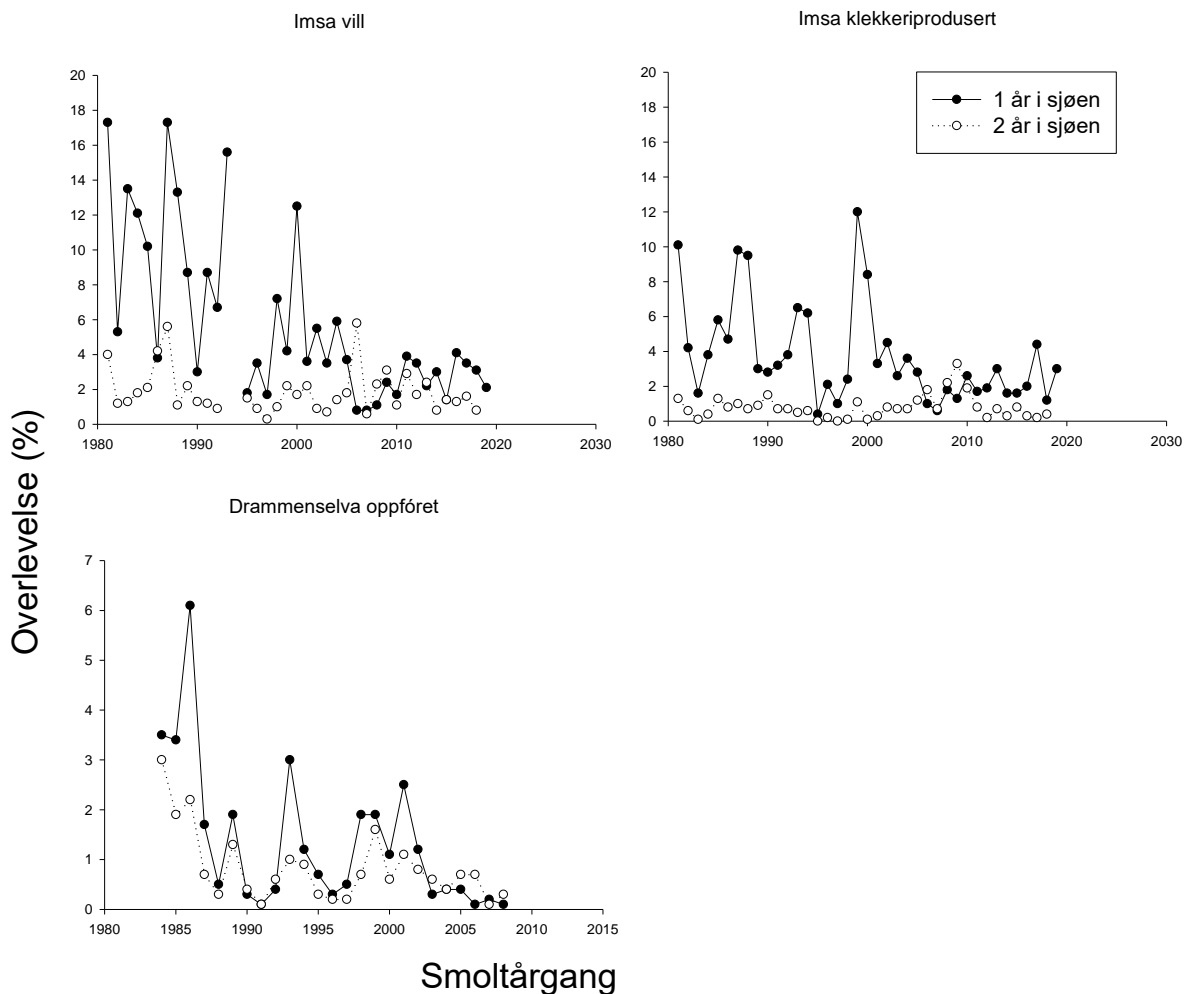
Det har vært en reduksjon i laksens overlevelse i sjøen i store deler av utbredelsesområdet i de siste 20-25 årene, inkludert i Norge. Lange tidsserier fra noen vassdrag er viktig for å følge utviklingen (**figur 4.1**). Overlevelse fra laksen vandret ut som smolt til de kom tilbake til norskekysten på vei til elvene (før fisket) har blitt beregnet for laks fra Imsa i Rogaland. Det finnes også slike dataserier for klekkeriproduisert smolt som har blitt satt ut i Imsa og Drammenselva. Dataserien i Drammenselva ble avsluttet etter smolten som ble satt ut i 2008. Det vil si at vi i Norge bare har én overvåkingsserie for sjøoverlevelse for laks (Imsa) med full kontroll på antall smolt som forlater elva og antall voksen laks som kommer tilbake til elva.

Vitenskapsrådet har anbefalt at sjøoverlevelse bør overvåkes i flere vassdrag for å dekke variasjonen langs norskekysten (VRL 2013). Fiske mfl. (2014b) anbefalte overvåking med merking av smolt og kontroll av tilbakevandrende laks i 15 vassdrag. Overvåkingen startet med PIT-merking av smolt i tre vassdrag i 2016, ble utvidet med tre nye vassdrag i 2017, og vil bli ytterligere utvidet i årene framover. Merket smolt som overlever og kommer tilbake til den samme elva etter sjøvandringen, blir registrert når de passerer antenner nederst i elvene. Slik merking og overvåking er et mål på hvor stor andel av smolten fra de ulike elvene som overlevde sjøoppholdet og kommer tilbake opp i den samme elva igjen. I tillegg til de som kommer tilbake til samme elv, kan noen ha overlevd sjøoppholdet men kommet tilbake til andre elver, siden det er en liten feilvandring blant laks (rundt 4-6 %). Tap av merket fisk i sjøen basert på disse undersøkelsene inkluderer også dødelighet på grunn av fiske i sjøen. Siden disse merkene ligger i buken blant innvollene hos fisken og ikke er godt synlige for fiskere, så vet vi ikke hvor stor andel av merket fisk som er fanget av fiskere i sjøen. Resultatene fra disse undersøkelsene så langt tyder på at andelen merket fisk som kommer tilbake til elvene etter sjøvandringen varierer en del mellom elver og år. For smolten fra to elver i Midt-Norge (Vigda og Sylte/Moaelva) var andelen laks som kom tilbake til elvene større enn for PIT-merket smolt fra Imsa for smolten som ble satt ut i 2018 og delvis i 2019, mens for 2017-årgangen var den på samme nivå som i Imsa (**tabell 4.1**). I Etneelva var andelen merket laks som kom tilbake til elva for alle årgangene noe lavere enn for Imsa, men dette kan skyldes at mer av smolten kommer tilbake fra havet som to- og tresjøvinterlaks i Etneelva enn i de andre to elvene (**tabell 4.1**).

De norske dataene har blitt rapportert til arbeidsgruppa som jobber med laks i det internasjonale havforskningsrådet (ICES) (Fiske mfl. 2021). Dataene har blitt sammenstilt med data fra elver i Irland, Skottland, England, Island, USA og Canada (ICES 2021). Mønsteret med lavere overlevelse i de senere årene gjelder generelt for de overvåkede elvene (ICES 2021).

Overlevelsen for énsjøvinterlaks fra Imsa har variert mellom 1,7 og 17,3 % for smolten som gikk ut i sjøen i 1981-2005 (**figur 4.1**). For smolten som gikk ut i sjøen i 2006-2008 var overlevelsen for énsjøvinterlaks mellom 0,8 og 1,1 %, noe som var laveste overlevelse i tidsserien. Overlevelsen for smolten som gikk ut i sjøen i 2009-2019 økte noe, men var fortsatt lav (1,0-3,9 %). I noen år etter 2005 har like mange eller flere tosjøvinterlaks enn énsjøvinterlaks kommet tilbake av smolten som gikk ut i et gitt år (**figur 4.1**). Dette tyder på at fisken enten kan ha utsatt kjønnsmodningen ett år, eller at større laks har hatt forholdsvis bedre overlevelse enn tidligere.

Overlevelsen for klekkeriproduisert smolt fra de ble satt ut i Imsa til de kom tilbake som énsjøvinterlaks varierte mellom 0,4 og 12,0 % for smoltårsklassene 1981-2005. Etter 2006 har overlevelsen vært lav, og som for villaks fra Imsa har overlevelsen til tosjøvinterlaks vært høyere eller på samme nivå som for énsjøvinterlaks i noen av årene. At overlevelsen til oppfôret smolt er lavere enn overlevelsen til villsmolt ser ut til å være et generelt mønster (Finstad & Jonsson 2001, Jensen mfl. 2016).



Figur 4.1. Minimum overlevelse for oppholdet i sjøen fra smoltutvandring fram til beskatning i sjøfiskeriene for vill smolt fra Imsa og klekkeriproduisert smolt fra Imsa og Drammenselva. Disse estimatene baserer seg på Carlinmerket smolt og inkluderer også fisk fanget i sjøfisket og i andre vassdrag.

Tabell 4.1. Andel (%) PIT-merket vill laksesmolt som kom tilbake som voksne, etter sjøvandringen, til elva der de ble fanget og merket. Data er gitt fra og med smoltårgangen 2016 for Vigda, Sylte/Moaelva og Etneelva og for klekkeriproduisert smolt fra Imsa. Bindestrek (-) i tabellen betyr at fisken av denne aldersklassen ikke har rukket å komme tilbake enda, samt for Imsa ble det ikke merket smolt med PIT-merker i 2016.

Smoltår	Vigda			Sylte/ Moaelva			Etneelva			Imsa		
	1SW	2SW	3SW	1SW	2SW	3SW	1SW	2SW	3SW	1SW	2SW	3SW
2016	13,8	0,6	0	5,7	4,2	0	1,2	1,9	0,3	-	-	-
2017	3,5	0,6	0	3,6	1,2	0	1,4	1,0	0,3	3,7	0,1	-
2018	4,9	0,8	-	5,1	2,7	-	0,6	1,3	-	0,9	0,2	-
2019	10,9	-	-	2,3	-	-	2,7	-	-	2,3	-	-

5 NASJONALE OG REGIONALE TRENDER FOR OPPÅELSE AV GYTEBESTANDSMÅL, BESKATNING OG BESTANDSSTATUS

I dette kapitlet vurderer vi utviklingen i bestandsstatus på nasjonalt og regionalt nivå fra 1983 til 2020. Oppnåelse av gytebestandsmål, beskatning og høstbart overskudd for de enkelte bestandene ble fram til 2018 beregnet og beskrevet i egne rapporter. Nå legges disse resultatene bare ut på vitenskapsrådets nettsider i form av en søkbar database³.

Vitenskapsrådet har vurdert oppnåelse av gytebestandsmål og forvaltningsmål for en periode på 15 år (2006-2020). For de 11 siste årene (fra 2010) har vi også beregnet totalt innsig av gytelaks fra havet, høstbart overskudd og overbeskatning for hver av de vurderte bestandene. Bestandsstatus vurderes også ut fra innsiget av laks fra havet beregnet for de 36 årene (fra 1983), beskatning og hvor mye gytefisk som var igjen i elvene etter fangst. I beregninger av lakseinnsiget tas det hensyn til urapportert fangst, og det korrigeres for innslaget av rømt oppdrettslaks.

I analysene har vi delt perioden fra 1983 i fire basert på større endringer i forvaltningen. I den første delen (1983-1988) ble det drevet drivgarnsfiske etter laks (første året uten drivgarnsfiske var 1989). I den andre delen (1989-1999) ble det ikke gjort store endringer i lakseforvaltningen. I den tredje delen (2000-2005) startet en ny runde med innstramminger, særlig i sjølaksefisket, som ble forsterket ved innføringen av forvaltning etter gytebestandsmål fra 2009, som også reduserte beskatningen i elvefisket. For de tre første periodene oppgis gjennomsnittsverdier, og fra 2006 årlige verdier.

5.1 Metoder

Metodene som ble benyttet til å vurdere oppnåelse av gytebestandsmål for 2020 var de samme som i siste årsrapport (VRL 2020b), mens beregningene av normalt høstbart overskudd ble noe endret.

5.1.1 Metoder for vurdering av oppnåelse av gytebestandsmål

På grunn av økende grad av gjenutsetting, godt etablert rapportering av gjenutsatt fisk, og mange vassdrag med høye andeler av fangstene som blir gjenutsatt, har vi fra 2019 brukt totalfangster i beregningene av gytebestandens størrelse, det vil si summen av avlivet og gjenutsatt laks. Ved å bruke totalfangstene utnytter vi informasjonen som finnes i fangststatistikken bedre. I vassdrag der det finnes lokal kunnskap om innsigets størrelse beregnet vi derfor fangstandel (andel laks fanget) i stedet for beskatning (antall laks fanget og avlivet). Der vi bare hadde informasjon om fiskeregler og fangstforhold, brukte vi fortsatt **tabell 5.1**, men fordi vi brukte fangstandel i stedet for beskatning tok vi ikke lenger hensyn til gjenutsettingsnivå. For mange vassdrag innebar dette at vi benyttet en høyere fangstandel enn tidligere brukt beskatningsnivå.

Når vi bruker totalfangst inkludert gjenutsatt laks må vi vurdere skjebnen til gjenutsatt fisk. En rekke undersøkelser har vist at en andel av den gjenutsatte laksen kan bli fanget på nytt eller dø etter gjenutsetting, men at disse andelene generelt er lave (Thorstad mfl. 2007, Havn mfl. 2015, Lennox mfl. 2017, Thorstad mfl. 2020). Det er også vist at gjenfangstsannsynligheten er avhengig av fisketrykket (Thorstad mfl. 2020). I modellen som brukes til å beregne måloppnåelse (beskrevet i VRL 2015, 2016b), ble gjenfangstandelen beregnet som 0,2 ganger fangstandelen, der 0,2 er stigningstallet for sammenhengen mellom gjenfangstandel og fangstandel, tvunget gjennom origo (tall hentet fra Thorstad mfl. 2020). Andel av gjenutsatt laks som sannsynligvis dør etter utsetting

³ www.vitenskapsradet.no/VurderingAvEnkeltbestander/

ble hentet fra en triangulærfordeling med minimumsverdi på 4 %, modalverdi på 7 % og maksimumsverdi på 15 %. Nivåene ble satt ut fra de refererte studiene ovenfor.

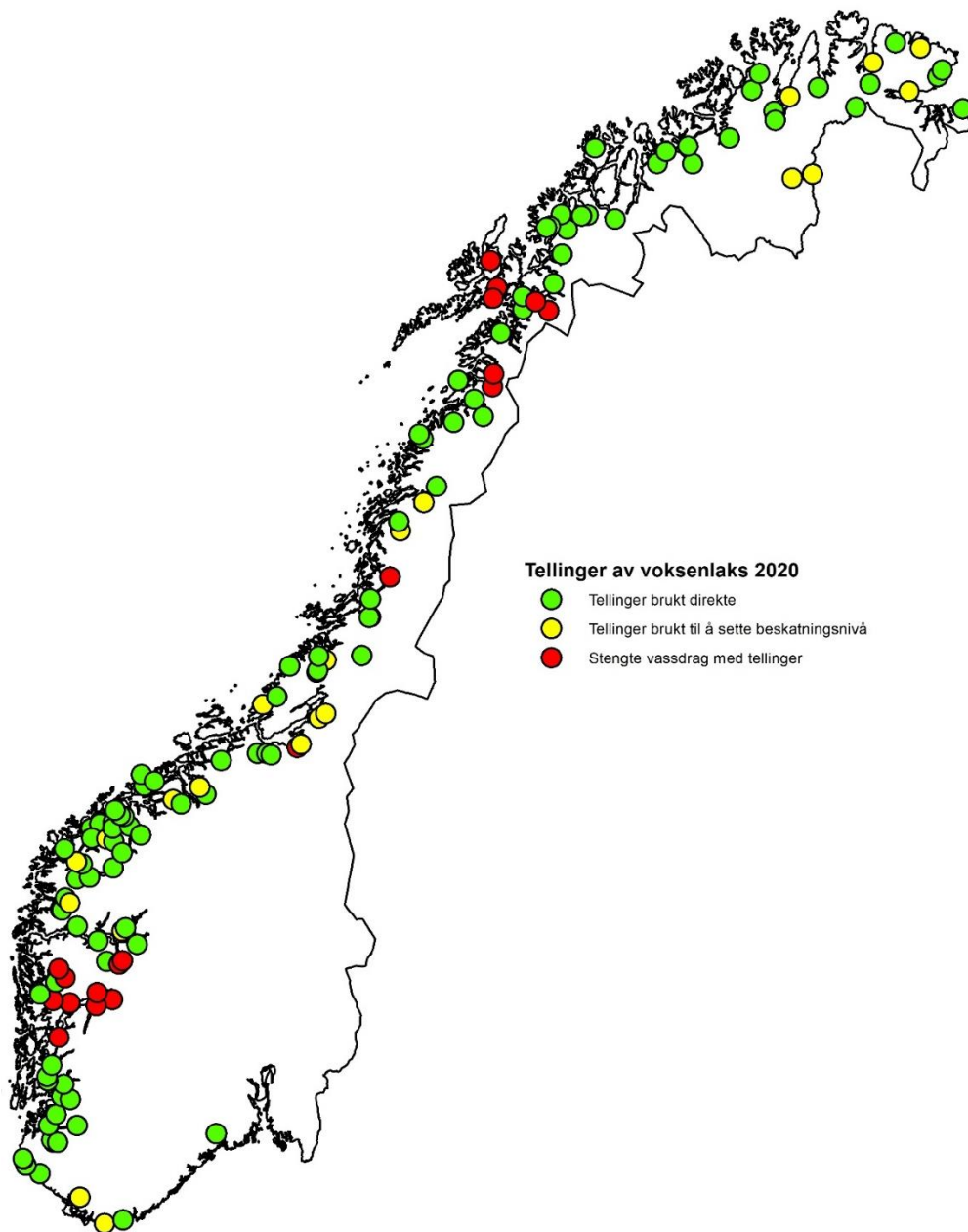
Den andre endringen i metodene som ble innført fra 2019, var at vi bruker tall fra gytefisktelinger direkte til å beregne gytebestandens størrelse og måloppnåelse. Av tekniske årsaker benyttet vi tidligere tall fra gytefisktelinger til å beregne beskatning, for deretter å bruke rapporterte fangster til å beregne måloppnåelse. Det har vært en markant økning i antall vassdrag der det gjennomføres gytefisktelinger (se kapittel 5.1.3), også i vassdrag der det ikke er åpnet for laksefiske. For å kunne utnytte denne kunnskapen på en bedre måte ble simuleringsmodellen revidert slik at måloppnåelse ble beregnet fra antall gytefisk observert, mens usikkerheten i vurderingen ble beskrevet ved hjelp av triangulærfordelinger for observasjonsandeler (hvor stor andelen av gytefisken i vassdraget som ble antatt observert).

5.1.2 Antall vassdrag vurdert

Det er fastsatt gytebestandsmål for 439 norske laksevassdrag (VRL 2016b). I denne rapporten er oppnåelse av gytebestandsmål vurdert for 202 av vassdragene (pluss 9 delvassdrag). Måloppnåelse ble hovedsakelig vurdert på grunnlag av fangst og fangstandeler eller gytefisktelinger i vassdrag åpnet for fiske, men også noen vassdrag som ikke var åpnet for fiske ble vurdert. I vassdrag med *Gyrodactylus salaris*, eller under friskmelding etter behandling mot *G. salaris*, er det ikke noe mål at gytebestandsmålet skal nås, og vi har ikke vurdert oppnåelse for disse bestandene. Merk at vassdragene i Vefsnregionen, Raumaregionen og Steinkjerregionen nå er friskmeldte, men vi har foreløpig ikke gjort noen full vurdering av gytebestandsmåloppnåelse for disse vassdragene. Årsaken er at ordinært fiske ikke har blitt startet og at prøvofiske og data fra ulike tellinger ikke gir tilstrekkelig informasjon til vurderinger av måloppnåelse. Fangsten i de vurderte vassdragene utgjorde 91 % av den rapporterte laksefangsten i norske vassdrag i 2020 (på vektbasis, 91 % på antallsbasis), og de dekker 85 % av det samlede norske gytebestandsmålet. Våre vurderinger dekker dermed alle de store vassdragene og alle de nasjonale laksevassdragene, unntatt de som er under reetablering etter behandling mot *G. salaris*, og majoriteten av de mindre vassdragene der det fiskes regelmessig etter laks. I de resterende knapt 240 vassdragene med gytebestandsmål som ikke ble vurdert, drives det enten ikke fiske, fangstene er svært lave, det fiskes uten rapportering, eller fiske og/eller rapportering er sporadisk. Bestandsstatus for disse vassdragene for årene 2010-2014 er beskrevet i VRL (2018a).

5.1.3 Fastsetting av beskatning/fangstandeler og vurdering av fiskereguleringer

Riktig fastsetting av beskatningsrater (andel avlivet fisk) eller fangstandeler (inkludert gjenutsatt fisk) er viktig for vurdering av oppnåelse av gytebestandsmål. Antallet vassdrag hvor det skaffes lokal kunnskap om beskatning har økt betydelig. I 2010 ble beskatning beregnet for 54 vassdrag med ulike metoder. I 2020 hadde dette økt til 140 vassdrag (nesten 70 % av de vurderte bestandene), med god geografisk spredning (**figur 5.1**).



Figur 5.1. Kart som viser vassdrag hvor antall voksne laks i 2020 ble telt med ulike metoder, og hvor disse tallene enten ble brukt direkte til å beregne fangstandeler, eller hvor de ble brukt som grunnlag for å bestemme beskatningsnivå, samt stengte vassdrag med tellinger.

I vassdrag der vi ikke har lokale tall til å beregne beskatning innhentes informasjon om fiskeforhold og fiskeregler årlig ved at statsforvalternes miljøvernavdelinger svarer på spørsmål i et skjema de får fra vitenskapsrådet (**vedlegg 1**). For mange av vassdragene tar miljøvernavdelingene kontakt med lokale personer som bidrar med opplysninger. Basert på disse opplysningene, og informasjon om kortsalg og ukesrapportering av fangst fra fangstrapp.no (som indikasjon på fiskeforhold), plasseres hvert av vassdragene årlig i en klasse for beskatningsnivå (fra ekstraordinært lav til høy; **tabell 5.1**).

Tabell 5.1. Laveste, midtverdi og høyeste beskatningsrater (%) eller fangstandeler (fra 2019) for smålaks, mellomlaks og storlaks i små, mellomstore og store elver som brukes i simuleringene når vi ikke har lokale tall som kan brukes til å beregne beskatningsrater. Verdiene for beskatningen for klassene svært lav, lav, middels og høy er basert på analyser av 214 estimater for beskatning fra 40 vassdrag (VRL 2009). Verdiene for ekstraordinær lav beskatning er basert på analyser av 148 beskatningsestimater fra 53 vassdrag fra tørkeåret 2018.

Størrelsesgruppe	Beskatningsnivå	Små elver ($< 10 \text{ m}^3/\text{s}$)	Mellomstore elver ($10\text{-}30 \text{ m}^3/\text{s}$)	Store elver ($> 30 \text{ m}^3/\text{s}$)
Smålaks (< 3 kg)	Ekstraordinær lav beskatning	5-18-25	10-15-20	10-15-20
	Svært lav beskatning	25-35-45	25-35-45	15-20-25
	Lav beskatning	40-50-60	40-45-60	20-35-45
	Middels beskatning	50-60-70	50-55-70	30-45-55
	Høy beskatning	60-70-80	60-65-80	40-55-65
Mellomlaks (3-7 kg)	Ekstraordinær lav beskatning	5-13-20	-	-
	Svært lav beskatning	10-20-30	10-15-25	10-15-20
	Lav beskatning	20-30-50	20-30-50	20-25-35
	Middels beskatning	30-40-60	30-40-60	30-35-45
	Høy beskatning	40-50-70	40-50-70	40-45-55
Storlaks (> 7 kg)	Ekstraordinær lav beskatning	4-10-18	-	-
	Svært lav beskatning	5-10-20	5-10-15	5-10-15
	Lav beskatning	10-20-30	10-20-35	10-20-35
	Middels beskatning	20-30-50	20-30-45	20-30-45
	Høy beskatning	30-40-60	30-40-55	30-40-55

5.1.4 Høstbart overskudd og normalt høstbart overskudd

Høstbart overskudd er innsiget av hunnlaks til en bestand i prosent av gytebestandsmålet. For å beregne innsiget til hver bestand må sjøfangsten av laks fordeles til hver av bestandene. Dette gjøres etter prosedyrer og fordelingsnøkler beskrevet i VRL (2016b). Vi har i år gjort en mindre endring av prosedyrene. Mens vi tidligere tok utgangspunkt i samlet fangst (i kg) i ulike sjøområder brukte vi nå fangsten fordelt på små-, mellom- og storlaks, basert både på vekt og antall. Denne prosedyren er mer presis fordi vi unngår noen forenklinger, men ga ikke vesentlige endringer i beregnet innsig. Vi oppdaterer likevel alle resultater og figurer hvor disse beregningene inngår. Denne oppdateringen påvirker også beregningen av normalt høstbart overskudd, som beregnes som median høstbart overskudd i de av bestandene i hver av tre regioner (tabell 5.2) som sannsynligvis var fullrekrutterte (hadde nådd gytebestandsmålene). I tillegg endret vi kriteriene for utvalget av bestander som vi brukte til å beregne normalt høstbart overskudd fra. Tidligere brukte oppnåelse av gytebestandsmål i de siste fem år for å identifisere fullrekrutterte bestander. Nå brukte vi måloppnåelsen for de årene som var opphavet til gytefisker som kom tilbake for hvert av innsigsårene. Vi valgte bestander som hadde gjennomsnittlig oppnåelse av gytebestandsmål (trunkert på 100 % hvert år) på over 90 % for de fem årene mellom åtte og fire år før innsigsåret. Valg av år ble gjort ut fra kombinasjonen av typisk smoltalder (mellom to og fire år) og sjøalder (ensjø- til tresjøvinter). For innsigsåret 2020 ble for eksempel bestandene innenfor en region som i gjennomsnitt hadde måloppnåelse over 90 % for årene 2012 til 2016 valgt ut. I dette eksemplet vil gytingen i 2012 med avkom med en smoltalder på fire år ha gitt tresjøvinter laks som kom tilbake i 2020, mens gytingen i 2016 med avkom med en smoltalder på to år har gitt ensjøvinter laks i 2020.

Med disse nye prosedyrene ble normalt høstbart overskudd for hver av tre regioner beregnet på nytt for alle år fra 2010 (tabell 5.2). Endringene var generelt små, men normalt høstbart overskudd ble noe lavere for region 2 for årene 2013-2015. Dette skyldes at noen flere bestander som hadde lavt høstbart overskudd i disse årene ble med i utvalget. Forskjellene var imidlertid ikke så store at de hadde betydning for tidligere klassifiseringer av bestandstilstand. I klassifiseringen av

bestandsstatus ble det høstbare overskuddet i hver av bestandene for hvert av årene sammenlignet med og uttrykt i prosent av de normale høstbare overskuddene. Dersom for eksempel det høstbare overskuddet i en bestand i region 1 var 70 % av innsiget i 2020, så var det høstbare overskuddet 93 % av det normale (normalt høstbart overskudd for region 1 i 2020 var 75 %). Det høstbare overskuddet for denne bestanden ble dermed klassifisert som normalt for 2020. Var det høstbare overskuddet 55 % av innsiget for en bestand, så var det høstbare overskuddet 73 % av det normale, og det ble klassifisert som lavt. Til slutt ble gjennomsnittet for 2017-2020 beregnet og brukt i klassifiseringen for hver bestand.

Tabell 5.2. Normalt høstbart overskudd (gitt som % av innsiget) for årene 2010-2019 for Norge delt inn i tre regioner. Beregning av normalt høstbart overskudd er basert på median høstbart overskudd for bestander i hver region som i gjennomsnitt hadde oppnåelse av gytebestandsmålene på over 90 % i rekrutteringsårene (fem år).

Region	Høstbart overskudd											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
1: Fra Østfold til Hustadvika i Møre og Romsdal	74 %	84 %	83 %	73 %	69 %	75 %	78 %	78 %	75 %	72 %	75 %	
2: Fra Hustadvika til og med Målselv i Troms	72 %	66 %	67 %	42 %	48 %	54 %	61 %	70 %	72 %	65 %	67 %	
3: Fra Reisaelva i Troms til og med Finnmark	76 %	68 %	80 %	72 %	74 %	71 %	77 %	77 %	71 %	68 %	61 %	

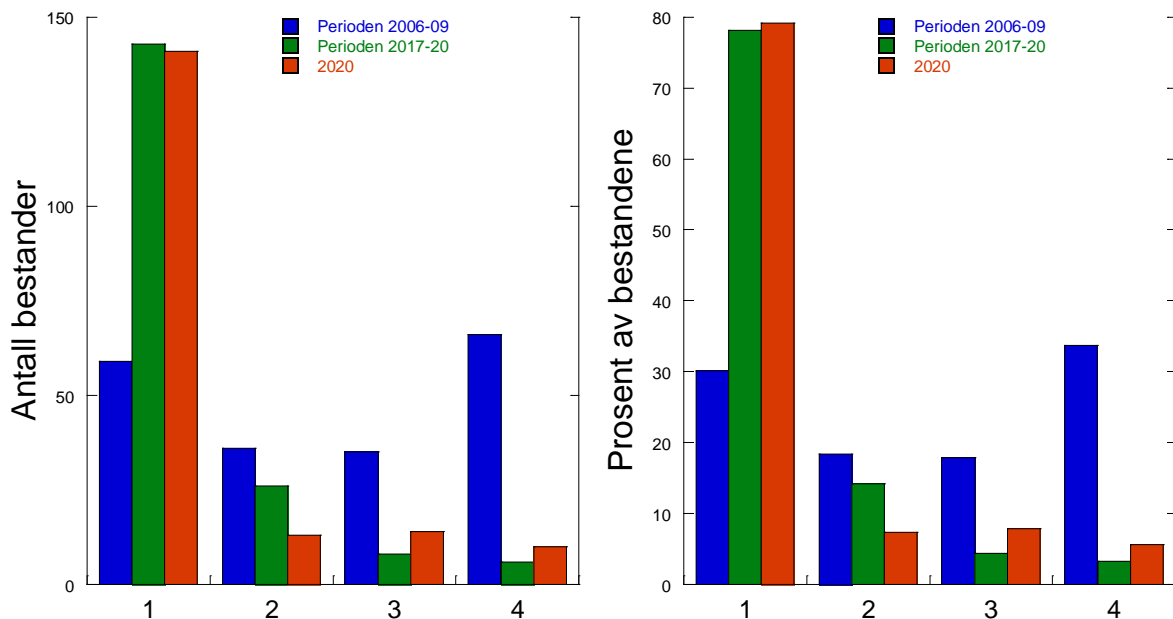
5.2 Nasjonale trender

Det har vært en klar forbedring i oppnåelsen av forvaltningsmålene fra perioden 2006-2009 til perioden 2017-2020, med en markant økning i antall og andel bestander der forvaltningsmålet var nådd og en reduksjon i antall og andel bestander der forvaltningsmålet sannsynligvis eller sikkert ikke var nådd (**figur 5.2, 5.3** og **5.4**). Bedringen skyldes i hovedsak strengere reguleringer av fiske som har redusert beskatningen, samt at innsiget av mellom- og storlaks til Vest-Norge var høyere i en periode (fram til 2017).

Gjennomsnittlig oppnåelse av gytebestandsmål var 92 % for alle vurderte bestander i perioden 2017-2020 (gjennomsnittet veid med gytebestandsmålene og 100 % var maksimumsverdi brukt i beregningen). Dette var nesten likt med forrige vurdering (92 % for 2016-2019).

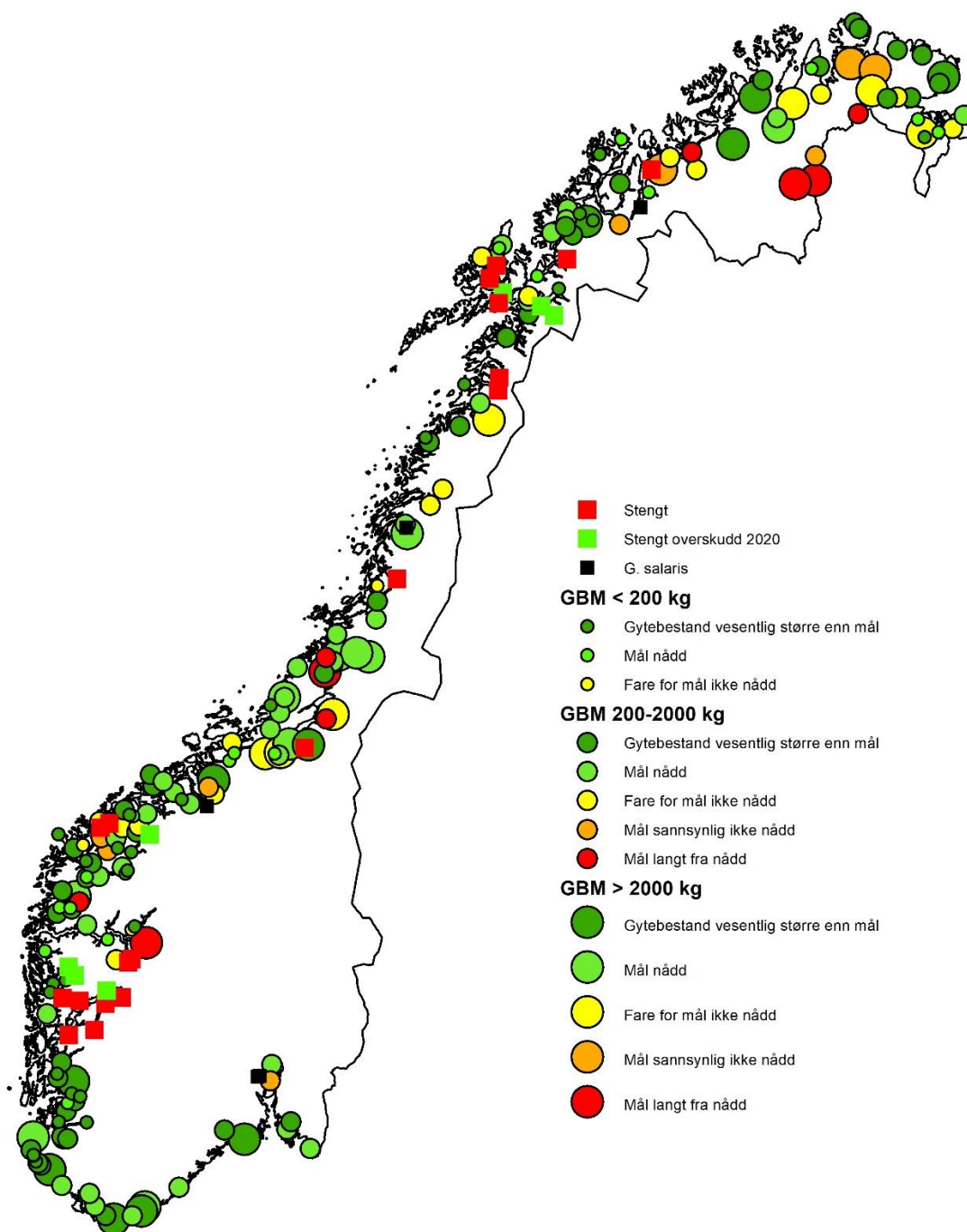
Forvaltningsmålet for perioden 2017-2020 var nådd for 78 % (n = 143) av de vurderte bestandene (n = 183) Det var fare for at målet ikke var nådd i 14 % (n = 26) av bestandene, sannsynlig at målet ikke var nådd i 4,4 % (n = 8) av bestandene, og målet var langt fra nådd i 3,3 % (n = 6) av bestandene (**figur 5.2**). Dette er likt forrige vurdering (perioden 2016-2019), men det har vært en viss forskyving mot dårligere måloppnåelse i 2019 og 2020 (en økning i antall bestander der forvaltningsmålene ikke er nådd eller langt fra nådd). Dette skyldes redusert høstbart overskudd i deler av regionene Vest-Norge og Midt-Norge (se nedenfor).

Tar vi hensyn til usikkerheten, både i gytebestandsmålene og i vurderingen av måloppnåelse, og ser på bestander hvor måloppnåelsen sannsynligvis eller sikkert var for dårlig (vurdering 3 eller 4), var beskatningen i perioden 2017-2020 for høy i 8 % av bestandene. Dette er likt med forrige vurdering. Det skal bemerkes at bestander som ikke når gytebestandsmålet automatisk betraktes som overbeskattet dersom det fiskes. Det kan for eksempel være overbeskatning i en bestand med ingen beskatning i vassdraget, dersom fisk fra bestanden beskattes i sjølaksefisket i fjorden eller langs kysten.

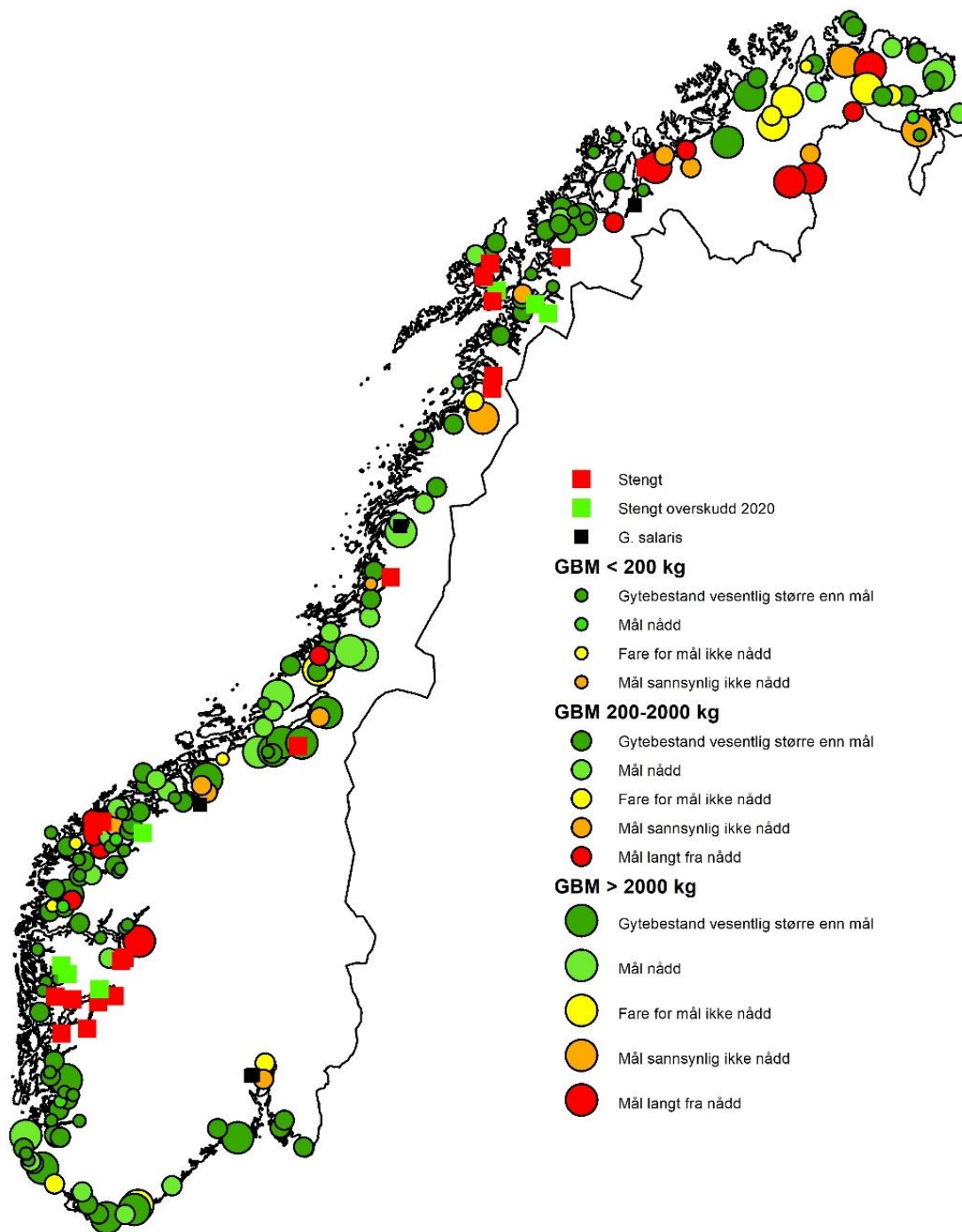


Figur 5.2. Antall bestander (venstre) og andel av de vurderte bestandene (høyre) med vurdering 1 forvaltningsmålet er nådd (inkluderer bestander som har hatt større overskudd enn utnyttet), 2 fare for at forvaltningsmålet ikke er nådd, 3 sannsynlig at forvaltningsmålet ikke er nådd og 4 forvaltningsmålet langt fra nådd, for periodene 2006-2009 og 2017-2020, samt for gytebestandsmåloppnåelse for 2020 alene.

Andelen bestander som nådde gytebestandsmålene var lav fra 2006 til og med 2009 (40-50 % av bestandene; **figur 5.5**). Innføring av forvaltning etter gytebestandsmål i 2009 medførte en økning i andel bestander som nådde gytebestandsmålene, til 60-75 % av bestandene i perioden 2009-2015. I 2016 var det en ny økning i andel bestander som nådde gytebestandsmålene, og andelen har ligget rundt 80 % fra 2017. En viktig årsak til bedringen var redusert beskatning i sjø- og elvefisket. Beskatningen var ca. 80 % i årene med drivgarnsfiske, sank ned mot 60 % i de neste periodene, og har i de senere årene vært i overkant av 40 % men en synkende trend. Beskatningen på 39 % i 2019 og 37,5 % i 2020 var de laveste i perioden med beregninger, det vil si siden 1983 (**figur 5.5**). Variasjoner i lakseinnsiget fra havet påvirker også andel bestander som når gytebestandsmålene. Redusert innsig fra 2008 til 2009 og fra 2012 til 2013 ga redusert oppnåelse av gytebestandsmål i 2009 og 2013. I de siste årene har innsiget variert mindre og andelen bestander som har nådd gytebestandsmålene har variert rundt 80 %.



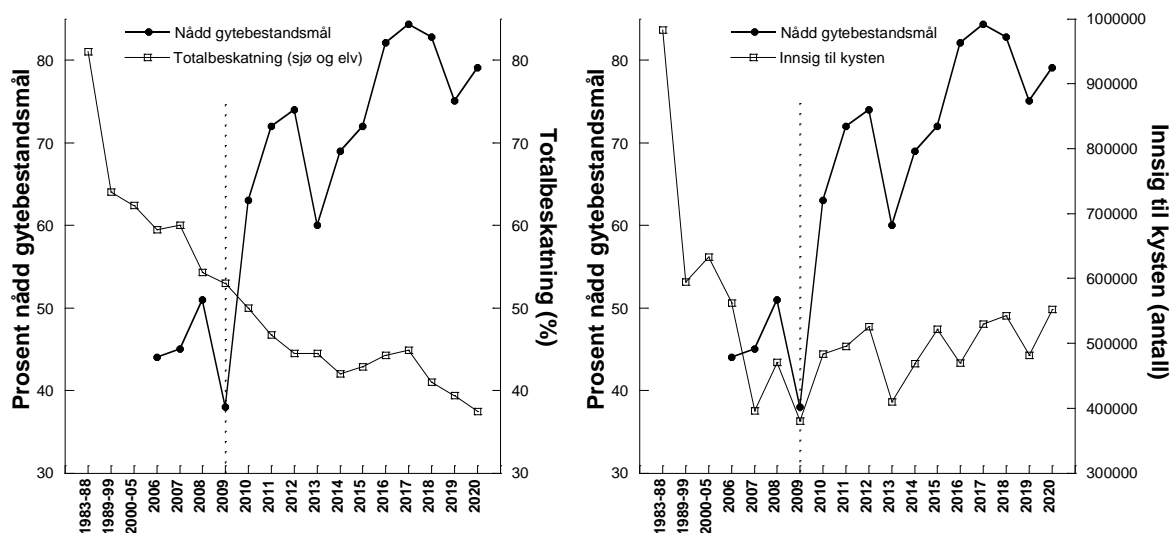
Figur 5.3. Vurdering av oppnåelse av forvaltningsmål for perioden 2017-2020. Forvaltningsmålet var nådd i bestander med grønne (lyse og mørke) sirkelsymbol. Størrelsen på symboler reflekterer størrelsen på gytebestandsmålet i vassdragene. Stengte vassdrag og vassdrag hvor det ikke er gitt vurderinger fordi bestanden er infisert med G. salaris er også vist. For stengte vassdrag er det vist om det sannsynligvis var eller ikke var et høstbart overskudd i 2020.



Figur 5.4. Vurdering av oppnåelse av gytebestandsmål for de enkelte laksebestandene for bare 2020. Størrelsen på symboler reflekterer størrelsen på gytebestandsmålet i vassdragene. Stengte vassdrag og vassdrag hvor det ikke er gitt vurderinger fordi bestanden er infisert med G. salaris er også vist. For stengte vassdrag er det vist om det sannsynligvis var eller ikke var et høstbart overskudd i 2020.

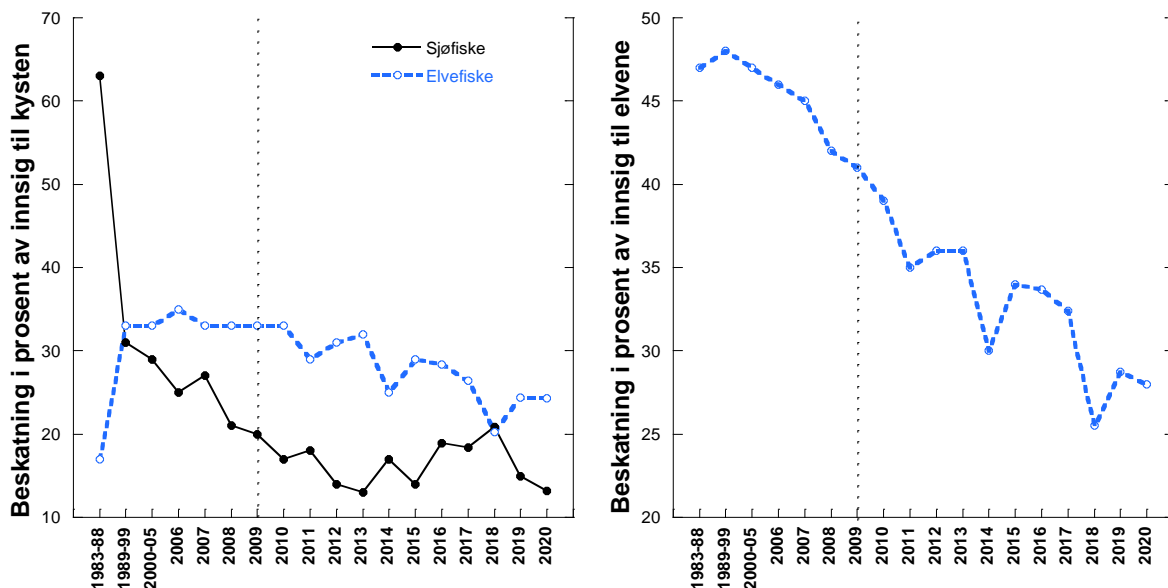
I perioden 1983-1988 ble mer enn 60 % av laksen som kom fra havet til Norge (innsiget) fisket i sjøen, mens mindre enn 20 % av innsiget ble fisket⁴ i elvene (figur 5.6). Etter at drivgarnsfisket ble forbudt fra 1989 sank beskatningen, og i perioden 1989-1999 ble i overkant av 30 % av innsiget fisket i både i sjøen og elvene. Utover 2000-tallet fortsatte reduksjonen i sjølaksefisket, mens andelen av innsiget fisket i elvene ble ytterligere redusert fra 2011. Andelen av innsiget fisket i sjøen nådde et minimum på 13 % i 2013, og har siden økt noe i takt med redusert fangst i elvene. I 2018 ble omtrent 20 % av innsiget fisket både i sjøen og elvene. Hovedårsaken til at sjølaksefisket økte og elvefisket ble redusert i 2018 var tørke som rammet store deler av landet, og som ga dårlige fiskeforhold og lave fangster i mange elver. I 2019 og 2020 sank andelen fisket i sjøen igjen (15 og 13 %) og var blant de laveste i tidsserien, mens andelen av innsiget fisket i elvene økte noe, men var fortsatt lav (ca. 24 %).

Den betydelige reduksjonen i sjølaksefiske fra 1989 ga økt innsig av laks til elvene, men beskatningen i prosent av innsiget til elvene har blitt markant redusert fra perioden 1983-1988 til 2020 (figur 5.6). Fram til 2005 ble i gjennomsnitt 47 % av laksen som kom til elvene avlivet. Andelen sank til et minimum på 26 % i 2018 (et tørkeår) og var ca. 28 % i 2019 og 2020. Det er betydelig variasjon i beskatning mellom vassdrag, og en rekke vassdrag har nå svært lav beskatning. Det er også mange vassdrag som har blitt stengt for fiske etter 1982.



Figur 5.5. Andel av de vurderte bestandene ($n = 166-201$) som nådde gytebestandsmålene i 2006-2020, vist sammen med total beskatning i sjø- og elvefisket for periodene 1983-1988, 1989-1999, 2000-2005 (alle som gjennomsnitt) og årlig deretter (venstre figur), og sammen med innsiget av laks fra havet til norskekysten (høyre figur) for de samme periodene og årene. Stiplet linje angir året da forvaltning etter gytebestandsmål ble innført. Beskatningen i prosent er beregnet basert på antall laks.

⁴ Med fiske og beskatning her og i avsnittet nedenfor refereres det til avlivet fisk, ikke inkludert gjenutsatt fisk under laksefiske i elvene. Beskatning er andelen fisk som ble fisket og avlivet.



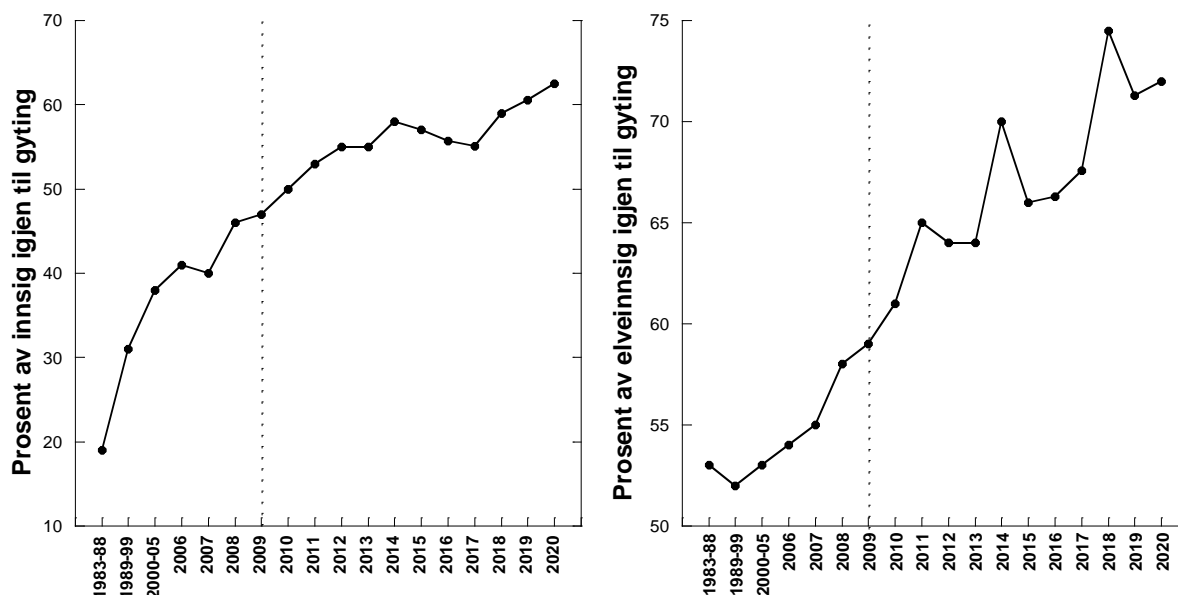
Figur 5.6. Beskatning i prosent av innsiget av laks til norskekysten fordelt på sjø- og elvefiske for periodene 1983-1988, 1989-1999, 2000-2005 (alle som gjennomsnitt) og årlig deretter (venstre figur), samt beskatning i elvefisket i prosent av innsiget til elvene (etter sjøfangsten) for de samme periodene og årene (høyre figur). Stiplet linje angir året da forvaltning etter gytebestandsmål ble innført. Merk at y-aksen på de to figurene har forskjellige skala, for best illustrasjon av endringen over tid. Beskatningen i prosent er beregnet basert på antall laks.

En annen måte å vise effektene av redusert fiske på, er å se på andelen av innsiget som var igjen som gytebestand etter fiske (**figur 5.7**). I perioden med drivgarnfiske (1983-1988) var det bare i underkant av 20 % av innsiget som var igjen til gytebestandene, og andelen økte til over 30 % i perioden 1989-1999. I perioden 2014-2017 hadde denne andelen økt til ca. 57 %, og fra 2018 har rundt 60 % av innsiget blitt igjen som gytefisk. Tilsvarende hadde andelen av innsiget til elvene (etter sjølaksefisket) som var igjen til gytebestandene økt fra 53 % før 2005, til 67 % i perioden 2014-2017 og over 70 % fra 2018 og utover.

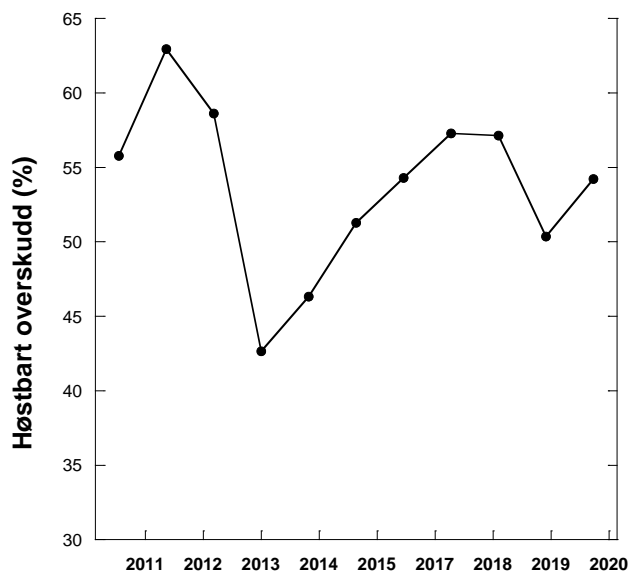
For 2010-2020 har vi også beregnet det høstbare overskuddet før fisket startet for alle de vurderte bestandene (**figur 5.8**). Dette er i utgangspunktet det overskuddet som kan fiskes både i sjø og elv uten at gytebestandene blir for små. Det høstbare overskuddet var i gjennomsnitt 56-63 % for årene 2010 til 2012, sank til 43 % i 2013, for deretter å øke igjen opp til 57 % i 2017 og 2018. Det høstbare overskuddet sank til 50 % i 2019, i hovedsak på grunn av reduksjoner i regionene Vest-Norge og Midt-Norge (se kapittel 5.3), for deretter å øke noe igjen i 2020. Den markante nedgangen i overskudd fra 2012 til 2013 bidro til redusert oppnåelse av gytebestandsmålene i 2013 (**figur 5.5**). Vitenskapsrådet har tidligere vist at det lave høstbare overskuddet i 2013 skyldtes redusert innsig av mellom- og storlaks, særlig i deler av Trøndelag, men også i mange vassdrag i Nordland og Troms (VRL 2014, 2015). Forvaltningen var ikke tilpasset en slik rask reduksjon i innsig og høstbart overskudd, og oppnåelsen av gytebestandsmål ble dårligere. Basert på anbefalinger fra vitenskapsrådet (VRL 2011b) har ordningen med midtsesongvurderinger blitt utvidet, og det har blitt etablert overvåkingsstasjoner i sjøen (flere er planlagt) som skal bedre forvaltningen av laks ved å fange opp slike raske endringer.

Overbeskatning defineres som grad av reduksjon i gytebestand under gytebestandsmålet som skyldes beskatning, og uttrykkes i prosent av gytebestandsmålet (VRL 2011a). På grunn av sterkt redusert beskatning var gjennomsnittlig overbeskatning liten i nesten alle år fra 2010 til 2020 (**figur 5.9**) og nådde et minimum (ca. 3,6 %) i 2018 og 2020. Bare i 2013, da innsiget og det høstbare

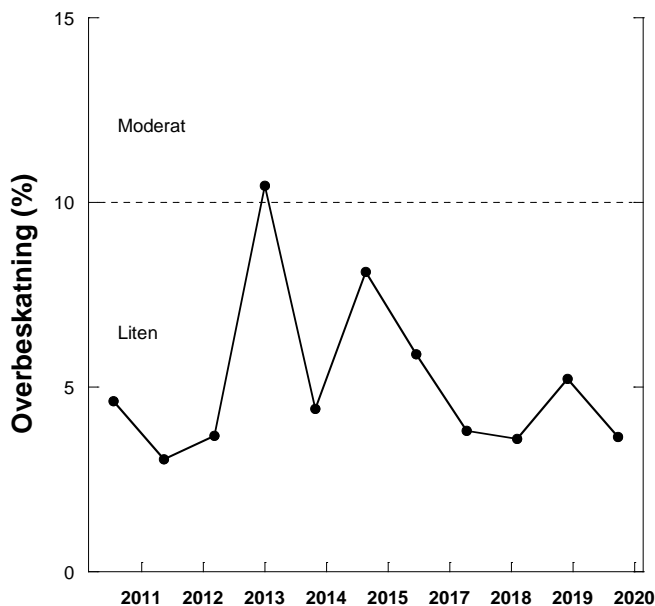
overskuddet sank markant i deler av landet, var overbeskatningen rett over grensen for moderat høy overbeskatning (10 % av gytebestandsmålet). I 2020 var det moderat overbeskatning i 10,8 % av de vurderte bestandene, mens 4,1 % av bestandene hadde høy overbeskatning (over 30 %). Andel bestander med høy overbeskatning var likt med 2019.



Figur 5.7. Andelen av innsiget av laks til kysten av Norge som ble igjen til gytebestander for periodene 1983-1988, 1989-1999, 2000-2005 (alle som gjennomsnitt) og årlig deretter (venstre figur), samt tilsvarende andeler av innsiget til elvene (etter sjøfangsten) for de samme periodene og årene. Stiplet linje angir året da forvaltning etter gytebestandsmål ble innført. Merk at y-aksen på de to figurene har forskjellige skala, for best illustrasjon av endringen over tid. Prosent er beregnet basert på antall laks.



Figur 5.8. Gjennomsnittlig høstbart overskudd i prosent av innsiget for alle vurderte bestander i 2010-2019. Gjennomsnittet er veid med gytebestandsmålene, slik at store bestander teller mer enn små. Tanavassdraget som har et annet forvaltningssystem, er ikke inkludert.

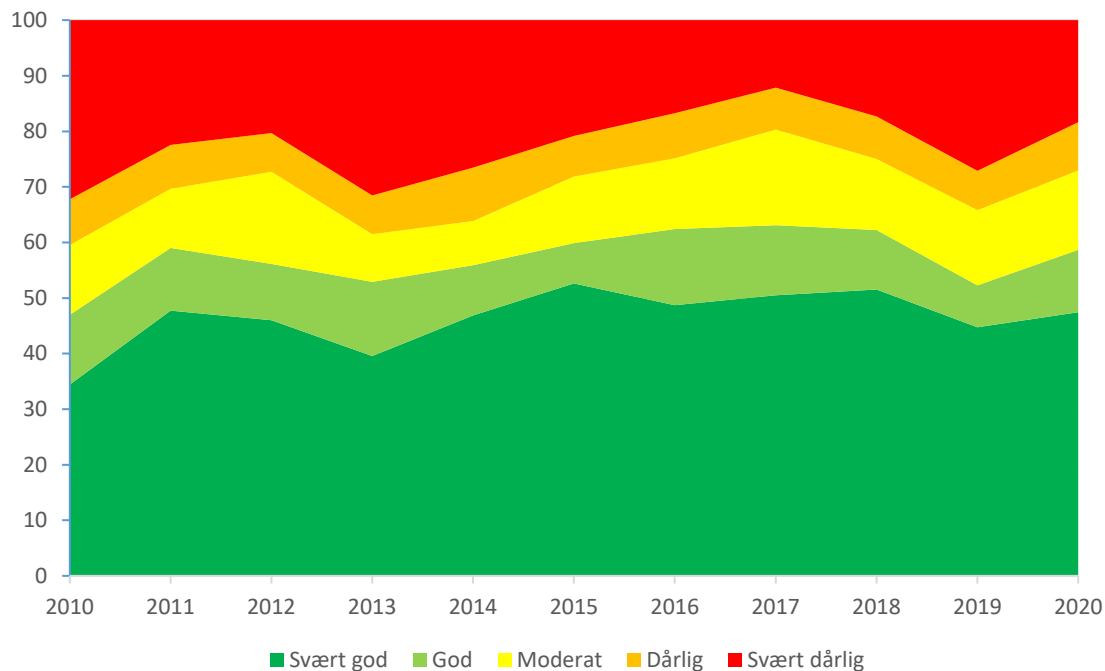


Figur 5.9. Gjennomsnittlig overbeskatning (% av gytebestandsmålet) for alle vurderte bestander i 2010-2019. Gjennomsnittet er veid med gytebestandsmålene, slik at store bestander teller mer enn små. Stiplet linje angir grensen mellom liten og moderat overbeskatning, slik det er klassifisert i kvalitetsnormens påvirkningssystem. Tanavassdraget som har et annet forvaltningssystem, er ikke inkludert.

Delnorm gytebestandsmål og høstingspotensial i kvalitetsnorm for villaks gir en god beskrivelse av status for laksebestandene ved at den kombinerer oppnåelse av gytebestandsmål og høstbart overskudd. Her brukes samme prinsipp til årlige analyser av bestandsstatus og trender over tid (mens kvalitetsnormen bygger på et gjennomsnitt over 5 år). Klassifiseringen fra svært god til svært dårlig er bygd på prinsippet om at bestandsstatus bare kan klassifiseres som god når gytebestandsmålet er nådd etter en normal høsting av bestanden (figur 5.10). Det høstbare overskuddet i en bestand sammenlignes med det som er beregnet til å være normalt høstbart overskudd for bestandene i regionen. Metodene som ble brukt til å beregne normalt høstbart overskudd er gitt i VRL (2016a) og normalt overskudd er gitt i tabell 5.2. Normalt høstbart overskudd er det høstingsnivået bestanden skal kunne tåle på bakgrunn av naturlig sjøoverlevelse, samtidig som bestanden når gytebestandsmålet.

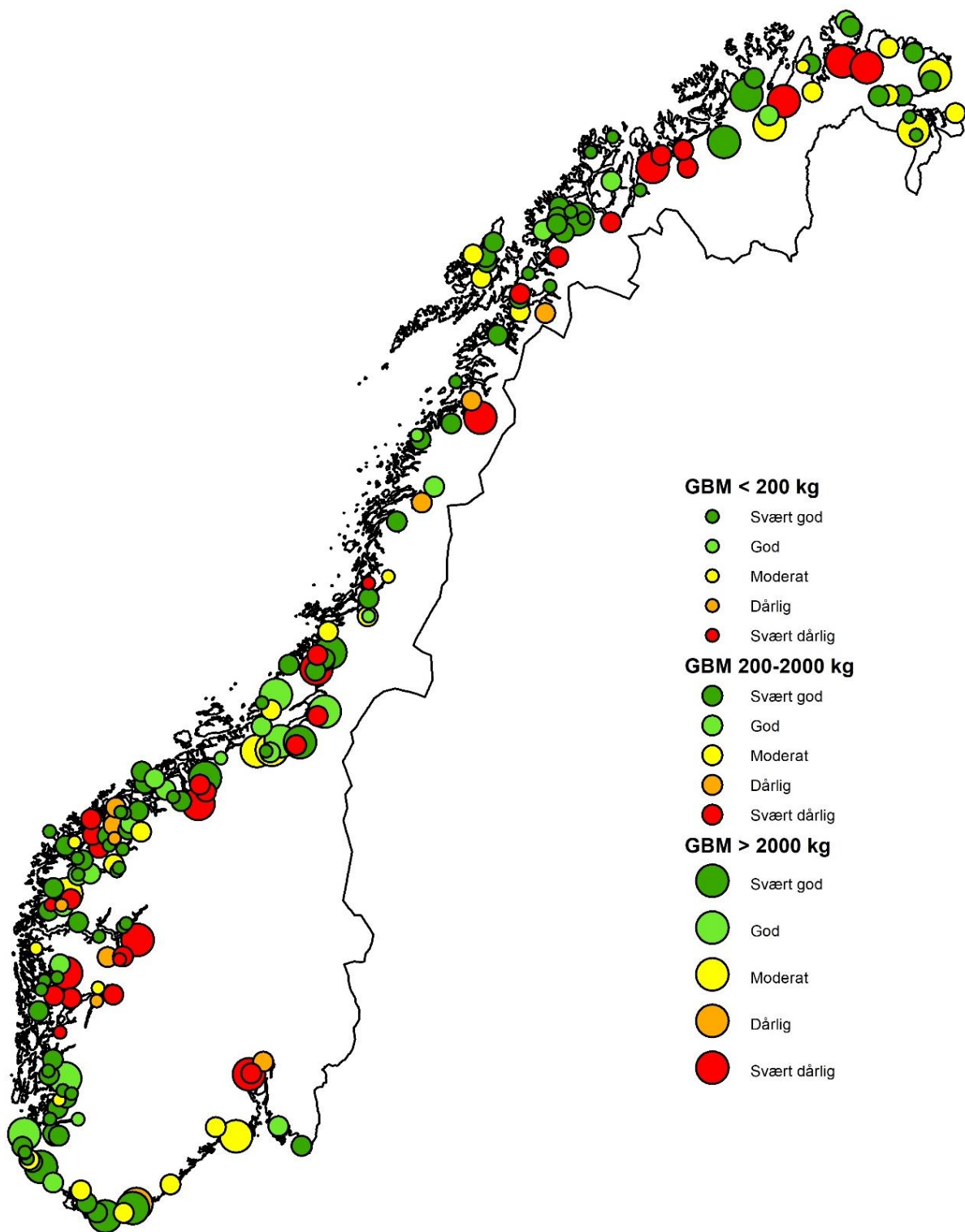
		Oppnåelse av gytebestandsmål i %				
		Svært dårlig	Dårlig	Moderat	God	Svært god
		< 50	50-69	70-79	80-90	> 90
Høstingsnivå i % av normalt	Normalt	> 90				
	Redusert	80-89				
	Lavt	60-79				
	Svært lavt	< 60				

Figur 5.10. System for kombinert klassifisering av laksebestander etter delnorm gytebestandsmål og høstingspotensial i kvalitetsnorm for laks. Systemet er også brukt til å beskrive bestandsstatus i denne rapporten. Mørk grønn er svært god status, lys grønn er god, gul er moderat, oransje er dårlig og rød er svært dårlig status. Høstingspotensialet er vurdert ut fra om bestanden har et normalt høstbart overskudd. Høstingsnivået beregnes som en prosentandel av normalt høstingsnivå for bestanden. Klassifiseringen er forskjellig for store, middels store og små bestander (se VRL 2016a), men i denne figuren er grensene gitt bare for store bestander.



Figur 5.11. Andel bestander i de fem klassene for bestandsstatus fra svært god til svært dårlig for alle vurderte bestander i Norge for årene 2010 til 2020. Bestandsstatusen er vurdert ut fra om bestandene nådde gytebestandsmålene og hadde normale høstbare overskudd. Klassifiseringen er bygd på systemet for delnorm gytebestandsmål og høstingspotensial i kvalitetsnorm for villaks (**figur 5.10**). Antallet bestander som inngår i analysen hvert år varierer mellom 167 og 188 (avhengig av datagrunnlaget for vurdering i de enkelte bestandene).

Andelen av de vurderte bestandene som hadde svært god eller god status, det vil si at de nådde gytebestandsmålene og hadde normalt høstbart overskudd, har i perioden 2010-2020 sett under ett økt noe (**figur 5.11**), men økningen har ikke vært jevn. Økningen var størst fra 2010 til 2012, noe som i stor grad skyldes et økt innsig av mellom- og storlaks til vassdrag i Sør-Norge og Vest-Norge (VRL 2013, 2014). Fra 2012 til 2014 avtok andelen bestander med svært god eller god status, i stor grad på grunn av redusert innsig av mellomlaks og storlaks til Midt-Norge. Fra 2015 økte andelen med svært god eller god status til et maksimum på 63-65 % i 2017 og 2018, for deretter å være noe lavere igjen i 2019 og 2020. Andelen bestander med svært dårlig status var den laveste i tidsserien i 2017 (12 %), men økte igjen i 2019, til 26 %. Denne økningen kan knyttes til redusert innsig og redusert høstbart overskudd i flere av vassdragene i Sognefjorden og på Sunnmøre (VRL 2020a).



Figur 5.12. Klassifiseringer av bestandstilstand (fra svært god til svært dårlig) for de enkelte laksebestandene ut fra en samlet vurdering av om de hadde oppnådd gytebestandsmålet og hadde et normalt høstbart overskudd i 2020. Bestandene er sortert etter størrelsen på gytebestandsmålet (GBM, kg hunner).

5.3 Regionale trender

Her beskrives regionale trender for Sør-Norge (strekningen Østfold til og med Rogaland), Vest-Norge (Vestland), Midt-Norge (fra Stad til Vesterålen) og Nord-Norge (fra Vesterålen til grensa mot Russland). Tanavassdraget i Nord-Norge har et annet forvaltningssystem og er ikke tatt med.

Det har vært en generell økning i andelen bestander som har nådd gytebestandsmålene etter 2005 (**figur 5.13**), noe som i høy grad kan knyttes til redusert beskatning i alle regioner (**figur 5.14**). Beskatningen har alle år vært høyest i Nord-Norge, mens Sør-Norge og Midt-Norge har hatt lavere beskatning, som har avtatt parallelt. Beskatningen har flatet ut på rundt 40 % i Sør-Norge, men har blitt ytterligere redusert i Midt-Norge. Det mest avvikende mønstret for beskatning er den svært lave beskatningen i Vest-Norge etter 2010, som mest skyldes at sjølaksefisket ble stengt i det meste av regionen (**figur 5.15**), men også redusert beskatning i elvene, inkludert mange vassdrag som har vært stengt for fiske. Lav beskatning i Vest-Norge er en viktig årsak til at en stor andel av bestandene nådde gytebestandsmålene i perioden etter 2010. Avvikende lav andel bestander som nådde gytebestandsmålet i 2019 kunne ikke knyttes til økt beskatning.

I tillegg til redusert beskatning har det vært markante endringer i innsig av laks og høstbart overskudd i de tre sørligste regionene, som også har påvirket måloppnåelsen. Både i Sør-Norge og Vest-Norge ga en stor økning i innsig av mellomlaks og storlaks i 2011 og 2012 en markant økning i andeler av bestandene som nådde gytebestandsmålene (**figur 5.13**) og i høstbart overskudd (**figur 5.16**). Innsiget og det høstbare overskuddet ble deretter redusert igjen, men utslaget på oppnåelse av gytebestandsmålene var relativt lite på grunn av innstramminger av fisket (særlig i Vest-Norge; se **figur 5.15**). I Sør-Norge har det høstbare overskuddet økt jevnt etter 2013, og andelen bestander som har nådd gytebestandsmålene har vært rundt 90 %, med et maksimum på 97 % i 2018. I Vest-Norge har situasjonen vært mer variabel med en ny reduksjon i høstbart overskudd i 2014, og en mindre topp i 2016, som ga henholdsvis redusert og økt andel bestander som nådde gytebestandsmålene. Fra 2017 ga redusert innsig av laks til Vest-Norge (kapittel 3.2.3) markant redusert høstbart overskudd og igjen lavere andel bestander som nådde gytebestandsmålene. Det høstbare overskuddet i Vest-Norge var bare på 29 % i 2019, noe som er det laveste i tidsserien (likt med 2010). I 2020 økte det høstbare overskuddet til 39 %, noe som fortsatt er blant de laveste i serien.

I Midt-Norge medførte det lave innsiget av mellom- og storlaks i 2013 og til dels i 2014 at høstbart overskudd ble markant redusert (**figur 5.16**), og færre bestander nådde gytebestandsmålene i 2013 (**figur 5.13**). Det høstbare overskuddet i Midt-Norge har økt fra 2013 til 2018, men nådde ikke nivåene fra 2010 og 2011, og sank markant fra 2018 til 2019. Samtidig sank andelen bestander som hadde nådd gytebestandsmålene fra 81 % i 2018 til 65 % i 2019. Denne utvikling er særlig knyttet til redusert innsig og redusert høstbart overskudd i mange vassdrag på Sunnmøre i 2019. I 2020 økte det høstbare overskuddet noe og andel bestander som hadde nådd gytebestandsmålene nærmet seg 80 % igjen. I Nord-Norge (unntatt Tanavassdraget) har det høstbare overskuddet vært mer stabilt enn i de andre regionene, og vært på over 60 % i hele perioden fram til 2020, da overskuddet etter noen år med gradvis reduksjon kom under 60 %.. Rundt 80 % av bestandene i Nord-Norge hadde nådd gytebestandsmålene i 2016-2018, men andelen har siden sunket noe.

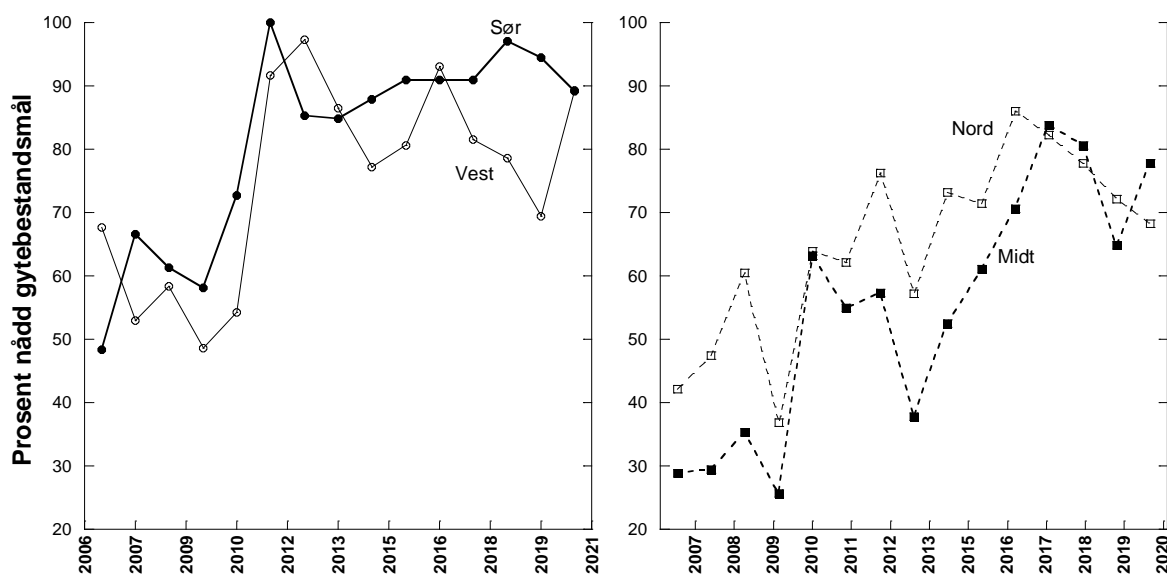
Andel av innsiget fanget i sjøen og elvene har utviklet seg svært forskjellig i de fire regionene (**figur 5.15**). I Sør-Norge var den totale beskatningen relativt lav på starten av 1980-tallet, trolig fordi mange bestander var tapt eller svekket av forsuring, og fordi drivgarnfisket i liten grad beskattet laks fra denne regionen. Beskatningen var likt fordelt mellom sjø- og elvefisket. Beskatningen økte først noe i elvene, for deretter å avta fra 2008. Beskatningen i sjøen ble redusert fra 1989, men deretter økte den noe fra 2010. Med unntak av i 2018 (se forklaring nedenfor) har fisket i elvene tatt ut en større andel av innsiget enn sjølaksefisket.

I Vest-Norge var beskatningen svært høy på starten av 1980-tallet, dominert av sjølaksefisket. Det var bare region Nord-Norge som hadde høyere beskatning (**figur 5.14**). Andelen av innsiget som ble fanget i elvene i Vest-Norge økte ettersom beskatningen i sjølaksefisket avtok. Sjølaksefisket ble i hovedsak stengt i denne regionen fra 2010. De gjenværende fangstene var dominert av fangster fra de relativt få elvene som har vært åpnet for fiske.

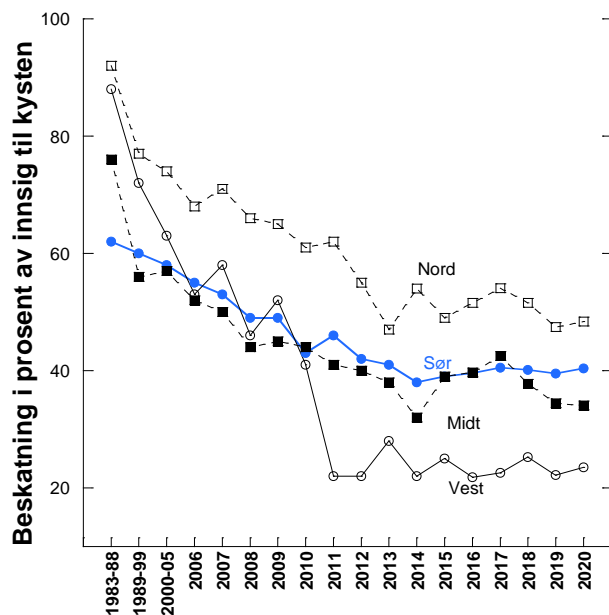
Midt-Norge hadde før drivgarnfisket ble stoppet i 1989 lavere beskatning enn Vest-Norge og Nord-Norge (**figur 5.14**), og fisket i sjøen dominerte ikke like sterkt. Etter at drivgarnfisket ble forbudt og fram til 2006 ble omtrent like store deler av innsiget tatt i sjøen og elvene. Utover på 2000-tallet ble beskatningen redusert både i sjøen og elvene, men mest i sjøen, slik at den største andelen av innsiget ble tatt i elvene. Fra 2014 har andelen tatt i sjøen økt noe igjen, og fisket i elvene og sjøen var omtrent like stort i 2018 (se forklaring nedenfor). I 2019 og 2020 var det igjen elvefisket som tok ut den største andelen av innsiget.

I Nord-Norge har beskatningen vært størst av alle regionene i alle år, og andelen fanget i sjøen var svært høy på starten av 1980-tallet. Andelen av innsiget fanget i sjøen ble redusert og andelen fanget i elvene økte etter at drivgarnfisket ble stoppet. Omtrent like store deler av innsiget er tatt i sjøen og elvene etter 2010, og beskatningen har blitt svakt redusert begge steder.

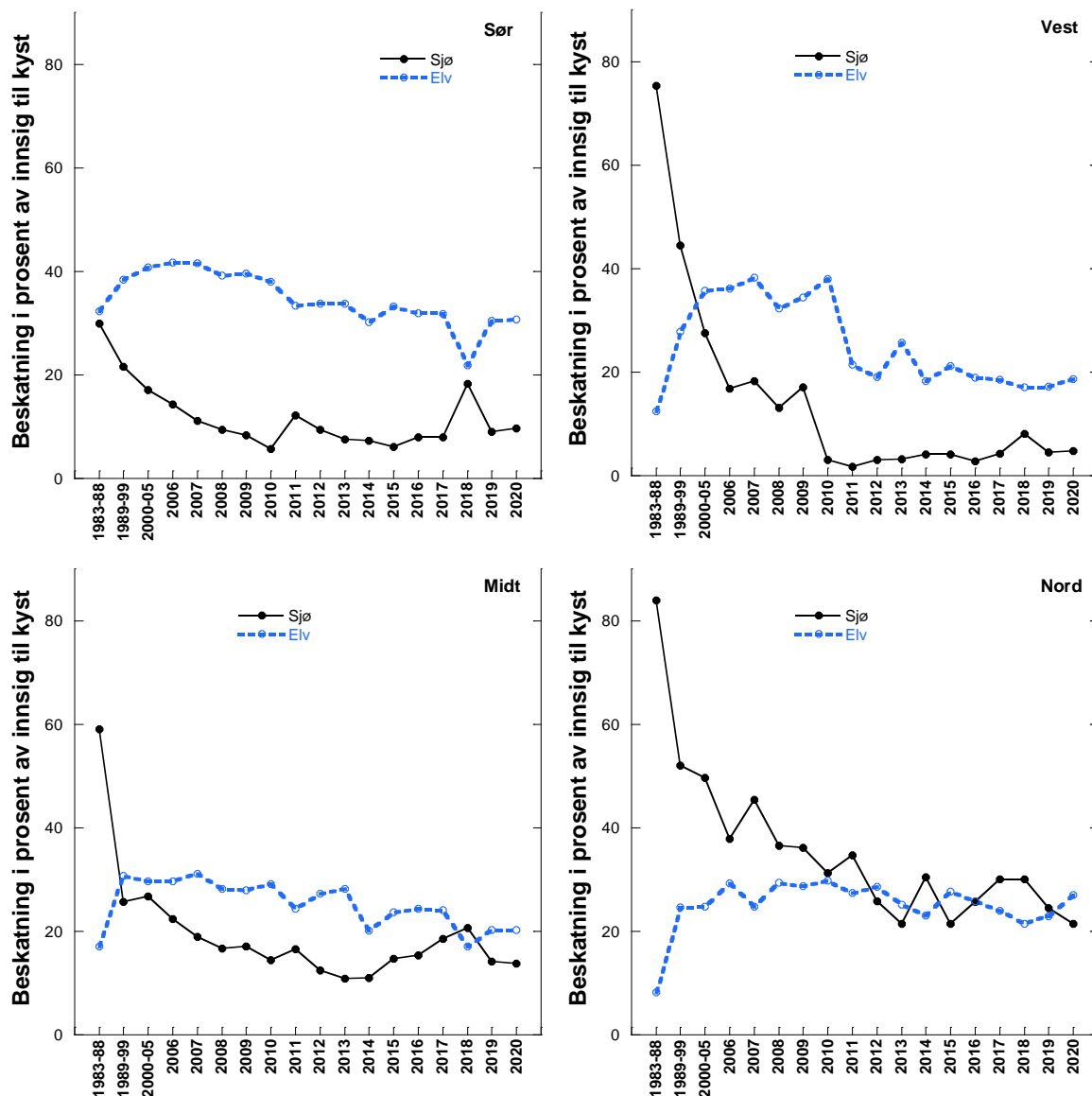
Tørken sommeren 2018 som særlig rammet de tre sørligste regionene, medførte at andelen laks av innsiget som ble fanget i elvene ble redusert, mens fangstene i sjøen økte. Andelen fanget i sjølaksefisket økte mest i region Sør-Norge, fulgt av region Vest-Norge og deretter Midt-Norge. I 2019 og 2020 ble fordelingen mellom sjø- og elvefisket igjen omtrent som i årene før 2018.



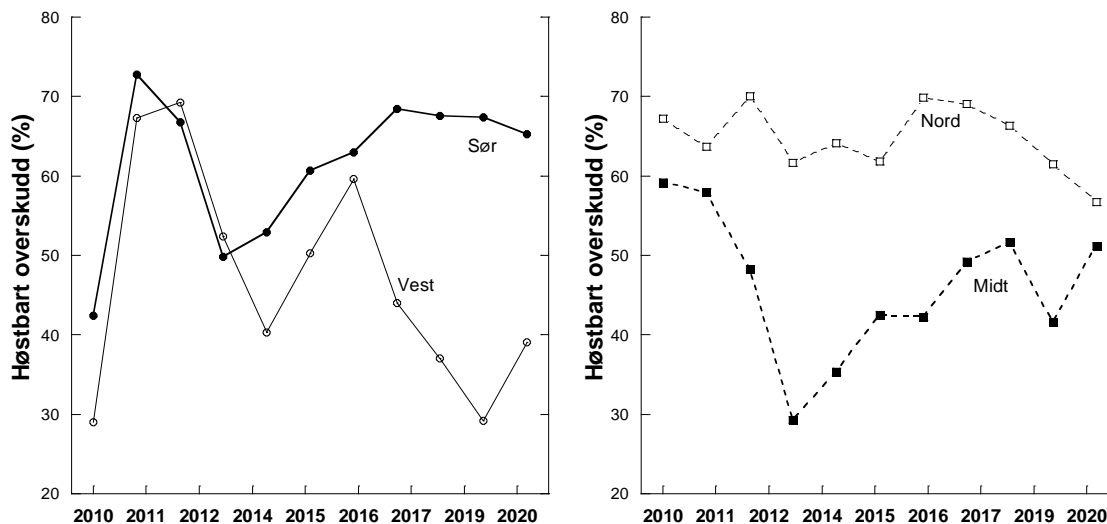
Figur 5.13. Andel av de vurderte bestandene som nådde gytebestandsmålene i Sør-Norge og Vest-Norge (venstre figur), samt Midt-Norge og Nord-Norge (høyre figur) for årene 2006 til 2020.



Figur 5.14. Beskatning i sjø- og elvefisket i Sør-Norge, Vest-Norge, Midt-Norge og Nord-Norge for periodene 1983-1988, 1989-1999, 2000-2005 (alle som gjennomsnitt) og årlig deretter, gitt som andel av lakseinnslaget fra havet.



Figur 5.15. Beskatning i prosent av innsiget av laks til kysten av Sør-Norge, Vest-Norge, Midt-Norge og Nord-Norge fordelt på sjø- og elvefiske for periodene 1983-1988, 1989-1999, 2000-2005 (alle som gjennomsnitt) og årlig deretter. Beskatningen i prosent er beregnet basert på antall laks.



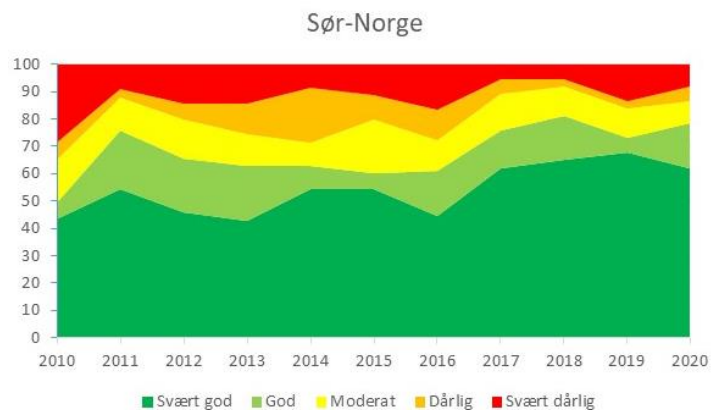
Figur 5.16. Gjennomsnittlig høstbart overskudd i prosent av innsiget for alle vurderte bestander i Sør-Norge og Vest-Norge (venstre figur), samt Midt-Norge og Nord-Norge (høyre figur) for årene 2010 til 2020. Gjennomsnittet er veid med gytebestandsmålene, slik at store bestander teller mer enn små.

Klassifisering av status for bestandene viser forskjellig utvikling i de fire regionene i 2010-2020 (**figur 5.17**). Sør-Norge hadde størst andel bestander med god eller svært god status (gytebestandsmål oppnådd og normalt høstbart overskudd) og minst andel bestander med svært dårlig status. Etter at det store innsiget av mellomlaks i 2011 bidro til at 76 % av bestandene hadde god eller svært god status, har bestandsstatusen vært relativt stabil. Andel bestander med svært dårlig status har vært lav i de senere år (godt under 10 %, med unntak av i 2019)

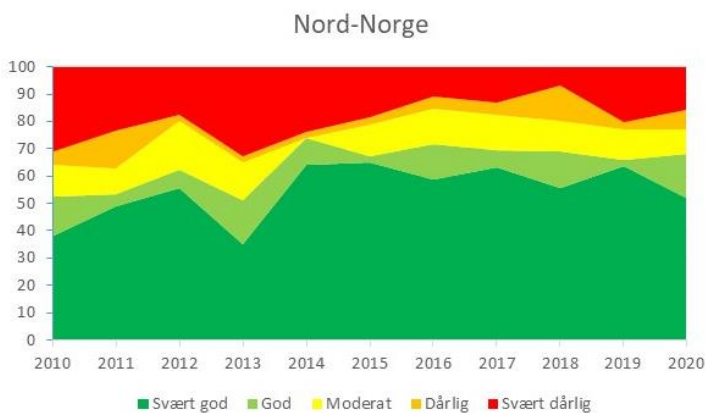
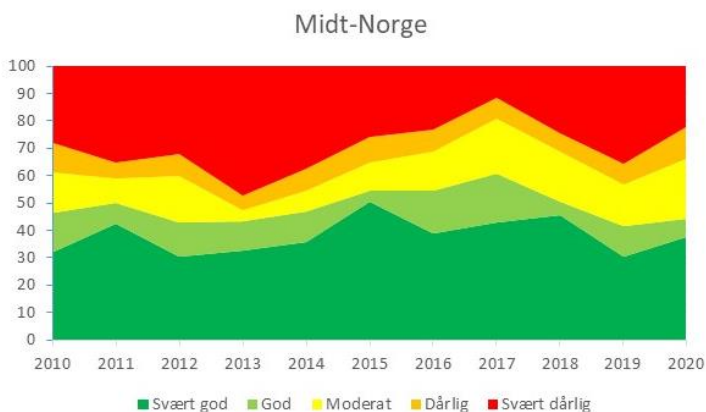
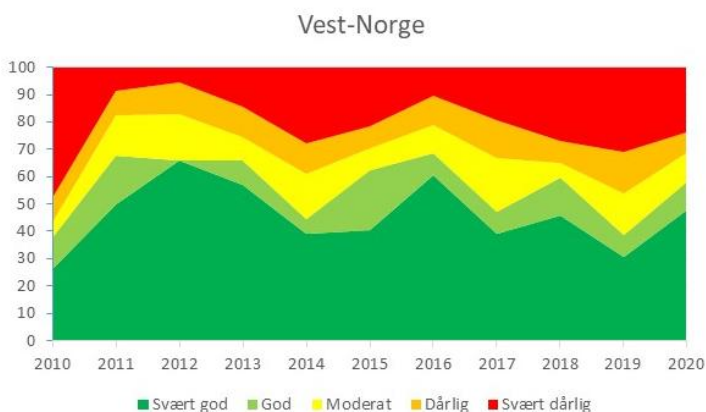
I Vest-Norge og Midt-Norge har det skjedd store endringer i bestandsstatus i perioden 2010 til 2019 (**figur 5.17**). I Vest-Norge økte andelen bestander med svært god og god status fra 38 % i 2010 til henholdsvis 68 % og 66 % i 2011 og 2012. Denne bedringen var del av det samme storskala mønstret som i Sør-Norge. Etter 2012 ble statusen i Vest-Norge dårligere igjen (44 % svært god eller god i 2014), fulgt av en bedring til 68 % med svært god eller god status i 2016. Økt innsig av mellom- og storlaks i 2016 var en viktig årsak til bedringen. Etter 2016 ble status dårligere igjen på grunn av en reduksjon i innsiget av alle størrelsesgrupper. I 2019 var bestandsstatusen den dårligste i tidsserien, med 31 % av bestandene svært dårlig status og bare 38 % hadde god eller svært god status. Statusen bedret seg igjen i 2020 med 58 % av bestandene i god eller svært god status, men fortsatt en relativ høy andel i svært dårlig status.

Midt-Norge har fra 2011 gjennomgående hatt den dårligste bestandsstatusen av de fire regionene (**figur 5.17**). Statusen i Midt-Norge preges av det lave innsiget av mellom- og storlaks i 2013 og 2014. I disse årene hadde bare 43 % av bestandene i Midt-Norge svært god eller god status og i 2013 hadde 47 % svært dårlig status. Situasjonen bedret seg deretter fram til 2017, da 61 % av bestandene hadde god eller svært god status, og andelen bestander i svært dårlig status nådde et minimum på 11 %. Tilstanden ble deretter dårligere igjen. I 2019 hadde 35 % av bestandene svært dårlig status, og bare 42 % god eller svært god status. En viktig årsak var markant redusert innsig til mange av elvene i Sunnmøre. Statusen bedret seg noe igjen i 2020

I Nord-Norge har variasjonen i status vært mindre (**figur 5.17**). Andelen bestander med god eller svært god status økte fram til 2014 og har deretter holdt seg ganske stabilt. Andelen bestander med svært dårlig status avtok til et minimum på ca. 6 % i 2018 for deretter å øke til 20 og 16 % i 2019 og 2020. Nord-Norge har generelt det største høstbare overskuddet (**figur 5.16**), men er samtidig regionen der beskatningen har blitt minst redusert (**figur 5.14**). Dette er den eneste regionen der det fortsatt foregår et stort sjøfiske etter laks langs kysten.



Figur 5.17. Andel bestander i de fem klassene for bestandsstatus, basert på oppnåelse av gtebestandsmål og høstbart overskudd, i fire regioner i Norge for årene 2010 til 2020. Se figur 5.10 for mer om klassene.



6 RØMT OPPDRETTLAKS

6.1 Forekomst av rømt oppdrettslaks

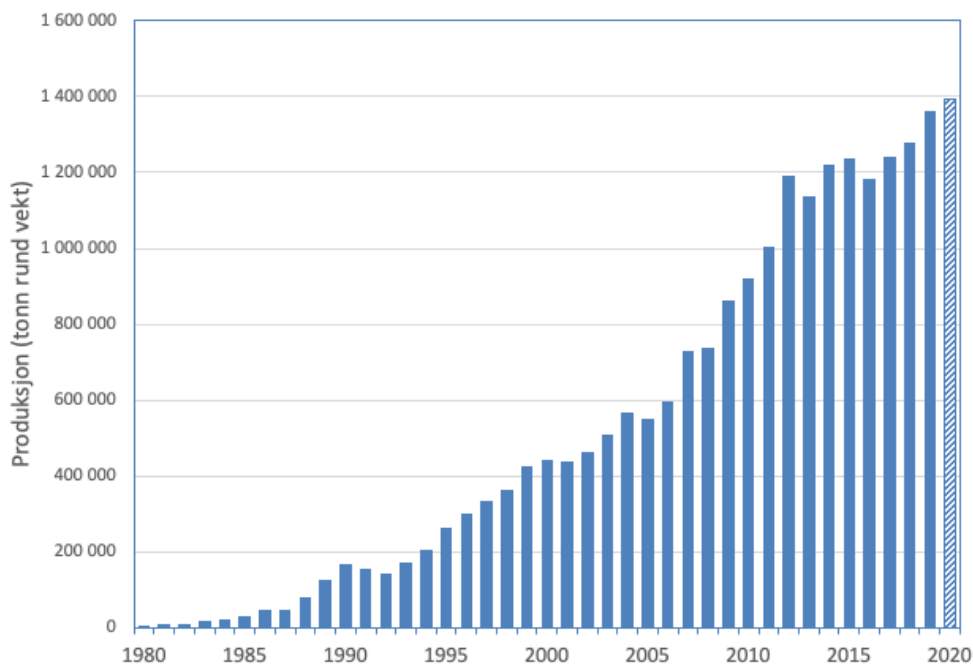
I 2020 ble det produsert ca. 1 393 000 tonn oppdrettslaks i Norge (**figur 6.1**). Til sammenligning ble det fanget ca. 642 tonn laks i sjø- og elvefisket (inkludert gjenutsatt fisk). Produksjonen av oppdrettslaks var 2170 ganger større enn fangsten av laks i sjø- og elvefisket målt i tonn. Utsett av smolt i merdene i 2020 (289 millioner smolt) var litt høyere enn i 2019 (288 millioner). Ifølge Fiskeridirektoratet ble det rapportert at ca. 43 000 laks rømte i 2020. Dette er en betydelig nedgang i forhold til 2019 og 2018, da det ble rapportert at ca. 290 000 og 159 000 laks rømte. Rømmingstallene i 2018 og 2019 var høye i forhold til det lave antallet som ble rapportert i 2017 (ca. 17 000) (**figur 6.2**). I gjennomsnitt de siste ti årene ble 168 000 laks rapportert rømt per år.

Innslaget av rømt oppdrettslaks i laksefangstene i sjø og elv har blitt undersøkt årlig siden 1989 (Diserud mfl. 2019a). Fra 2014 er undersøkelsene koordinert i et nasjonalt overvåkningsprogram (Glover mfl. 2019, Wennevik mfl. 2021). Undersøkelsene er basert på identifisering av rømt oppdrettslaks ut fra utseende og skjellanalyser (Lund mfl. 1989, Lund & Hansen 1991). Innslaget av rømt oppdrettslaks har vært høyere i prøvefiske og stamfiske om høsten nær gyteperioden, enn i drivtelling utført av dykkere om høsten og i sportsfisket om sommeren (**figur 6.3**). Noe av denne forskjellen kan forklares med at de ulike metodene benyttes til å undersøke ulike tidspunkt og deler av bestanden. Ved drivtelling undersøkes ofte hele eller store deler av vassdraget, og en får da som regel et større utvalg enn ved prøvefiske på utvalgte lokaliteter. En utfordring med drivtelling kan være at identifisering av rømt oppdrettslaks baseres på ytre kjennetegn og atferd, noe som kan medføre at tidlig rømt oppdrettslaks blir feilklassifisert som villaks (Svenning mfl. 2016, Anon. 2016). Andelen rømt oppdrettslaks kan dermed bli undervurdert. Tester utført under overvåkingen av rømt oppdrettslaks viser imidlertid at de aller fleste individene klassifiseres korrekt av drivtellerne (Mahlum mfl. 2019). Samtidig kan fangbarheten av rømt laks ved stangfiske være forskjellig fra villaks, og kan variere gjennom sesongen (Svenning mfl. 2015, Næsje mfl. 2015). I tillegg vil oppdrettslaksen ofte vandre opp i elvene senere enn villaksen, noe som vil bidra til lavere innslag av rømt oppdrettslaks i sportsfisket enn under fiske om høsten (Hansen mfl. 2007, Thorstad mfl. 1998, 2008, Næsje mfl. 2014, 2015, Moe mfl. 2016, Svenning mfl. 2016). Forskjellen i tallene beregnet ut fra de ulike metodene har imidlertid blitt mindre de siste årene.

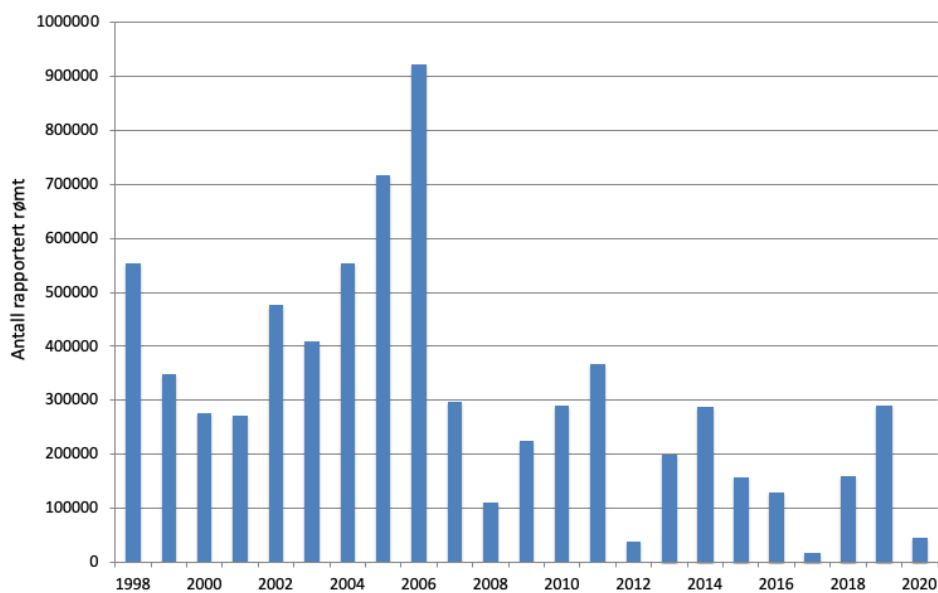
Innslaget av rømt oppdrettslaks i sportsfisket har vært varierende, men synkende de siste 10 årene, med andeler beregnet til mellom 1,5 % og 5 % (uveid gjennomsnitt, **figur 6.3**). I 2020 var innslaget rømt oppdrettslaks i sportsfiskefangstene i gjennomsnitt 1,5 % (21 824 fisk fra 149 vassdrag undersøkt, Wennevik mfl. 2021). Dette er litt lavere enn i 2019, og er det laveste tallet i tidsserien.

Innslaget av rømt oppdrettslaks i prøver fra elvene om høsten har også vært synkende over tid og var 3,4 % i 2020, noe som er det laveste tallet i tidsserien (uveid gjennomsnitt basert på prøvefiske og stamfiske, Wennevik mfl. 2021, **figur 6.3**). I de siste ti årene har andelen variert mellom 1.6 % og 13 %. I drivtelling om høsten varierte andelen rømt oppdrettslaks fra 7 % i 2014 til 1.9 % i 2020.

Innslaget av rømt oppdrettslaks varierte betydelig mellom vassdrag (**figur 6.4**). I rapporten fra det nasjonale overvåkningsprogrammet for rømt laks ble det foretatt en klassifisering av 218 vassdrag i 2020 (Wennevik mfl. 2021). Av disse hadde 178 vassdrag lavt innslag av rømt oppdrettslaks (< 4 %), 27 hadde innslag mellom 4 og 10 %, og i 13 vassdrag ble innslaget vurdert som høyt (> 10 %).



Figur 6.1. Produksjon av oppdrettslaks i Norge i perioden 1980-2020 (tonn). Tallene for 2020 (stiplet stolpe) er foreløpige⁵.

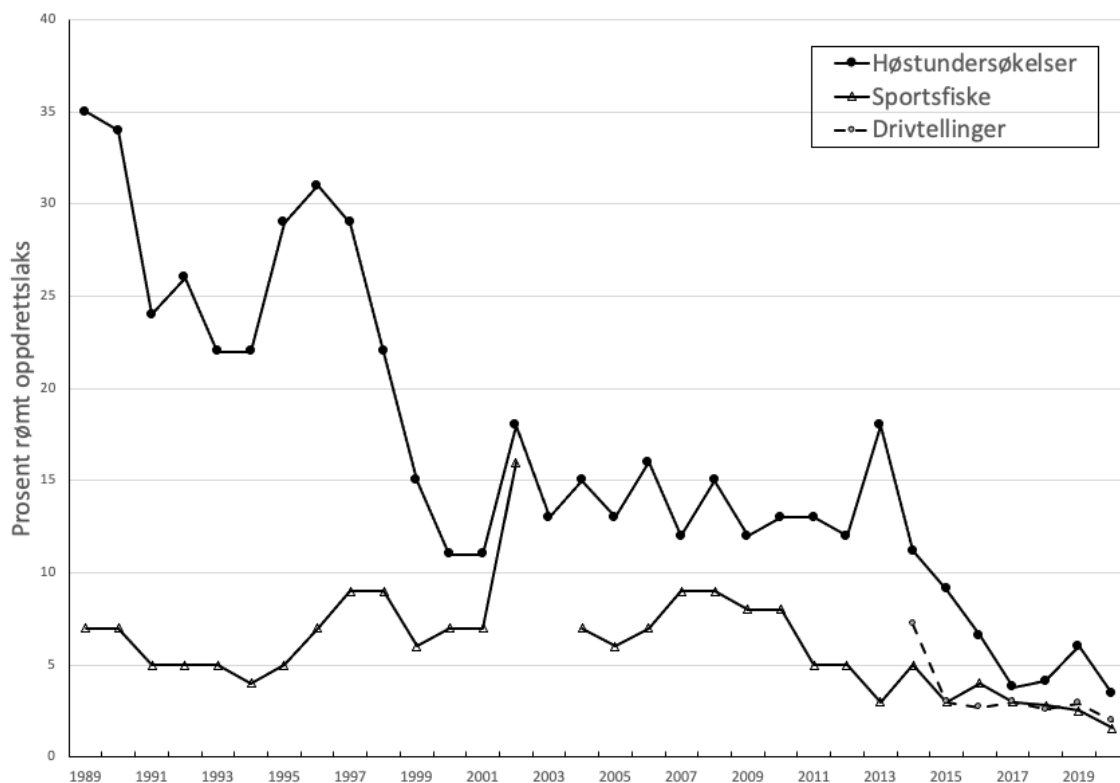


Figur 6.2. Rapportert antall rømt laks fra norske oppdrettsanlegg i perioden 1998-2020. Oppdaterte tall per oktober 2021⁵.

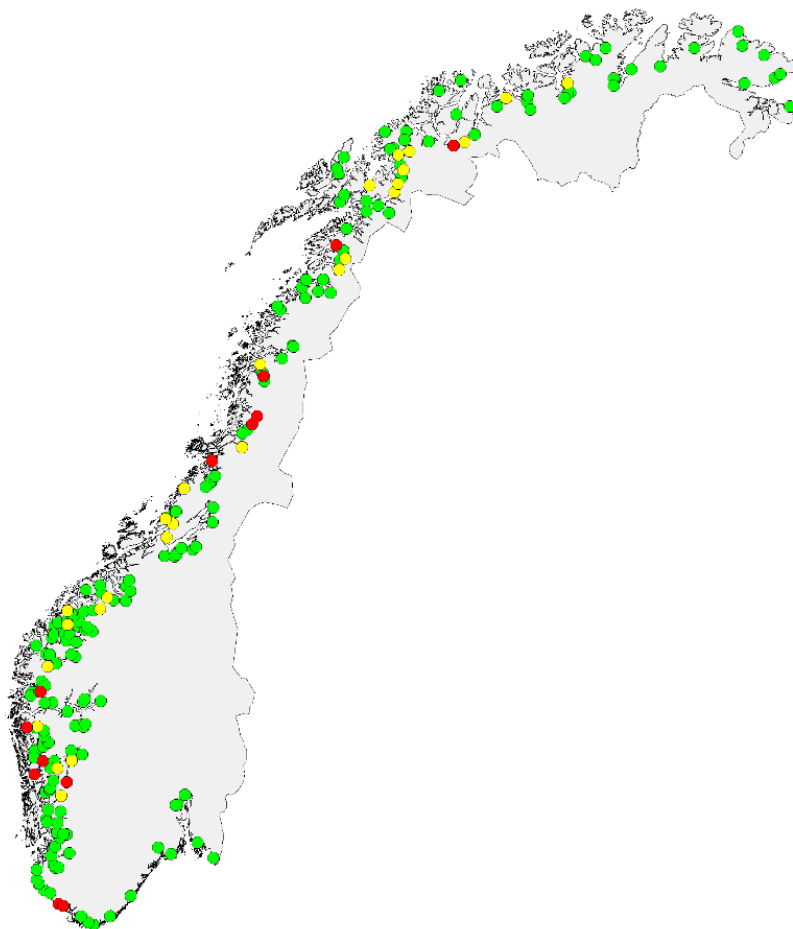
Antall laks som rømte fra oppdrettsanlegg i perioden 2005-2011 ble beregnet av Taranger mfl. (2014) (senere publisert av Skilbrei mfl. 2015) med utgangspunkt i kunnskap fra merkestudier av overlevelsen til smolt og voksen laks som rømmer, estimerer for fangst av rømt laks i sjø og elv i

⁵ www.fiskeridir.no

perioden og ulike anslag for fangsten i sjøen. Resultatene viste at det er svært sannsynlig at rømmingen har vært langt høyere enn det som har blitt rapportert, og at smoltømminger utgjorde en større andel enn det rømmingsstatistikken tilsa. Beregningene tydet på at det årlig hadde rømt mellom 1 og 2 millioner laks i perioden. Antall postsmolt og voksen laks som hadde rømt i denne perioden var trolig to til fire ganger høyere enn rapportert (Skilbrei mfl. 2015). Etter det vi kjenner til er det ikke gjort tilsvarende undersøkelser for perioden etter 2011, men ytterligere tiltak for å forhindre rømming har trolig ført til en nedgang i urapportert rømming, spesielt når det gjelder smoltømming. Det er likevel usikkerhet knyttet til de innrapporterte tallene, både grunnet urapporterte hendelser og utfordringer med å fastsette nøyaktig antall fisk knyttet til rapporterte rømmingsepisoder.



Figur 6.3. Prosentandel rømt oppdrettslaks i prøver fra sportsfiske samt prøvefiske og stamfiske like før gyting om høsten i perioden 1989-2020, og resultater for drivtelling i perioden 2014-2020. I 2003 ble undersøkelsene ikke finansiert, og det mangler tall for dette året. Høstdata fram til 2012 er hentet fra Fiske (2013), data for 2013 er data fra skjellprøver undersøkt av NINA og Veterinærinstituttet (Fiske mfl. 2014a), og data for 2014-2019 kommer fra det nasjonale overvåkningsprogrammet (Anon. 2015b, 2016, 2017, 218, 2019, 2020b, Wennevik mfl. 2021). Antall elver som årlig er med i beregningene i sportsfisket har variert mellom 18 (i 1994) og 132 (i 2018). Antall elver som årlig er med i beregningene i høstundersøkelsene har variert mellom 19 (i 1989, 1994 og 1995) og 69 (i 2015).



Figur 6.4. Innslaget av rømt oppdrettslaks i ulike laksebestander i 2020, slik det ble vurdert av overvåkningsprogrammet for rømt oppdrettslaks (Anon. 2021). Innslaget er kategorisert som lavt (< 4 % rømt oppdrettslaks, grønt), middels (4-10 % rømt oppdrettslaks, gult), og høyt (> 10 % rømt oppdrettslaks, rødt).

6.2 Oppdatert kunnskap om effekter av rømt oppdrettslaks

At rømt oppdrettslaks kan påvirke ville laksebestander negativt er grundig dokumentert både gjennom eksperimentelle studier, og observasjoner i elvene. Vi har tidligere omtalt undersøkelser i Imsa og Guddalselva i Norge, og i Burrishoole i Irland som dokumenterte hvordan rømt oppdrettslaks og deres avkom og krysninger med villaks kunne påvirke villaks (Fleming mfl. 1996, Fleming mfl. 2000, McGinnity mfl. 2003, Skaala mfl. 2012, 2019). Disse undersøkelsene viste at rømt laks har lavere reproduksjonssuksess enn villaksen, at oppdrettsavkom og krysninger har lavere overlevelse og noe raskere vekst enn villaksens avkom, og at oppdrettsavkom og krysninger er effektive konkurrenter til villaksens avkom og kan fortrenge villaksen fra oppvekstområder. I sum har disse undersøkelsene vist at innkryssing av rømt oppdrettslaks i laksebestander reduserer produksjonen av laks i elvene, og at den samlede effekten over generasjoner kan ha store negative konsekvenser.

Flere studier som bekrefter resultatene fra de tidligere forsøkene i Imsa, Burrishoole og Guddalselva er publisert de siste årene. Disse har dokumentert genetisk baserte fenotypiske

forskjeller mellom oppdrettslaks, hybrider og villaks (se f.eks. Solberg mfl. 2013a, 2013b). Sundt-Hansen mfl. (2015) fant at konkurranse med avkom av oppdrettslaks førte til lavere vekst og høyere nedstrøms vandringer hos villaksunger. Robertsen mfl (2019) fant at tilstedeværelse av oppdrettsvill hybrider førte til lavere overlevelse hos deres ville halvøsken under semi-naturlige forhold, som bekrefter at konkurranse med oppdrettslaks kan føre til økt dødelighet hos villaks i tidlige livsstadier. Samtidig viser undersøkelser gjennomført ved NINA forskningsstasjon Ims at avkom av oppdrettslaks er mer utsatt for predasjon fra fiskespisere som ørret (Solberg mfl. 2020). I undersøkelser fra Guddalselva viste Skaala mfl. (2019) at økt vekst hos oppdrettsavkom ikke nødvendigvis gir en gevinst i form av høyere overlevelse. Slike observasjoner gjør at det er komplisert å forutse effekten av innkryssing i enkeltvassdrag uten å kjenne mekanismene, og hvordan disse vil påvirke lokale tilpasninger.

Utviklingen av genetiske metoder gjør det mulig å beregne grad av innkryssing av rømt oppdrettslaks i laksebestander. Slike undersøkelser og beregninger viser at innkryssing av rømt oppdrettslaks i ville laksebestander har skjedd de siste årene (Karlsson mfl. 2016, Diserud mfl. 2017, 2019b, 2020). Genetisk status er til nå undersøkt i 239 vassdrag (Diserud mfl. 2020), hvorav 227 er statusvurdert av VRL (VRL 2018a). Endringer i ville laksebestander som følge av innkryssing av oppdrettslaks er påvist eller indikert i to tredjedeler av undersøkte vassdrag (159 av 239), og i 68 av vassdragene var endringene store (Diserud mfl. 2020). De undersøkte vassdragene representerer om lag 94 % av villaksressursene i Norge, definert som andel av totalt gytebestandsmål.

Dokumentasjon av effekter på ville bestander foreligger også. Bolstad mfl. (2017) viste hvordan genetisk påvirkning fra rømt oppdrettslaks på villaks har ført til endringer i livshistoriekarakterer i bestandene. De fant endringer i alder og størrelse ved kjønnsmodning i individer med høy andel genetisk bakgrunn fra oppdrettslaks. Variasjon i livshistoriekarakterer er sannsynligvis nært koblet til lokal tilpasning i laksebestandene. Dersom innkryssing av rømt oppdrettslaks fører til endringer i disse og nedbrytning av lokale tilpasninger, kan dette ha negativ påvirkning på bestandenes produksjon og levedyktighet. Lavere overlevelse av individer med høy andel genetisk bakgrunn fra oppdrettslaks er observert i første del av ferskvannsfasen, som resulterte i at graden av genetisk innkryssing var høyere blant den yngste ungfisken (+0) enn blant eldre ungfisk (2+) i Altaelven (Wacker mfl. 2021). Tilsvarende resultat er funnet hos Atlantisk laks i Canada (Wringe mfl. 2018, Sylvester mfl. 2019) og tyder på at det er en naturlig seleksjon mot avkom med oppdrettsbakgrunn, som igjen kan føre til redusert produksjon av laks i elva.

Evalueringen av de nasjonale laksefjordene og laksevassdragene viste at det er en viss sammenheng mellom oppdrettsbiomasse i nærområdet og forekomst av rømt oppdrettslaks i elvene både når det gjelder i andel og antall, samt genetisk innkryssing (Hindar mfl. 2018). Nasjonale laksefjorder kan dermed bidra til å redusere forekomsten av rømt oppdrettslaks i tilhørende vassdrag ved at avstanden til oppdrettsaktivitet blir større (Hindar mfl. 2018). I evalueringen fant man også at andre faktorer påvirker forekomsten av rømt oppdrettslaks, blant annet at høy vannføring og tallrike laksebestander ser ut til å tiltrekke seg rømt oppdrettslaks. Andel rømt laks var likevel lavere i vassdrag med sterke, tallrike bestander og det ble observert mindre innkryssing av rømt laks i disse bestandene (Hindar mfl. 2018). Det ble konkludert med at nasjonale laksevassdrag og laksefjorder ser ut til å forsinke en negativ effekt av rømt oppdrettslaks på villaks, men ser ikke ut til å kunne forhindre den. En positiv sammenheng mellom antall rømt laks og både oppdrettsintensitet og vannføring ble bekreftet i en undersøkelse basert på 14 år med data fra 54 elver på Vestlandet (Mahlum mfl. 2020). I denne undersøkelsen ble det observert en kombinert effekt av plassering av vassdrag og bestandsstørrelse. Mer rømt laks ble observert i små kontra store bestander i vassdrag plassert i ytre del av fjordsystemet, men det motsatte ble observert i vassdrag plassert i indre del (Mahlum mfl. 2020). Undersøkelsen dokumenterte også en dårlig sammenheng mellom mengde rømt laks rapportert til Fiskeridirektoratet og mengde rømt laks observert i elvene (Mahlum mfl. 2020).

Nye genetiske undersøkelser har dokumentert at det faktisk har skjedd en innblanding av rømt oppdrettslaks i en stor andel norske laksebestander. I tillegg er dokumentasjonen ytterligere forsterket med hensyn på at innblanding av rømt oppdrettslaks i norske laksebestander vil ha negative økologiske og genetiske effekter, og redusere produksjonen av laks i elvene. Mange laksebestander er allerede genetisk påvirket av innkryssing av rømt oppdrettslaks, samtidig som det vedvarende tilføres ny rømt oppdrettslaks i gytebestandene. Dette medfører at sjansen for å kunne gjenvinne den genetiske sammensetningen i de ville bestandene reduseres (Hindar mfl. 2006). Målene om å bevare bestandenes genetiske integritet og genetiske variasjon kan ikke nås med de nivåene av rømt oppdrettslaks som overvåkingen antyder for enkelte vassdrag de senere årene. Selv om andelen rømt oppdrettslaks i prøver fra gytebestandene har gått ned de senere årene, så er andelen likevel fortsatt på et så høyt nivå i enkelte vassdrag at det er nødvendig å forsterke tiltakene ytterligere for å redusere rømminger og gyting av rømt oppdrettslaks i elvene.

7 BESTANDSEFFEKTER AV LAKSELUS

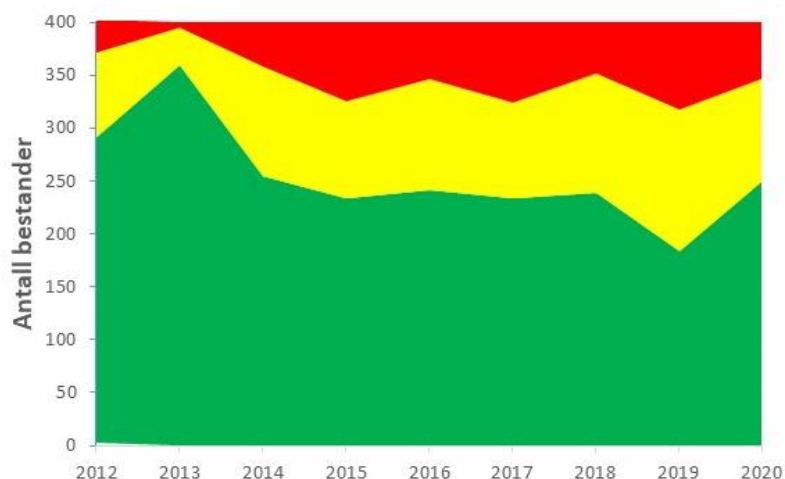
Både Havforskningsinstituttet og Veterinærinstituttet har utviklet modeller som beregner dødelighet for laksesmolt⁶ som vandrer ut fra norske lakseelver (Kristoffersen mfl. 2018, Grefsrud mfl. 2018, Johnsen mfl. 2020, 2021). Vi har tidligere vist at det er klare sammenhenger mellom disse beregningene for smoltdødelighet og hvor mye laks som kommer tilbake til elvene etter sjøvandringen ett til tre år senere (VRL 2017b, 2019b, 2020b). Disse analysene viser at dødelighet på grunn av lakselus gir bestandseffekter i form av redusert innsig av laks, og at beregningene av smoltdødelighet i Havforskningsinstituttets og Veterinærinstituttets modeller gir realistiske resultat. Analysene av innsiget i 2018 (VRL 2019b), da vi hadde tall fra begge modellene, viste at samsvaret mellom modellresultatene og tapet i innsig var best for Havforskningsinstituttet sin modell. Veterinærinstituttets modell så ut til å konsekvent underestimere effekten på innsiget, når deres mest sannsynlige beregning av smoltdødelighet ble lagt til grunn. Havforskningsinstituttets modell ga generelt god sammenheng mellom smoltdødelighet og redusert innsig, men effekten på innsiget var lavere enn forventet for bestandene som hadde de aller høyeste lusedødelighetene. Disse høyeste dødelighetsestimatene har blitt dempet i den reviderte utgaven av Havforskningsinstituttet sin modell (Johnson mfl. 2020).

Basert på sammenhengene mellom innsig av laks til de enkelte bestandene og Havforskningsinstituttets modellestimater for smoltdødelighet estimerte vitenskapsrådet for perioden 2010-2014 et årlig tap i innsig av laks til Norge på grunn av lakselus på ca. 50 000 laks (VRL 2017b). For 2018 beregnet vi et tap på ca. 29 000 laks, mens det estimerte tapet økte til ca. 39 000 laks i 2019 (VRL 2020b). Tapet i innsig av laks i 2018 var mindre enn det årlige tapet i perioden 2010-2014 fordi færre bestander var påvirket, og særlig fordi beregningene tilsa at lakselus ikke hadde noen effekt på innsiget til de store bestandene i Trøndelag i 2018. Tapet økte igjen i 2019, fordi flere bestander ble påvirket over et større geografisk område. Det er særlig i Sognefjorden og på Sunnmøre at effekten av lakselus har økt i de senere årene, og hvor bestandsstatusen har blitt svært dårlig i flere vassdrag (særlig i indre Sognefjorden og deler av Sunnmøre). Det pågår nå mer omfattende analyser av sammenhenger mellom innsig fra vitenskapsrådet og modellestimatene for smoltdødelighet fra Havforskningsinstituttet som dekker alle år fra 2012 og utover.

Beregnet smoltdødelighet på grunn av lakselus har økt fra 2012 og 2013 til årene etter (data fra Johnsen & Karlsen 2021, **figur 7.1**). I 2012 og 2013 var dødeligheten på grunn av lakselus mindre enn 10 % i de fleste bestandene (grønn farge i henhold til klassifiseringssystemet). Andelen bestander med mellom 10 og 30 % dødelighet (gult) og over 30 % dødelighet (rødt) har økt markant etter 2013. I 2019 hadde 54 % av bestandene beregnet dødelighet over 10 % på grunn av lakselus (gul eller rød farge). Mens bare noen få bestander hadde smoltdødelighet beregnet til å være over 30 % i 2013, økte dette antallet til et maksimum på 84 bestander i 2019. Det var samtidig en økning i antall bestander med en dødelighet beregnet til mellom 10 og 30 %. Situasjonen bedret seg noe fra 2019 til 2020 (**figur 7.1**).

Det er klare geografiske mønster i estimert smoldødelighet (se figurer i Johnsen & Karlsen 2021) med generelt høyest dødelighet på Vestlandet, og særlig områdene fra Sunnhordaland og Hardangerfjorden i sør til Sunnmøre og dels Romsdalsfjorden i nord. I enkelte år er det høye estimater i bestander både lengre nord (til nord i Nordland) og lengre sør (Boknafjorden og Ryfylke). Det er særlig bestander i indre deler av de lange fjordene som har hatt kronisk høyt smittepress og høye estimater for smoltdødelighet.

⁶ Vi refererer for enkelthets skyld til *smoltdødelighet* her. Helt presist kalles laksunger som vandrer ut fra elva, og som er blanke og klare for å takle overgangen fra sjøvann til ferskvann, *smolt* så lenge de er i elva. I det de forlater elva og vandrer utover fjordene og de første månedene i havet kalles de *postsmolt*.



Figur 7.1. Fordeling av 401 bestander med beregnet smoltdødelighet på over 30 % (rødt), fra 10 til 30 % (gult) og under 10 % (grønt) for årene 2012 til 2020. Antallet bestander i de ulike klassene er fra modellberegninger fra Havforskningsinstituttet (Johnsen mfl. 2020, Johnsen & Karlsen 2021). Vi gjør oppmerksom på at de årlige verdiene avviker noe fra tilsvarende figur i tidligere VRL-rapporter fordi modellberegningene til Havforskningsinstituttet har blitt oppdatert.

8 RANGERING AV TRUSSELFÅKTORER MOT NORSK LÅKS

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning skal, i henhold til mandatet, vurdere menneskeskapte påvirkninger og trusler mot norsk laks basert på:

- kunnskap om bestander og trusler
- skadepotensial for bestandsstørrelse og produksjon
- skadepotensial for bestandsstruktur og genetisk integritet
- truslenes geografiske utbredelse
- muligheter og begrensinger for tiltak

Vitenskapsrådet har vurdert og rangert trussel- og påvirkningsfaktorene for norsk laks årlig siden 2010. Trusselvurderingene har også blitt publisert i en internasjonal vitenskapelig journal (Forseth mfl. 2017). En oppdatering av vurderingene er gjort her.

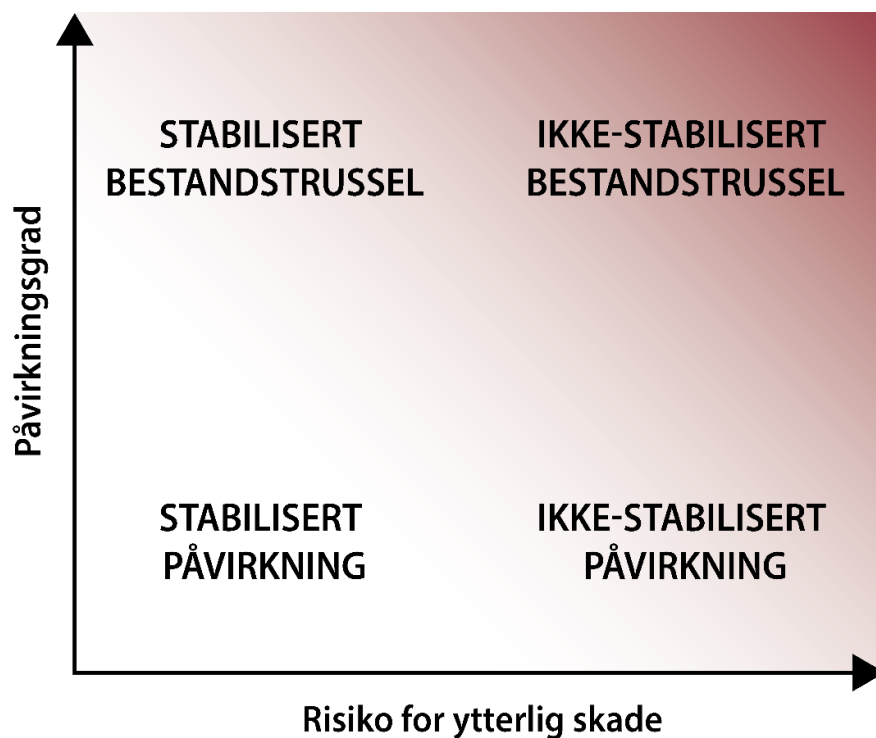
Vurderingen gjøres gjennom et todimensjonalt system som kombinerer påvirkningen truslene har på bestandene i form av redusert produksjon og eventuelt tap av bestander, og risikoen for at truslene medfører ytterligere framtidig redusert produksjon og tap av bestander (**figur 8.1, tabell 7.1**). Effekten av hver trussel er dermed vurdert og framstilt langs en akse som viser påvirkningsgraden og en akse som viser risiko for ytterligere skade (**figur 8.1, 8.2**). Vurderingen av risiko for ytterligere skade er gjort for en tidsperiode på to til tre laksegenerasjoner fram i tid. Skjematisk kan trusselfaktorene grupperes i fire kategorier (**figur 8.1**):

- **Ikke-stabilisert bestandstrussel** – en faktor som påvirker bestander så sterkt at den kan bidra til at bestander blir kritisk truet eller tapt i naturen og som har høy sannsynlighet for at det oppstår ytterligere tap og/eller tiltakene som gjennomføres ikke er tilstrekkelige til å kontrollere eller redusere faktorens effekt og utbredelse (øverst til høyre i figuren).
- **Stabilisert bestandstrussel** – en faktor som har bidratt til at bestander har blitt kritisk truet eller tapt i naturen, men som har lav sannsynlighet for at ytterligere bestander blir kritisk truet og tapt, eller det gjennomføres tiltak som kontrollerer eller reduserer faktorens effekt og utbredelse (øverst til venstre i figuren).
- **Ikke-stabilisert påvirkning** - en faktor som reduserer produksjonen i bestandene, men ikke i den grad at det truer bestandene - men som har høy sannsynlighet for at det oppstår ytterligere produksjonstap og/eller tiltakene som gjennomføres ikke er tilstrekkelige til å kontrollere eller redusere faktorens effekt og utbredelse (nederst til høyre i figuren).
- **Stabilisert påvirkning** – en faktor som reduserer produksjonen i bestandene, men ikke i den grad at det truer bestandene - og som har lav sannsynlighet for at det oppstår ytterligere produksjonstap og/eller det gjennomføres effektive tiltak som kontrollerer eller reduserer faktorens effekt og utbredelse (nederst til venstre i figuren).

Aksene er kontinuerlige, slik at de enkelte faktorene ikke tvinges inn i én av kategoriene.

8.1 Vurdering av de enkelte trusselfaktorene

I forhold til trusselvurderingen i 2020 er det gjort justeringer av påvirkningsgrad eller risiko for ytterligere skade for overbeskatning, annen vannbruk enn til kraftproduksjon, klimaendringer, bergverk og infeksjoner knyttet til fiskeoppdrett (**tabell 8.1**). Nedenfor beskrives vurderingene som er gjort for hver enkelt påvirkning. Kunnskapen om effekten av at flere påvirkninger skjer samtidig er mangelfull, og er derfor vanskelig å vurdere (se diskusjon i VRL 2016b).



Figur 8.1. Vitenskapsrådets todimensjonale system for vurdering av påvirkningsfaktorer og bestandstrusler for norske laks. Diagrammet er fargelagt etter alvorlighetsgrad (mørk farge mest alvorlig).

8.1.1 Regulering av vassdrag til kraftproduksjon

Vannkraftregulering gir i de aller fleste tilfeller reduserte laksebestander, men effekten varierer mellom vassdrag. Faktoren ligger høyt langs påvirkningsaksen fordi den virker i mange bestander med effekt på nasjonalt nivå, og den har medført at flere bestander har blitt kritisk truet eller tapt. Den ligger imidlertid relativt lavt langs risikoaksen. Med dagens forvaltningspraksis er det lite sannsynlig at vannkraftregulering vil føre til at nye laksebestander blir kraftig redusert, kritisk truet eller tapt. Med den kunnskapen som i dag finnes om effekter av vannkraftregulering på laks, kan det imidlertid gjennomføres betydelig flere tiltak som bedrer lakseproduksjonen enn de som har blitt gjennomført.

Våren 2016 kom stortingsmeldingen «Kraft til endring» (Meld. St. 25 2015-2016) hvor både framtidig utbygging av vassdrag for kraftproduksjon og miljøtiltak i utbygde vassdrag ble omtalt. Om vernede vassdrag står det at verneplan for vassdrag i hovedsak ligger fast, men at det i særskilte tilfeller bør kunne åpnes for konsesjonsbehandling av vannkraftverk. Dette gjelder utbygginger med vesentlig samfunnsnytte, for eksempel ved flom- eller skreddempende effekt. Det er 389 verneobjekter, det vil si vassdrag eller deler av vassdrag, i verneplanene (Verneplan I-IV og supplement). Blant disse er det 132 laksevassdrag (eller deler av vassdrag) som har et gytebestandsmål for laks, og det kan i tillegg være noen vernede sidevassdrag med laks. Blant disse er det 35 nasjonale laksevassdrag som har utvidet vern (ikke bare mot vannkraftverk).

I samsvar med stortingsmeldingens åpning for konsesjonssøknader i vernede vassdrag vedtok Stortinget høsten 2016 at det kunne åpnes for konsesjonsbehandling for et kraftverk kombinert med flomsikringstiltak i Opo i Vestland. Opo er vernet gjennom Verneplan I fra 1973. Det ble i 2017 levert en konsesjonssøknad for «Opo flaumkraftverk». I august 2018 leverte Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) sin innstilling til Olje- og energidepartementet (OED) der de anbefalte at det ikke gis tillatelse til å bygge flomkraftverket. Det framholdes at en utbygging vil

være negativt for fisk og særlig mulighetene for å reetablere storlaksbestanden i Opo. Så langt ligger altså vernet fast.

Stortingsmeldingen bekrefter at tiltak for å oppnå miljøforbedringer i regulerte vassdrag er viktig, gjennom både vanddirektivet og vilkårsrevisjoner. Den åpner også for å forenkle prosessen med å sette naturforvaltningsvilkår i eldre konsesjoner som ikke har slike vilkår, og hvor det er kjente miljøproblemer. Arbeidet med revisjoner har blitt trappet opp gjennom etablering av en egen seksjon hos NVE. Miljødirektoratet og NVE ga 50 vassdrag høy prioritet ved revisjon (Sørensen mfl. 2013), og nesten 35 av revisjonsobjektene med bestander av anadrom fisk finnes i disse vassdragene. I de prioriterte vassdragene er det særlig aktuelt å gjennomføre tiltak som gir høyere minstevannføring. Bedring av forhold for laks i regulerte vassdrag er dermed høyt prioritert fra forvaltningsmyndighetene i revisjonsprosessen, og det er utviklet gode tiltaksverktøy for laksevassdrag (Forseth & Harby 2013).

Av laksevassdrag er det per 1. juli 2021 fullført revisjonsprosess i Årdalsvassdraget i Rogaland, Surna og Auravassdraget i Møre og Romsdal. I Årdalsvassdraget, hvor revisjonen ble ferdig behandlet i 2015, ble det innført krav om minstevannføring hele året. I Surna ble revisjonen avsluttet i 2021 og det ble tilrådd flere krav for å bedre miljøforholdene for laks i vassdraget, inkludert minstevannføring i to sideelver og pålegg om nytt inntak for mer naturlig temperaturforhold. NVE sitt forslag til strengere restriksjoner for effektkjøring ble imidlertid ikke vedtatt av OED, med begrunnelse at det ville begrenset viktig fleksibilitet i reguleringsevne. I Aura som ble ferdig behandlet i 2021, ble det ikke vedtatt minstevannføring. Dette til tross for at Auravassdraget var gitt topp prioritet i den nasjonale prioriteringsrapporten (Sørensen mfl. 2013), og listet som vannforekomst der oppnåelse av miljømål i de regionale vannforvaltningsplanene under vannforskriften kan innebære krafttap. I avveiningen mellom krafttap ved vannslipp og miljøgevinst ble det i NVE sin innstilling lagt vekt på at dette ikke er nasjonalt laksevassdrag. Auradelen av vassdraget er i dag nesten helt uten produksjon av anadrom fisk på grunn av sterkt redusert vannføring (Forseth mfl. 2017 og referanser i denne). I tillegg ga NVE i 2018 sin innstilling til revisjon i Kvina i Agder, hvor revisjonsbehandlingen er koordinert med konsesjonsbehandling av flere opprustings- og utvidelsesprosjekter. I forbindelse med etablering av Rafoss kraftverk i Kvina skal det bygges laksetrapp som vil gi anadrom fisk tilgang til betydelige nye produksjonsstrekninger, og det skal etableres nedvandringssløsninger forbi kraftverket (Fjeldstad mfl. 2018). Bygging av kraftverket og vandringssløsningene ble startet høsten 2019. I revisjonen innstiller NVE på økte minstevannføringskrav både sommer og vinter, lokkeflommer og flere fysiske tiltak som vil bedre forholdene for lakseproduksjon. Vi er per juni 2021 ikke kjent med nye revisjonssaker i laksevassdrag der det er avgitt innstilling fra NVE, eller der avgjørelser er tatt. Ut fra revisjonsprosessene så langt, beskrevet i avsnittet ovenfor, er det vanskelig å vurdere hvordan de mange revisjonssakene som kommer vil slå ut for laks, ut over at NVE ser ut til å vektlegge tiltak i nasjonale laksevassdrag. Av fire behandlede laksevassdrag har altså to fått minstevannføringskrav (Årdalsvassdraget og Surna), Kvina er innstilt til minstevannføringslipp og andre viktige tiltak, mens ett har fått en innstilling uten konkrete tiltak (Aura). I Surna ble det også vedtatt tiltak for å bedre temperaturforhold, mens NVE sin anbefaling om restriksjoner for å redusere effektkjøring ikke ble fulgt. I tillegg har NVE anbefalt at flomkraftverket i Opo ikke blir bygget.

Nasjonale laksevassdrag skal ha en særlig beskyttelse mot skadelige inngrep, inkludert vassdragsreguleringer. En vurdering av ordningen viste at det gis færre tillatelser til mulig skadelige inngrep i nasjonale laksevassdrag enn i andre laksevassdrag (Vøllestad mfl. 2014). Vurderingen viste også at det gis færre tillatelser enn tidligere til inngrep i laksevassdrag. Innenfor NVE sitt ansvarsområde kan det se ut som at opprettelsen av nasjonale laksevassdrag har hatt betydning for prioriteringer (Vøllestad mfl. 2018). Det var en tendens til at laksen ble mer vektlagt i nasjonale laksevassdrag, men generelt veide laksen tungt ved behandling av konsesjonssaker.

Et av verktøyene for å sikre forhold for laks i regulerte vassdrag er å sikre at konsesjonsvilkårene blir fulgt. NVE fører tilsyn og kan gi overtredelsesgebyr ved brudd. I perioden 2015-2019 ble det gitt gebyr i syv saker i laksevassdrag, inklusive overtredelsesgebyr til tre kraftselskap for brudd på vannressursloven på grunn av feilmanøvrering av kraftverk, som ga raske fall i vannføring nedstrøms kraftverkene og stranding av laksefisk. Problemet med raske vannføringsfall på grunn av feil ser dermed ut til å få økt oppmerksomhet. Det er utviklet et hjelpemiddel for miljøtilpasning av effektkjøring (Bakken mfl. 2016). I 2020 ble det ikke fattet vedtak om gebyr i tilsynssaker for vannkraft i laksevasdrag.

De siste årene er det gjort flere undersøkelser i laksevassdrag som har vist at gassovermetning fra kraftverk er et undervurdert problem (Pulg mfl. 2018). Pulg mfl. (2018) anbefalte økt bruk av kontinuerlige målinger for å bestemme omfanget av gassovermetning. De foreslo retningslinjer ut fra fiskens tåleevne og anbefalte tiltak for å unngå og avbøte miljøeffekter. Våren 2019 ble det startet et nytt forskningsprosjekt finansiert av Forskningsrådet på gassovermetning under ledelse av NORCE LFI, og i 2020 startet et nytt prosjekt der det skal utarbeides en teknisk løsning for å redusere gassovermetning, ledet av NTNU.

I gjennomgang av bestandsstatus og påvirkningsfaktorer for 448 laksebestander (VRL 2018a) ble det utarbeidet en oversikt over laksevassdrag med vannkraftreguleringer som viste at det var 144 av 448 vassdrag med laksebestander som var utbygd for vannkraftproduksjon. Gjennomsnittlig effekt i vassdrag med vannkraftregulering var mellom liten og moderat. Økende grad av effektkjøring, som gir variabel vannføring, summen av effekter av småkraftverk og en åpning for konsesjonssøknader i vernede vassdrag gir moderat høy usikkerhet i vurderingen av framtidutviklingen. Kunnskapsnivået om effekter på laksebestander er godt, men effektene varierer mye mellom vassdrag. Vurderingen i 2021 er den samme som i 2020.

8.1.2 Annen vannbruk

Vi vurderer annen vannbruk enn til kraftproduksjon for seg. Eksempler på annen vannbruk er vanninntak til settefiskanlegg for oppdrett eller kultiveringsanlegg, og sperrer som etableres i forbindelse med disse, og vanninntak til industrivirksomhet eller til landbruk. I forbindelse med gjennomgangen av vassdrag for klassifisering av sjøaurebestander (VRL 2019a), ble det funnet at annet vannbruk enn kraftproduksjon ble vurdert å ha negativ effekt i 49 av 448 laksevassdrag. Av disse var 26 relatert til settefiskanlegg for oppdrett, mens de øvrige i hovedsak er vannforsyning til landbruk, drikkevann eller industri. Fordi annet vannbruk virker i relativt få og spredte vassdrag ligger faktoren relativt lavt langs påvirkningsaksen. Vannbruk til oppdrett og industri er en større utfordring for sjøørret i mindre vassdrag (f.eks. Bergan 2012) enn for laks. Faktoren ligger midt på risikoaksen. Oppmerksomheten rundt problemet er økende (Bergan 2012, 2014). Det er lite sannsynlig at ytterligere bestander blir kritisk truet eller tapt som følge av slik vannbruk. På den annen side er det vurdert at økende produksjon i oppdrettsnæringen vil øke behovet for vann til smoltproduksjon. Det vil derfor bli behov for å ta i bruk nye vannkilder (Kittelsen mfl. 2006). NVE har i de senere år økt tilsynsvirksomheten med slike vanninntak. Siden innføringen av overtredelsesgebyr som sanksjonsform har i alt fem settefiskselskap fått overtredelsesgebyr for brudd på vannressursloven, fordi det ble tatt ut for mye vann, eller det var brudd på bestemmelser om minstevannføring eller laveste regulerte vannstand (LRV) i inntaksmagasin. Usikkerheten om framtidig utvikling er moderat. Påvirkningsgraden i 2021 er oppjustert i forhold til 2020 ut ifra ny informasjon om antall rammede vassdrag.

8.1.3 Sur nedbør

Sur nedbør og forsuring av vassdrag har medført at mange laksebestander har blitt kritisk truet eller gått tapt. Faktoren ligger derfor høyt langs påvirkningsaksen. I tillegg kan effekten på lakseproduksjonen være stor der bestander ikke er tapt eller kritisk truet, og problemet er regionalt.

Faktoren ligger lavt langs utviklingsaksen, både på grunn av omfattende og effektive kalkingstiltak, og fordi påvirkningen er vesentlig redusert over flere år, også de siste to årene. Det er derfor svært lav risiko for ytterligere tap i produksjon og bestander.

Reduksjonen i sulfatkonsentrasjon de siste årene kan gi forbedringer i vannkvaliteten. I enkelte kalkede laksevassdrag, der forsuringseffekten er sterkt redusert, kan det være at kalkingstiltak trappes noe ned. Det forventes imidlertid ikke at kalking avsluttes i laksevassdrag fram til 2022 (Miljødirektoratet 2016). Så lenge de statlige tilskuddene opprettholdes på et tilstrekkelig nivå, vil eventuell redusert kalking i laksevassdrag være kunnskapsbasert, og vil dermed ikke endre trusselbildet. Ytterligere tiltak ble startet i 2020 ved at Otras lakseførende del skal kalkes. I 2019 og 2020 er det også etablert kalkdosering i flere lakseførende sideelver til kalkede vassdrag. Målet er å øke lakseproduksjonen.

Kunnskapen om forsuring er god, men det er uro for at jordsmonnet i de mest utsatte områdene etter mange tiår er tappet for basekationer (kalsium og magnesium). Modellering som ble gjort for flere år siden, for eksempel for Lille Hovvatn i Agder (Hindar & Wright 2005), tydet på at konsentrasjonen av kalsium (Ca) i de hardest rammede områdene ville bli historisk lav når syretrykket ble redusert. Kalsium er viktig for fiskens saltbalanse, og allerede saltfattige vannforekomster i forsuringområdet kan få en mer marginal vannkvalitet. Resultater fra 1000-sjøersundersøkelsen og programmet Økosystemovervåking i ferskvann bekrefter dette (Garmo & Skancke 2020, Hindar mfl. 2020).

En endring som kan påvirke naturens tålegrense for sur nedbør er økt biomasseuttak fra skog. Bruk av toppe og greiner til produksjon av bioråolje for tilsetning i drivstoff er lansert som et viktig klimatiltak (Anon. 2020a). Flere arbeider viser imidlertid at heltreuttak i større grad enn kun bruk av stammen fjerner basekationer fra jorda (se f.eks. Valinia mfl. 2021). Det kan gi redusert tålegrense og motvirke de positive effektene av reduksjonen i sur nedbør i sårbare områder. Det er for tidlig å si hvilken betydning dette vil ha for laksebestander.

Vurderingen i 2021 er den samme som i 2020.

8.1.4 Landbruksforurensninger

Med landbruksforurensninger legger vi her vekt på tilførsler av fosfor og organisk stoff som kan gi henholdsvis uakseptabel algevekst og begroing, og lokalt oksygenvinn og soppdannelse. Erosjon, kanalisering og pesticider, som også kan knyttes til landbruk, behandles under andre deler av trusselvurderingen.

Mange laksevassdrag ligger i daler med landbruksaktivitet. Dette kan gi tilførsel av næringssalter som kan virke både positivt og negativt på lakseproduksjonen, avhengig av konsentrasjoner. Foldvik mfl. (2017) viste at laksebestanders produktivitet økte med andel jordbruksareal i vassdragenes nedbørfelt. De fleste laksevassdragene er i utgangspunktet næringsfattige, slik at tilførte næringsstoffer fra begrensede jordbruksarealer dermed kan gi en økt produksjon av laks. Vitenskapsrådets påvirkningsanalyse (VRL 2018a) bekrefter at problemer med landbruksforurensninger i norske laksevassdrag er begrenset. Vassdragene ble vurdert på basis av om målte fosforkonsentrasjoner ga dårligere enn god tilstand etter vannforskriften, eller om andelen landbruksareal var over eller under 6,5 %. I 34 av 448 vassdrag ble landbruk vurdert til å ha liten effekt på laksebestanden, mens landbruk i øvrige vassdrag ble vurdert til å ikke ha effekt. Det var altså ingen vassdrag som hadde moderat eller stor påvirkning av landbruk på laksebestander. Under spesielle forhold kan siloutslipp gi oksygenmangel på grunn av nedbryting av det organiske materialet og forårsake lokal dødelighet. Med endret klima følger mer ekstremt vær, og hyppigere episoder med intens nedbør kan føre til økt utvasking av forurensning.

Landbruksforurensninger ligger lavt på både påvirkningsaksen og utviklingsaksen. Faktoren har regional utbredelse, virker i få vassdrag, og effekten på bestandene antas å være liten. Det er etter det vi kjenner til aldri påvist eller sannsynliggjort at slik forurensning har medført at

norske laksebestander har blitt kritisk truet eller tapt, selv om enkeltepisoder kan ha medført tap av de aldersklassene som var i elva ved utslippstidspunktet. Viktigste for plassering langs begge aksene er imidlertid at det er gjennomført en rekke tiltak og reguleringer som har redusert belastningen fra landbruksforurensninger betydelig. Basert på tiltaksanalysene etter vannforskriften forventes ytterligere reduksjoner der dette er påkrevet. Ekstremhendelser på grunn av klimaendringer er imidlertid lite forutsigbare. Kunnskapen om faktoren er moderat, og kunne vært bedre. Vurderingen i 2021 er den samme som i 2020.

8.1.5 Miljøgifter

Vassdrag mottar miljøskadelige stoffer som tungmetaller, organiske miljøgifter (f.eks. PAH og PCB) og pesticider fra lokale kilder og langtransportert med luftmasser og nedbør. En rekke av disse metallene og forbindelsene er på EUs prioriterte liste for miljøgifter og blir faset ut. Effekter på fisk varierer fra svak reduksjon i reproduksjon til akutt fiskedød. Det er vist at såkalte hormonhermere kan ha effekt på reproduktive funksjoner (reduisert luktrespons på feromoner og dermed nedsatt seksuell aktivitet), og kan gi redusert gonadeutvikling og en reduksjon i antall befruktede egg (f.eks. Moore & Waring 2001). Innføringen av vannforskriften har medført omfattende kartlegging av den kjemiske og økologiske tilstanden i de vassdrag og fjorder der bedriftene har utslipp. Dette bidrar til bedre oversikt over effekter av miljøgifttilførsler i mange vassdrag.

Effekter av hvordan flere typer miljøgifter virker samtidig er dårlig kjent, og usikkerheten med hensyn på framtidig utvikling er relativt høy. Faktoren ligger lavt langs påvirkningsaksen fordi den per i dag er dokumentert å ramme relativt få bestander, fordi det ikke er dokumentert eller sannsynliggjort at bestander har blitt kritisk truet eller tapt, og fordi det er og vil bli gjennomført flere tiltak ved lokale forurensningskilder. Risikoen for ytterligere tap av produksjon er moderat, og risikoen for at bestander blir kritisk truet eller går tapt er vurdert til å være lav. Vurderingen i 2021 er den samme som i 2020.

8.1.6 Bergverk

Bergverksindustri kan gi økte konsentrasjoner av metaller, partikler og ulike produksjonskjemikalier i vassdrag og fjorder. Enkelte utslipp, spesielt metaller fra eksponerte sulfidholdige mineraler, er vanskelig å kontrollere og er en stor utfordring å håndtere på en måte som hindrer økologiske effekter. Forurensningene kan påvirke laksefisk både i elvene og i de utenforliggende fjordene (se utfyllende vurdering i VRL 2013). Mens metallutslipp påvirker laksesmoltens evne til å tåle saltvann, vil partikler kunne skade fiskens gjeller, samtidig som de kan påvirke overlevelse fra egg til yngel.

Ved gruvedrift er det behov for å deponere store mengder knuste fjellmasser. Erfaring fra nedlagte sulfidgruver viser at deponier på land gir store miljøeffekter i flere hundre år. Et alternativ, som under gitte betingelser kan være bedre enn landdeponi, er å deponere masser i sjøen. Både land- og sjødeponi kan medføre miljøskader, men det antas at begge også kan anlegges og driftes uten direkte skader på laksebestander. Indirekte effekter via andre økosystemendringer i fjordene kan ikke utelukkes ved sjødeponi. Langtidseffekter av sjødeponier på laks er lite kjent, og det antas at lokalisering i forhold til vandringsveier og den praktiske håndteringen i hvert enkelt tilfelle vil være avgjørende. Regjeringen ga i 2016 gruveselskapet Nordic Mining ASA tillatelse til å utvinne rutil i Engebøfjellet og etablere sjødeponi i Førdefjorden. Miljødirektoratet og Klima- og miljødepartementet ga i 2016 utslippstillatelse til gruvevirksomhet (kobber) i Kvalsund som innebærer sjødeponi i Repparfjorden. I 2019 ga Nærings- og fiskeridepartementet driftskonsesjon for denne virksomheten til gruveselskapet Nussir ASA. Begge fjordene er nasjonale laksefjorder. Effektene av sjødeponi på laks i disse fjordene er usikre.

Antall rammede bestander er lavt, men fordeler seg over mange fylker. Det antas at produksjonstapet i dag er lavt. Det er betydelig kunnskapsmangel knyttet til miljømessige effekter

av eksisterende bergverk og de biologiske effektene av utslippene. Det foreligger lite kunnskap om hvilke konsentrasjoner og eksponeringstid laks og sjøørret tåler under ulike forhold. Det er dermed vanskelig å angi i hvilken grad tålegrensene er overskredet i de enkelte vassdragene. Metaller vil også kunne påvirke smoltens vandring i fjordsystemet. Også når det gjelder dette er kunnskapen mangelfull. Det er dermed også manglende kunnskap med hensyn på å kunne utrede konsekvenser av ny bergverksindustri. Dette, sammen med en forventet økning i bergverksaktiviteten, innebærer at det er en risiko for ytterligere skade. Vurderingen av trusselfaktorens geografiske utbredelse er justert fra «nasjonal» til «mange spredte enkeltlokaliteter» (4 til 2) på påvirkningsaksen. Vurderingen i 2021 er ellers den samme som i 2020.

8.1.7 Overbeskatning

Beskatning av laks i sjø og elv skal i utgangspunktet være basert på beskatning av et høstbart overskudd. Det er liten tvil om at beskatning har vært og kan være en sterk påvirkningsfaktor for norske laksebestander. Beskatning påvirker gytebestanden direkte, og svært mange bestander har vært overbeskattet. Det er først etter 2007 at vi ved utarbeidelse av gytebestandsmål har hatt et grunnlag for å definere «høstbart overskudd». Overbeskatning lå opprinnelig relativt høyt på påvirkningsaksen fordi faktoren påvirket mange bestander, virket nasjonalt med stedvis høy beskatning både i sjø og elv, og effekten på produksjonen kan ha vært moderat til stor. Det er lite sannsynlig at overbeskatning alene i moderne tid har medført at bestander har blitt kritisk truet eller tapt. Situasjonen i Tanavassdraget, der beskatning er dominerende trusselfaktor, illustrerer imidlertid potensialet beskatning har til å redusere bestandsstørrelser langt under gytebestandsmålet og til å skape andre endringer, for eksempel en betydelig reduksjon i mengden storlaks i deler av vassdraget (Anon. 2012). Fra 1980-tallet er det gjennomført omfattende tiltak for å redusere beskatningen nasjonalt, blant annet gjennom forbud mot drivgarnfiske i sjøen fra 1989. Tilgjengeligheten av effektive tiltak reflekteres langs risikoaksen, der overbeskatning ligger relativt lavt. Forvaltning basert på gytebestandsmål og påfølgende innstramminger i både sjølaksefisket og elvefiske medfører at det nå er sannsynlig at beskatningen i de fleste norske vassdrag baserer seg på høsting av et overskudd, og dermed ikke truer bestander eller produksjon.

Fra 2021 ble det gjort ytterligere reduksjoner i fisket som et resultat av strengere fiskereguleringer, både for sjølaksefisket og i mange elver. I de nye reguleringene for sjølaksefisket er det tatt enda større hensyn til små og sårbare bestander, noe som har medført at kilenotfisket har blitt stengt i alle kystområder og mange fjorder sør for Finnmark. I tillegg ble fisket stengt i Tanavassdraget, Tanafjorden og nærliggende sjøområder. Åtti vassdrag som var åpne for fiske i 2020 ble stengt for laksefiske i 2021 - mens bare seks av vassdragene som var stengt for laksefiske i 2020 ble åpnet for fiske i 2021. Lengden på fiske sesongen ble redusert i 37 vassdrag i 2021 i forhold til tidligere, i tillegg til at mange vassdrag, særlig i Finnmark, bestemte å stenge fisket i løpet av sesongen på grunn av lite innsig av laks. Risiko for ytterligere skade på grunn av overbeskatning er derfor redusert. Poenggivingen er endret fra at omfattende og effektive tiltak er planlagt, til at svært omfattende og effektive tiltak er planlagt.

Kunnskapen om overbeskatning som trusselfaktor er god, og usikkerheten om framtidig utvikling er lav. Vitenskapsrådets bestandsvise vurdering av oppnåelse av gytebestandsmål, samt estimatene av overbeskatning, tilsier at antall bestander rammet av overbeskatning har blitt kraftig redusert siden 2010, fordi effektive tiltak er gjennomført. Trusselfaktoren ble derfor flyttet betydelig nedover langs påvirkningsaksen. I 2020 var det lav (< 10 %) eller ingen overbeskatning i alle fylkene, hvis Tanavassdraget ikke regnes med. Hvis Tanavassdraget regnes med, så var overbeskatningen over 10 % i Troms og Finnmark (når vi veier med gytebestandsmålet). Vurderingen i 2021 er den samme som i 2020, bortsett fra at risiko for ytterligere skade er ytterligere redusert.

8.1.8 Lakselus

Samlet sett viser vitenskapelige undersøkelser at lakselus fra oppdrett har medført bestandseffekter i form av redusert innsig av gytelaks fra havet og redusert høstbart overskudd i de mest oppdrettsintensive områdene i Norge (VRL 2020a, Vollset mfl. 2016, Shephard & Gargan 2021). Dette er basert på 1) omfattende undersøkelser av individuelle fysiologiske og patologiske effekter av lakselus på livsfunksjoner hos laksefisk (Taranger et al 2015, Fjelldal mfl. 2020, Godwin mfl. 2020), 2) metaanalyser av feltforsøk som sammenligner marin vekst og overlevelse hos grupper av laksesmolt med og uten medikamentell beskyttelse mot lakselus (Skilbrei mfl. 2013, Vollset mfl. 2016), 3) sannsynlige bestandseffekter ut fra overvåking av lusenivå hos villfisk kombinert med etablerte tålegrenser (Grefsrud mfl. 2021), og 4) dokumentasjon av bestandseffekter ved analyser av fangststatistikk og lakseinnsig (VRL 2020a).

Havforskningsinstituttet samordner overvåking av lakselus på vill laksefisk i Norge (NALO, Grefsrud et al. 2021). Siden risikorapportering om norsk oppdrett startet i 2010 (Taranger et al. 2015) har overvåking med jevne mellomrom vist høye påslag av lakselus på utvandrende laksesmolt på Vestlandet (Ryfylke, Hardanger og Sognefjorden). I tillegg er det observert høye nivå av lakselus på sjørret og lakselus i bur fra Ryfylke til Nord-Trøndelag i den perioden laksesmolten vandrer ut i sjøen, og det er enkeltobservasjoner av høye nivå av lakselus på sjørret i Nordland og Troms (<https://www.hi.no/hi/nettrapporter/risikorapport-norsk-fiskeoppdrett>). I de tre siste årene har det vært særlig høyt smittepress av lakselus i de mest oppdrettsintensive områdene på Vestlandet. Det var spesielt høyt smittepress i Sognefjorden og Sunnmøre i 2019, mens i 2020 var smittenivået fortsatt høyt i disse fjordene, men noe lavere enn året før. I 2020 var smittepresset høyere i Ryfylke og Hardangerfjorden. Foreløpige resultater fra 2021 tyder igjen at påslaget av lakselus på utvandrende laksesmolt var svært høyt både i Hardanger og Sognefjorden (Nilsen mfl. 2021). Variasjonen mellom år er sannsynligvis knyttet til hvordan produksjonssyklusen i oppdrett er innrettet i de forskjellige områdene, og stemmer overens med flere undersøkelser som viser denne sammenhengen (for eksempel Middlemas mfl. 2013, Vollset mfl. 2018). I praksis vil dette si at vi med jevne mellomrom forventer høye påslag av lakselus på utvandrende laksesmolt i områder med høy oppdrettsintensitet.

At lakselus er en påvirkning som i stor grad har bidratt til å redusere flere norske laksebestander er tydelig ut fra våre analyser av hvilke faktorer som har påvirket høstbart overskudd i laksebestandene (VRL 2017b, 2019b, 2020a). For perioden 2010-2014 beregnet vi et årlig tap i innsiget av laks til Norge på grunn av lakselus på ca. 50 000 laks (VRL 2017b). Tilsvarende beregninger for senere år tilsier et redusert innsig på ca. 29 000 laks i 2018 og ca. 39 000 laks i 2019 (VRL 2020b). Det er mange bestander særlig i Vest-Norge som over mange år har blitt sterkt påvirket av lakselus. Basert på modelleringen vurderer vi at antall tapte eller kritisk truede bestander på grunn av lakselus i naturen ligger mellom 6 og 20 bestander.

Dødelighet av villaks på grunn av lakselus i hvert produksjonsområde under trafikklyssystemet er vurdert av en ekspertgruppe oppnevnt av Nærings- og fiskeridepartementet (NFD) siden 2016 (Anon. 2015a, Karlsen mfl. 2016, Nilsen mfl. 2017, 2018, Vollset et al. 2019b, 2020). Oppsummert for perioden 2016-2020 vurderer ekspertgruppen at det har vært tilfeller av at mer enn 30 % av laksesmolten årlig har dødd på grunn av lakselus i produksjonsområde 2 til 5, det vil si fra Ryfylke til Sunnmøre. Det har også vært år da 10-30 % av laksesmolten ut fra disse vurderingene har dødd i produksjonsområde 6 (Nordmøre til Sør-Trøndelag), 7 (Nord-Trøndelag) og 10 (Andøya til Senja). Den høyeste dødeligheten av villfisk har vært i Hardanger og Sogn og Fjordane. I rapporten fra ekspertgruppen for trafikklyssystemet påpekes det at høy dødelighet skjer med jevne mellomrom i produksjonsområder med høyt utslipp av lakselus fra oppdrett (Vollset et al. 2020).

Produksjonen av oppdrettslaks var høyere i 2020 enn noe tidligere år (kapittel 6), og målet er en fortsatt økning (Stortingsmelding 16 2014-2015⁸). Trafikklyssystemet regulerer biomassen av

oppdrettslaks i de forskjellige områdene langs kysten ved at biomassen tillates å øke, fryses eller reduseres med 6 % avhengig om effekten av lakselus er ansett av Nærings- og fiskeridepartementet som akseptabel. Akseptable nivåer er i stortingsmelding 16 definert som at <10 % av laks i et produksjonsområde dør på grunn av lakselus, mens uakseptabelt er definert som at >30 % av laks i et produksjonsområde dør. Gitt en streng tolkning av ordlyden i disse grenseverdiene vil trafikklysendningen på sikt medføre redusert dødelighet i bestander der dødeligheten på grunn av lakselus i dag er større enn 30 % dødelighet (rødt lys). Samtidig er det åpnet for at en produksjonsøkning i grønne områder kan gi økt dødelighet på grunn av lakselus der denne nå er < 10 %. I praksis tillater trafikklysendningen at alle områder på sikt kan ha en oppdrettsproduksjon som tillater dødelighet på grunn av lakselus hos villaks på mellom 10 og 30 % (gult lys).

Nye undersøkelser har vist at mellomårsvariasjonen i effekter av lus fra oppdrett på villfisk er større enn den effekten man skal forvente ved at man reduserer biomassen i oppdrett med 6%, slik trafikklyssystemet er lagt opp (Myksvoll mfl. 2020). Dermed vil det være stor risiko for at bestandseffekter av lakselus på villaks vil overstige 30 % dødelighet i en rekke elver fra Ryfylke til Trøndelag også de neste årene. I tillegg er det gitt en mulighet for kapasitetsøkning eller unntak fra kapasitetsreduksjon, uavhengig av miljøstatus (farge) i produksjonsområdeforskriftens §12⁷, under visse betingelser. Ifølge Mattilsynet, som behandler søknader om vekst, er slike unntak en ren teknisk vurdering av om søker har oppnådd kravene som er satt av Nærings- og fiskeridepartementet. Kravene er at oppdrettsanlegget har vært under 0,1 hunn lus i gjennomsnitt per fisk i anlegget ved alle lustellingene i den siste produksjonssyklusen og bare har brukt én medikamentell behandling. Det er viktig å påpeke at bidraget fra anlegg som i gjennomsnitt har færre enn 0,1 hunn lus per fisk i et anlegg også kan være en viktig kilde til lus på villaks. Denne praksisen medfører altså at det tillates økt utslipp av lus fra oppdrettsanlegg i produksjonsområder hvor ekspertgruppen for lakselus i trafikklyssystemet vurderer at påvirkning fra lakselus fra oppdrett fører til at over 30 % av den utvandrende laksesmolten dør av lakselus.

Et kritisk element for framtidig utvikling av påvirkning fra lakselus er i hvilken grad oppdrettsnæringen har mulighet til å bekjempe eller redusere utslipp av parasitten. Resistens mot ulike legemidler er en faktor som gjør det vanskeligere å bekjempe lakselus. På grunn av redusert følsomhet for legemidler falt antallet medikamentelle behandlinger (målt i antall forskrevne resepter) med 78 prosent i perioden 2014 til 2017 (Helgesen mfl. 2021). Antall behandlinger har vært relativt stabilt etter dette, men var noe redusert i 2020 sammenlignet med 2019. Resistensnivået hos lakselus var fortsatt høyt i 2020. To år på rad er det gjennomført feltundersøkelser der ferskvannstoleranse hos lakselus fra områder med lav og høy frekvens av ferskvannsbehandlinger er undersøkt. Resultatene viste høyere ferskvannstoleranse hos lus fra matfiskanlegg som ligger i områdene med høy frekvens av ferskvannsbehandlinger (Helgesen mfl. 2021).

I 2019 varslet Mattilsynet at bruken av termisk avlusning ville fases ut innen to år av hensyn til velferd hos oppdrettsfisk, med mindre ny kunnskap tilsa at metoden har akseptable velferdsmessige konsekvenser. Til tross for dette varselet utgjorde termisk avlusning 62 % av avlusningene på landsbasis i 2020, alene eller i kombinasjon med andre behandlingsmetoder (Sommerset mfl. 2021). Mattilsynet har i 2021 gått bort ifra den varslede utfasingen av termisk avlusning, til tross for manglende dokumentasjon på god fiskevelferd under disse behandlingene.

Vi vurderer at risiko for at ytterligere bestander blir kritisk truet eller går tapt på grunn av lakselus er høy. Vi begrunner dette med at det per dags dato ikke er noen klare signal på at det vil settes i verk tiltak som vil kraftig redusere smitte av lus på villaks i områder hvor det over flere år er blitt observert høye påslag av lus på laksesmolt, samtidig som biomassen i oppdrett øker nasjonalt. I teorien kan pålagt reduksjon i mengde oppdrettslaks i enkelte produksjonsområder i trafikklysendningen der dødelighet av laks på grunn av lus vurderes til å være over 30%, føre til noe redusert lakselusmitte. På kort sikt er det derimot svært usannsynlig at dette vil ha en stor målbar

effekt. Samtidig gis det tilbud om økt produksjon av oppdrettslaks i ni produksjonsområder hvor dødeligheten fra lus per dags dato sannsynligvis i gjennomsnitt er under 10 %. I flere av disse områdene er det samtidig høy sannsynlighet for enkelte bestander har hatt en betydelig reduksjon i innsiget av villaks på grunn av lus de siste fem årene (for eksempel i Ryfylke; Nilsen et al. 2019, Vollset et al. 2020). Antall bestander som vil oppleve økt påvirkning av lakselus vil sannsynligvis øke i disse områdene.

Lakselus er en av de to største truslene mot norsk laks, sammen med rømt oppdrettslaks (**figur 8.2**). Lakselus som trusselfaktor ligger høyt både langs påvirkningsaksen og risikoaksen. Kunnskapsgrunnlaget er godt og styrket med stadig flere vitenskapelige undersøkelser de senere årene, og usikkerheten om framtidig utvikling er liten. I tillegg til at lus har en bestandsreducerende effekt (Krkošek mfl. 2013, Vollset mfl. 2016, Shephard & Gargan 2017, Thorstad & Finstad 2018, Bøhn mfl. 2020, Lennox mfl. 2020, Johnsen mfl. 2020, Godwin mfl. 2020) kan lus også påvirke vekst hos fisk (Skilbrei mfl. 2013, Vollset mfl. 2019a) og føre til en senere kjønnsmodning (Vollset mfl. 2014). Det er registrert nedsatt medikament-følsomhet hos lus på vill laksefisk, noe som er koblet mot spredning av lus fra oppdrettsanlegg til villfisk (Fjørtoft mfl. 2017). Vurderingen i 2021 er den samme som i fra 2020.

8.1.9 Infeksjoner knyttet til fiskeoppdrett

Infeksjoner knyttet til fiskeoppdrett er en trusselfaktor som har sammenheng med smittestatus og de mange sykdomsutbruddene i den store biomassen av fisk i åpne oppdrettsanlegg i sjøen. Det finnes lite kunnskap om faktoren, og forskningsaktiviteten på området er begrenset. Effekten på produksjonen av villaks er ukjent og usikker på grunn av kunnskapsmangel. Vitenskapsrådet har vurdert at effekten på norske laksebestander generelt er < 10 %, og at usikkerheten om framtidig utvikling er høy. Faktoren ligger høyt langs både påvirkningsaksen og risikoaksen. Vitenskapsrådet vurdering av faktoren i 2021 er endret fordi dagens forvaltning, næringsstruktur og teknologi gjør det lite sannsynlig at det kan gjennomføres tilstrekkelige tiltak som effektivt beskytter villfisk. Vurderingen i 2021 er derfor at potensial for tiltak justeres på risikoaksen fra 3 til 3,5.

Horisontal smitte mellom fisk, merder og lokaliteter er en viktig smittevei for infeksjonssykdommene i fiskeoppdrett. Forskning har også vist at det foregår smitteutveksling mellom villfisk og oppdrettsfisk (Garseth mfl. 2013b, Garseth mfl. 2016, Nylund mfl. 2019). Laksebestander i regioner med oppdrett kan rammes ved at utvandrende postsmolt og tilbakevandrende laks utsettes for smitte fra oppdrettsanlegg med sykdomsutbrudd. I tillegg kan oppgang av rømt oppdrettsfisk i elvene ramme bestander både i og utenfor regioner med oppdrett. Rømt oppdrettslaks har generelt et høyere innslag av de smittestoffene som er knyttet til sykdom i oppdrettsnæringen enn vill og kultivert fisk (Garseth mfl. 2009, Garseth mfl. 2013a, Madhun mfl. 2015).

Ved utgangen av desember 2020 stod det mer enn 435 millioner laks (897 687 tonn) og nær 21 millioner regnbueørret (40 585 tonn) i sjøanlegg langs norskekysten (Fiskeridirektoratet, Produksjonsområdeforskriften⁷). Dette er en økning på mer enn 85 000 tonn laks sammenlignet med utgangen av 2019. Dødelighet hos oppdrettsfisk er et indirekte mål på status for fiskehelsen (Sommerset mfl. 2021). Mer enn 52 million laks døde i matfiskanlegg i 2020. Basert på månedlige dødfiskrater utgjør dette nær 15 % av produksjonen og 89 % av det totale tapet av laks på individnivå (Sommerset mfl. 2021, <http://apps.vetinst.no/Laksetap>). Dødeligheten i 2020 var på samme nivå som 2018, mens den i 2019 var høyere fordi om lag 8 millioner laks døde under oppblomstring av giftige alger i Nordland og Troms dette året. Den geografiske variasjon i dødelighet reflekterer blant annet forskjeller i sykdomsstatus i ulike landsdeler. Produksjonsområde

⁷ www.lovdatabasen.no/dokument/SF/forskrift/2017-01-16-61

13 (Øst-Finnmark) hadde lavest dødelighet med 6,7 %, mens produksjonsområde 4 (Nord-Hordaland til Stadt) lå høyest med 27 % dødelighet.

Ulike skadevirkninger som følge av håndteringskrevende medikamentfrie avlusinger er en stor utfordring for helse hos oppdrettet laks (Sommerset mfl. 2021). Håndteringen er assosiert med utvikling av bakteriesykdommene klassisk vintersår (*Moritella viscosa*) og atypiske vintersår (*Tenacibaculum* spp.), og økt dødelighet hos laks med virussykdommene hjerte- og skjelettmuskelbetennelse og kardiomyopatisyndrom (Sommerset mfl. 2021). Det er grunn til å tro at dette bidrar til økt smittepress lokalt.

Tilgang på informasjon om forekomst av ikke-meldepliktige sykdommer har vært begrenset de senere årene fordi en stor andel av rutinediagnostikken gjennomføres av private laboratorier og av fiskehelsetjenester. Gjennom avtaler med laboratoriene og oppdrettsselskap fikk Veterinærinstituttet i 2020 tilgang på informasjon om sykdomsforekomst, med en dekningsgrad på om lag 75 % (Sommerset mfl. 2021). Dette gir en vesentlig bedre oversikt over viktige infeksjonssykdommer som pasteurellose, vintersår, laksepox, kardiomyopatisyndrom (CMS) og hjerte- og skjelettmuskelbetennelse (HSMB).

I 2020 var det en betydelig økning i antall lokaliteter med bakteriesykdommer. I Troms og Finnmark fylke var det en økning i både klassisk vintersår (*M. viscosa*) og atypiske vintersår (*Tenacibaculum* spp.). På vestlandet til Hustavika var det en betydelig økning i antall lokaliteter med sykdom forårsaket av *Pasteurella* sp., inkludert utbrudd av sykdom forårsaket av *P. skyensis* på to lokaliteter. *P. skyensis* gir en av de mest tapsbringende infeksjonene i skotsk oppdrett, men kilden til de norske utbruddene er ukjent. Forekomsten av pasteurellose hos oppdrettslaks har utviklet seg både i antall og geografisk utbredelse fra under ti lokaliteter rundt og i PO 3 i 2018 til nær 60 lokaliteter fra PO2 (Ryfylket) til PO5 (Stadt til Hustadvika) i 2020.

I Trøndelag fylke (Namdalsregionen) ble den meldepliktige sykdommen klassisk furunkulose (forårsaket av *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*) påvist på seks matfisklokaliteter i 2020. På tre lokaliteter ble infeksjonen påvist kun hos laks, på to lokaliteter både hos laks og rognkjeks, og en kun hos rognkjeks. I 2020 var det sen snøsmeltning og lave vanntemperaturer, og ingen bekreftede påvisninger hos vill laksefisk i området selv om enkeltfisk med symptomer ble registrert. Den konkrete årsaken til at infeksjonen opprettholdes i dette området er ukjent. I 2020 ble det stadfestet 23 tilfeller av den meldepliktige virussykdommen infeksøs lakseanemi (ILA) og 158 tilfeller av pankreassjuka (PD). For ILA er dette en betydelig økning siden 2019 (Sommerset mfl. 2021). Medio november 2021 er det påvist 23 tilfeller av ILA. Når det gjelder PD, ligger antall utbrudd i samme periode 40 % lavere enn for samme periode i 2020.

Tabell 8.1. Poenggivning og kriterier for poenggivning for de ulike trusselfaktorene langs påvirkningsaksen og risikoaksen. For hver av aksene er sum og samlet vurdering (andel av maksimumpoeng) gitt. Usikkerhet om utvikling og kunnskapsnivå er også vurdert.

VURDERTE EGENSKAPER PÅVIRKNINGSAKSE:	POENG OG KRITERIUM	Vannkraftregulering	Annen vannbruk (Opp- drett, industri, vanning)	Sur nedbør	Landbruksforurensninger	Miljøgifter (metaller, PCB, pesticider)	Bergverk	Overbeskatning	Lakselus	Infeksjoner knyttet til fiskeoppdrett	<i>Gyrodactylus salaris</i>	Andre infeksjoner påvirket av annen akt.	Rømt oppdrettslaks	Klimaendringer	Fysiske inngrep (kanalisering osv.)	Pukkellaks	Andre fremmede arter enn pukkellaks
1 Antall rammede bestander	1: <51, 2: 51-100, 3: 101-200, 4: > 200	3	2	1	1	1	1	1	4	4	1	2	4	3	4	3	2
2 Geografisk utbredelse:	1: Lokalt 2: Mange spredte enkeltlokaliteter 3: Regionalt (landsdeler) 4: Nasjonalt (minst 8 av 9 fylker ⁸)	2	1	3	3	2,5	2	2	3,5	3,5	1	3	4	4	4	4	2,5
3 Effekt produksjon Typisk effekt på en bestand (reduisert produksjonskapasitet, smoltproduksjon eller sjøoverlevelse)	1: Svak reduksjon < 10 % 2: Moderat reduksjon 10-25 % 3: Sterk reduksjon 25-75 % 4: Meget sterk reduksjon > 75 %	2	2	4	1	2	1	2,5	2,5	1	4	2	1,5	1	1	1	1
4 Antall tapte eller kritisk truede bestander i naturen	1: Ingen, 2: 1-5, 3: 6-20, 4 > 20	3	2	3	1	1	1	1	3	1	3	1	4	1	1	1	1
5 Gjennomførte tiltak (som reduserer effekt på produksjon eller sannsynlighet for tap av bestander)	1: Svært mange med god effekt 2: Mange med bra effekt 3: Få tiltak eller tiltak med liten effekt 4: Svært få/ingen tiltak eller tiltak uten effekt	2	3	1	1	2	2	1,5	3	3,5	2	3	2,5	4	3	3	3
Sum (av maksimum 20)		12	10	12	7	8,5	7	8	16	13	11	11	16	13	13	12	9,5
Samlet påvirkningsgrad (0-1)		0,60	0,50	0,60	0,35	0,43	0,35	0,40	0,80	0,65	0,55	0,55	0,80	0,65	0,65	0,60	0,48
Kunnskap (om trussel og effekter)	God = 1, moderat = 2, dårlig = 3	1	2	1	2	3	3	1	1	3	1	3	2	3	1	3	3

⁸ Oslo har få lakseelver og ses her sammen med Viken som ett «fylke».

Tabell 8.1 fortsetter

VURDERTE EGENSKAPER RISIKOAKSE:	POENG OG KRITERIUM	Vanakraftregulering	Annen vannbruk (oppdrett, industri, vanning)	Sur nedbør	Landbruksforurensninger	Miljøgifter (metaller, PCB, pesticider)	Bergverk	Overbeskaining	Lakselus	Infeksjoner knyttet til fiskeoppdrett	<i>Gyrodactylus salaris</i>	Andre infeksjoner påvirket av annen akt. enn oppdrett	Rømt oppdrettslaks	Klimaendringer	Fysiske inngrep (kanalisering osv.)	Pukkellaks	Andre fremmede arter enn pukkellaks
1 Potensial for effektive tiltak (gitt framskrivning av dagens situasjon)	1: Svært omfattende og effektive tiltak er planlagt 2: Omfattende og effektive tiltak er planlagt 3: Noen effektive tiltak, eller tiltak med liten totaleffekt er planlagt 4: Få/ingen effektive tiltak er planlagt	2	4	1	2	2	2,5	1	3	3,5	1	4	2,5	3	3	3	3
2 Risiko for ytterligere produksjonstap (gitt at utviklingen fortsetter som nå)	1: Lav 2: Moderat 3: Høy 4: Svært høy	2	2	1	1	2	2,5	1	4	3	1,5	2	3	3	2	2	1
3 Risiko for at ytterligere bestander blir kritisk truet eller tapt (gitt at utviklingen fortsetter som nå)	1: Lav 2: Moderat 3: Høy 4: Svært høy	1	1	1	1	1	1	1	3	2	1,5	1	3	1	1	1	1
Sum (av maksimum 12)		5	7	3	4	5	6	3	10	8,5	4	7	8,5	7	6	6	5
Samlet risiko for ytterligere skade (0-1)		0,42	0,58	0,25	0,33	0,42	0,50	0,25	0,83	0,71	0,33	0,58	0,71	0,58	0,50	0,50	0,42
Usikkerhet om utvikling	Liten = 1, moderat = 2, høy = 3	2	2	1	1	2	2	1	1	3	1	3	2	3	1	3	2

Trusselen fra infeksjoner i fiskeoppdrett er et aktivt problem som øker når produksjon i åpne anlegg i sjøen øker og når forekomsten av ulike infeksjonssykdommer i oppdrettet fisk øker. Begge disse faktorene har, med få unntak utviklet seg i negativ retning de siste årene. Effekten av sykdomsbekjempelse og smittereduserende tiltak spiller en viktig avbøtende rolle. Tiltak mot ikke-meldepliktige sykdommer er imidlertid ikke en offentlig oppgave, hvilket betyr at bekjempelse av infeksjoner med potensiell påvirkning på villaks er overlatt til oppdrettsnæringen. ILA er underlagt offentlig bekjempelse og smittede lokaliteter blir pålagt utslakting ved stadfestet diagnose. For pankreassjuka pålegges det imidlertid utslakting kun ved påvisning utenfor PD-sonen. Hensynet til villaks er ikke ivaretatt i PD forvaltningen. Teknologiløsningene i oppdrettsnæringen er under stadig utvikling, blant annet for å skille oppdrettsfisk fra miljø, enten gjennom helt eller delvis lukkede anlegg, ved å forlenge produksjonstid på land, eller ved å flytte hele produksjonstrinn (for eksempel stamfisk) til landbaserte anlegg. I tillegg utvikles det merder som gir mulighet for oppdrett til havs. Selv om semilukkede anlegg og landbasert oppdrett kan hindre infestasjon med lakselus er effekten av endringene neglisjerbare for det generelle smittepresset i sjø. Ikke minst fordi nevnte anlegg og tiltak ikke erstatter, men kommer i tillegg til produksjon i åpne merder i sjø.

8.1.10 *Gyrodactylus salaris*

Parasitten *G. salaris* er den faktoren som har medført at flest laksebestander i norske vassdrag har blitt kritisk truet eller gått tapt. Faktoren plasserer seg derfor høyt langs påvirkningsaksen. Effekten på lakseproduksjonen gjennom yngeldødelighet er svært stor (Johnsen mfl. 1999), og laksebestander som har hatt *G. salaris* i mange tiår blir vurdert til å være kritisk truet eller tapt i naturen. Risiko for ytterligere skade er redusert etter at omfattende bekjempelsestiltak har utryddet parasitten i mange elver (Moen et al 2005, Moen mfl. 2011, Stensli mfl. 2014, Sandodden mfl. 2018).

Dødelige varianter av *G. salaris* er påvist på laks i 51 norske elver. De mange utryddelsestiltakene og friskmeldingene har imidlertid resultert i at utbredelsen til *G. salaris* i Norge er betydelig redusert. Parasitten har nå bare lokal forekomst i to regioner; Drivaregionen og Drammensregionen. Per juni 2021 har *G. salaris* kjent forekomst i 8 norske lakseelver, 39 elver er friskmeldt og 4 elver er i en friskmeldingsprosess (**vedlegg 2**). Dette er det laveste tallet på elver under friskmelding på 16 år, fordi mange elver har blitt friskmeldt. I 2020 ble Ranelva i Nordland friskmeldt. Fustavassdraget med tre innsjøer er fortsatt i en friskmeldingsprosess på tross av at Vefsn-regionen ble friskmeldt i 2017. Årsaken er at friskmelding av innsjøene må baseres på undersøkelser av røye, og røyebestandene er fortsatt ikke tilstrekkelig re-etablert til at fravær av *G. salaris* kan dokumenteres. I 2015 og 2016 ble behandlingstiltak gjennomført i Skibotnregionen (tre elver) I tillegg ble det våren 2017 gjennomført rotenonbehandlinger på begrensede områder i Skibotnvassdraget etter funn av enkelte ørret- og røyeunger under behandlingen i 2016 (Adolfsen mfl. til trykking).

Kunnskapen om faktoren er generelt god, og usikkerhet om utviklingen liten. Risiko for ytterligere produksjonstap og risiko for tap av ytterligere laksebestander er begge vurdert til å være moderate. Vurderingen i 2021 er den samme som i 2020.

8.1.11 Andre infeksjoner påvirket av annen menneskelig aktivitet enn fiskeoppdrett

Forekomst og opptreden av en rekke infektive agens (virus, bakterier, sopp og parasitter) hos vill laksefisk påvirkes av menneskelig aktivitet. (*G. salaris* og infeksjoner knyttet til fiskeoppdrett er vurdert som egne faktorer og er ikke inkludert her.)

Proliferativ nyresyke (PKD) forårsaket av parasitten *Tetracapsuloides bryosalmonae* opptrer særlig ved vanntemperaturer over 15 °C. Høye vanntemperaturer kan skyldes lav vannføring som følge av kraftproduksjon eller annen fraføring av vann. Klimaendringer, med blant annet økt sommertørke vil også gi økt vanntemperatur. Bakterien *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*

medfører sykdommen klassisk furunkulose ved et stort spenn av temperaturer, men under norske forhold fortrinnsvis ved temperaturer over ca. 10 °C.

Det er nå vanlig praksis å gjenutsette villfanget laks som er benyttet som stamfisk i kultivering. Stamfisken holdes sammen i kar i dager, uker eller måneder før stryking og gjenutsetting. I denne perioden foregår det en smitteutveksling mellom individene, noe som medfører at prevalensen for enkelte smittestoff øker under oppholdet (Wiik Nielsen mfl 2017, Gåsnes mfl 2019, Garseth mfl. 2018, 2021). Gjenutsatt stamfisk har dermed redusert helse og økt smittebelastning sammenlignet med da den ble tatt inn i anlegget. Gjenutsatt laks kan trolig fungere som et smittereservoar for annen villfisk i elva.

I 2021 er det i likhet med årene 2019 og 2020 registrert laks med red skin disease i Enningdalselva (omtalt av vitenskapsrådet i kapittel 9.4 i VRL 2019). Symptomene har vært mildere og dødeligheten lavere enn i de to foregående år. I 2021 er det rapportert om enkeltfisk med red skin disease-lignende symptomer fra andre elver i Norge. Laks med red skin disease har ulike grader av blødninger og sår i hud, fra et lett utslett til alvorlig sår med utseende som brannsårl eller etseskader. I tillegg kan rammet laks ha nedsatt bevissthet, svime og være lett fangbar med hendene, håv eller annen redskap. Sykdom med tilsvarende utseende og opptreden er påvist hos laks i andre nordeuropeiske land. Til tross for betydelig innsats er årsaken ikke avdekt. Så langt tyder undersøkelsene ikke på at sykdommen primært skyldes kjente infeksjonssykdommer.

Faktoren andre infeksjoner er sammensatt og ligger moderat høyt både langs påvirkningsaksen og risikoaksen. Som for infeksjoner knyttet til oppdrett, er plasseringen langs påvirkningsaksen i høy grad et resultat av at faktoren kan virke i mange bestander over store deler av landet, mens effekten på bestandene er moderat. Få effektive tiltak og en klimautvikling som tilsier økte sommertemperaturer i mange norske vassdrag, medfører at faktoren er plassert relativt høyt langs risikoaksen. Kunnskapen er begrenset fordi det så langt har vært brukt lite ressurser på å beskrive og overvåke helse hos vill laksefisk. Helseovervåking av vill laksefisk omfatter overvåking av lakselus, *Gyrodactylus salaris* og infeksjoner som forårsaker sykdom hos oppdrettsfisk. I 2020 etablerte Veterinærinstituttet i samarbeid med Mattilsynet et meldingssystem for sykdom og dødelighet hos villfisk. Meldingssystemet gjelder både i ferskvann og sjø og alle innmeldte saker vurderes av patologer ved Veterinærinstituttet. Vurderingen i 2021 er den samme som i 2020.

8.1.12 Rømt oppdrettslaks

Rømt oppdrettslaks har påvirkning gjennom genetiske endringer av bestandene, som vektorer for infeksjoner, og de bidrar til økt smittepress for lakselus, og økologiske effekter gjennom konkurranse (kapittel 6 i denne rapporten, VRL 2009). Her vurderes økologiske og genetiske effekter. Faktoren ligger høyt både langs påvirkningsaksen og risikoaksen. Faktoren rammer nasjonalt. Det foreligger omfattende dokumentasjon for at innkryssing av rømt laks skjer i mange bestander, og i alle regioner av landet (VRL 2016b, Karlsson mfl. 2016, Diserud mfl. 2017, Diserud mfl. 2019b, Diserud mfl. 2020). I den siste rapporten med estimater av innkryssing i 239 vassdrag (hvorav 227 er laksevassdrag statusvurdert av VRL, VRL 2018a), ble det vist innblanding i totalt 159 av vassdragene, og over en tredjedel (37.5 %) av disse bestandene ble klassifisert til å ha svært dårlig eller dårlig kvalitet ut fra genetisk integritet (Diserud mfl. 2020). For 20 vassdrag har klassifiseringen endret seg i forhold til forrige klassifisering, som følge av nye data. Tolv av bestandene ble plassert i en dårligere tilstandsklasse, og åtte bestander i en bedre. Det er en positiv sammenheng mellom estimert innslag av rømt oppdrettslaks over tid og graden av innkryssing (Glover mfl. 2013, Karlsson mfl. 2016, Svåsand mfl. 2017). Det er også en sammenheng mellom grad av tidligere påvist innkryssing i et vassdrag og ny oppgang av rømt oppdrettslaks i påfølgende år (Grefsrud mfl. 2018). Det vil si at de elvene som allerede er genetisk påvirket, også er mer utsatt for videre påvirkning (Grefsrud mfl. 2019, Glover mfl. 2020, Grefsrud mfl. 2021). Kunnskap om hvilke forhold som påvirker graden av innkryssing av rømt oppdrettslaks i bestandene er fortsatt

begrenset, og flere prosjekter vil i de kommende årene bidra til økt kunnskap. Det er likevel observert en positiv sammenheng mellom oppdrettsintensitet i nærområdet og grad av innkryssing, samtidig som store bestander ser ut til å være mer robuste mot innkryssing (Hindar mfl. 2018). Bolstad mfl. (2017) viste hvordan innkryssing av rømt oppdrettslaks fører til endringer i alder og størrelse ved kjønnsmodning. Wacker mfl. (2021) viste nylig at slik innkryssing også fører til lavere overlevelse hos ungfisk i elv. Dermed er det nå dokumentert at innkryssing fører til livshistorieendringer i ville laksebestander. At slike endringer kan skje bekreftes av Skaala mfl. (2019). De oppsummerte mange års undersøkelser av avkom av villaks, oppdrettslaks og hybrider utsatt i en elv i Hardanger, og viste effekter både på smoltproduksjon og endringer i livshistorietrekk (Skaala mfl. 2019).

I 2020 ble innslaget av rømt laks vurdert til å være over 10 % i prøver fra 13 av 218 vurderte vassdrag (Wennevik mfl. 2021). Ti prosent er den grensen forskriften om fellesansvar for utfisking av rømt oppdrettsfisk setter for når avbøtende tiltak skal planlegges. Antall vassdrag med høyt innslag (over 10 %) av rømt oppdrettslaks i 2020 var det laveste antallet siden overvåkningsprogrammet ble etablert i sin nåværende form i 2014. Innslaget av rømt oppdrettslaks i bestandene både i sportsfisket og om høsten viser en svak, men signifikant, nedgang over perioden 2006-2020. Samlet sett tilsier foreliggende undersøkelser og ny kunnskap at antall kritisk truede eller tapte bestander er på nivå 4 (> 20 bestander, **tabell 8.1**). Denne vurderingen samsvarer med Havforskningsinstituttets siste risikovurdering (Grefsrud mfl. 2021), som vurderte at det er høy risiko for ytterligere genetisk påvirkning på ville laksebestander i sju av de 13 produksjonsområdene som norskekysten er delt inn i, mens det vurderes at risikoen er lav i kun tre områder.

Oppdrettsnæringen har de siste årene gjennomført omfattende tiltak som har redusert andelen laks som rømmer. Dette har redusert gjennomsnittlig andel rømt laks i prøver fra laksebestandene om høsten fra rundt 20 % til godt under 10 % de siste årene. Økning i produksjonen av oppdrettslaks medfører imidlertid at antallet laks som rømmer fortsatt er høyt i enkelte år, selv om en mindre andel av laksen rømmer. De siste årene har det vært en synkende andel rømt oppdrettslaks i elvene om høsten, men likevel er det fortsatt høye andeler av rømt oppdrettslaks i en del gytebestander. Gjennomsnittlig andel rømt oppdrettslaks i prøver fra laks samlet inn om høsten var lavere i 2020 enn i 2019. I samme periode var produksjonen relativt stabil. Andelen rømt oppdrettslaks i prøver fra sportsfisket om sommeren har også vært lav og synkende de siste årene, og var under 5 % i 2015 og 2016, under 3 % i 2017, 2018 og 2019 og under 2 % i 2020. Det er imidlertid usikkert hvordan antallet rømt oppdrettslaks i elvene har utviklet seg, fordi andelen rømt oppdrettslaks også varierer med innsiget av villaks. Nivåene av rømt oppdrettslaks er fortsatt over bærekraftig nivå i enkelte vassdrag, både ifølge kvalitetsnorm for laks og Havforskningsinstituttets risikovurdering (VRL 2017a, Grefsrud mfl. 2021). Det er fare for at problemet vil opprettholdes, og fordi effekten på bestandene er kumulative (McGinnity mfl. 2003, Fraser mfl. 2010a,b, Glover mfl. 2017, Glover mfl. 2020), er det sannsynlig at effekten på villaksproduksjonen fortsatt vil øke og at ytterligere bestander kan bli kritisk truet eller gå tapt.

Framtidig risiko for rømminger kan reduseres på grunn av strengere krav til merder og oppankring. Tiltak og reguleringer er under utvikling, og vurdering av årsaker til rømmingsepisoder har medført strengere kontroll og oppfølging av forskriftens bestemmelser, med blant annet teknisk inspeksjon av anleggene utført av uavhengige aktører. Forskning på steril laks, tettere oppfølging av tekniske krav til anlegg, og utvikling av lukkede anlegg innebærer en økt satsing på forebyggende tiltak mot rømming og genetisk påvirkning på villaks. I 2017 la Nærings- og fiskeridepartementet fram sin strategi mot rømming fra akvakultur. Der legges det vekt på utvikling av bedre kunnskap i oppdrettsnæringen, erfaringsutveksling, utvikling av sterk sikkerhetskultur og sikkerhetsregelverk, samt etablering av profesjonell beredskap. Strategien er relativt lite konkret med hensyn på direkte tiltak, men kan bidra til økt risikoforståelse og bedret sikkerhetskultur.

Risiko for smoltrømminger kan reduseres ved at smolt settes ut som større fisk. Vi anser at det foreløpig ikke foreligger god nok dokumentasjon på at bruk av større smolt vil redusere smoltrømminger og at påvirkningen blir redusert. Det er fortsatt en begrenset del av smolten som produseres opp til størrelser over 250 gram før de settes ut. Kravene til maskevidder i merdene sammenlignet med smoltens størrelse har også blitt presisert og kan bidra til å redusere rømminger.

Et program for utfisking av rømt oppdrettslaks ble startet i elvene i 2016 i regi av oppdrettsnæringens sammenslutning for utfisking av rømt oppdrettslaks (OURO⁹). Gjennom dette ble det gjennomført utfisking av rømt oppdrettslaks i 37 vassdrag høsten 2016, i 52 vassdrag i 2017, 63 vassdrag i 2018, 37 vassdrag i 2019 og 49 vassdrag i 2020. Slike tiltak bidrar positivt i vassdragene hvor de utføres, men med de metoder som foreligger per i dag (Næsje mfl. 2013) vil trolig utfisking gi best effekt i mindre vassdrag, og det kan være vanskeligere i store vassdrag (Næsje mfl. 2015).

Som beskrevet over er det flere tiltak som over tid kan bidra til å redusere rømminger eller skader fra disse, men mange tiltak omfatter foreløpig en begrenset del av oppdrettsindustrien (steril fisk, stor smolt, lukkede anlegg), og det er klare ambisjoner om betydelig vekst i produksjonen (St. Meld. 16 2014-2015). Vitenskapsrådet vurderer at det ikke er grunnlag for en nedjustering av verdien for risiko for ytterligere produksjonstap hos villaks på grunn av effekter av rømt oppdrettslaks. Vi vurderer også at risiko for at ytterligere bestander blir kritisk truet eller tapt er uendret fra forrige vurdering. Selv om vi har sett en fallende trend i andelen rømt oppdrettslaks i vassdragene de siste årene, samt økt innsats i uttak av rømt laks og bedre kunnskap om forekomsten av rømt laks i vassdragene, noe som gir bedre grunnlag for å målrette tiltakene, så har en del vassdrag fortsatt for høyt innslag av rømt oppdrettslaks. Vi ser at selv om det rapporteres om lave rømmingstall i 2020, så ble det i de to foregående årene rapportert om høye rømmingstall, som viser at det er enda er stor variasjon i hvor mye laks som rømmer. Videre vil en økning i framtidig produksjon også utgjøre en risiko for en økning i antall laks som rømmer, og risiko knyttet til økt produksjon i værutsatte områder kan forsterkes av ytre effekter som økning i ekstremvær grunnet klimaendringer. For perioden 2014-2018, ble det nylig påpekt en sammenheng mellom dårlig vær og økt sannsynlighet for rapporterte rømmingsepisoder (Føre & Thorvaldsen, 2021). Hvilken effekt innkryssing av rømt laks har på bestandenes mulighet til å håndtere klimaendringer er i mindre grad kjent, og et område for pågående forskning, men innkryssing av oppdrettslaks som er mistilpasset et liv i naturen vil trolig svekke villaksens evne til å tilpasse seg høyere temperaturer (McGinnity mfl. 2009). Det å ivareta bestandenes genetiske integritet og variasjon ved å forhindre innkryssing er derfor også viktig for å forhindre at rømt oppdrettslaks forsterker negative effekter av klimaendringer (se kapittel 10).

Kunnskapsnivået om rømt oppdrettslaks har økt betydelig de siste årene, både gjennom økt overvåking i vassdragene og forskning, som har bidratt til å kartlegge effektene på ville laksebestander. Selv om det foreligger et betydelig økt datagrunnlag om graden av innkryssing i ville bestander, samt dokumentasjon av livshistorieendringer, vurderes kunnskapen om trusselen og dens langsiktige effekt fortsatt som moderat. Vi har kategorisert usikkerheten om framtidig effekt som moderat. Framtidig utvikling er vurdert ved modeller basert på studier av mekanismer og ekstrapolering fra forsøk over få generasjoner (Diserud mfl. 2012, 2013, Castellani mfl. 2018, Skaala mfl. 2019). Dokumenterte genetiske og livshistoriske endringer i ville bestander som over tid har hatt høye innslag av rømt oppdrettslaks (Bolstad mfl. 2017, Glover mfl. 2012, 2013, 2017, Karlsson mfl. 2016, Diserud mfl. 2017, Diserud mfl. 2019b, Diserud mfl. 2020, Wacker mfl. 2021), gir støtte til de modellbaserte forutsigelsene av utviklingen, selv om det kan være stor og foreløpig uforklart variasjon i effekt mellom bestander. Vurderingen i 2021 er den samme som i 2020.

⁹ www.utfisking.no

8.1.13 Menneskepåvirket predasjon

I tidligere trusselvurderinger har vitenskapsrådet inkludert kategorien menneskepåvirket predasjon, men denne er nå tatt ut av vurderingen som en egen påvirkning. Predasjonstrykk kan påvirkes av menneskelig aktivitet, for eksempel hvis aktiviteten endrer (1) forekomsten av predatorer, 2) forekomsten av alternative byttedyr, eller (3) tilgangen predatorer har til vassdraget. Eksempler kan være regulering av fiske og jakt på predatorer, eller introduksjon og spredning av fremmede predatorarter. Et eksempel på en aktivitet som endrer predatorenes tilgang til vassdrag kan være redusert isdekke om vinteren etter vassdragsreguleringer. Et annet eksempel er hvis inngrep i en elv fører til områder med stillestående vann hvor predator lettere kan angripe laks (Jepsen et al. 1998), eller påvirkninger som endrer byttedyrtilgangen til predatorer slik at de spiser mer laks (“prey switching”). Selv om dette kan være en reell påvirkning på laksebestander vil en slik dynamikk i de aller fleste tilfeller være en konsekvens av en annen menneskeskapt påvirkning (eksempelvis vannkraftregulering, fysiske inngrep eller fremmede arter), og inngår under trusselvurdering av disse. I en kommende egen rapport om predasjon fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning vil vi diskutere alle mulige komplekse sammenhenger mellom predatorer og laks, og argumentere for at det er påvirkningen som fører til økt predasjon som må forvaltes, og som er den reelle trusselen.

8.1.14 Klimaendringer

Endringer i klima er forårsaket av både naturlige svingninger og menneskeskapt påvirkning, men vi er nå inne i en periode der utslipp av klimagasser har større betydning for klimaet enn naturlig variasjon. For fremtidige klima opererer man med RCP (Representative Concentration Pathways) scenarier (IPCC 2014), som angir mulig fremtidig utvikling i utslipp av klimagasser. For få år siden betraktet man RCP 4.5 som det mest realistiske scenariet, men nå er RCP 8.5 antatt fremtidig utvikling (ICES 2017). Dette betyr at effekten av menneskelig aktivitet blir større enn tidligere antatt. I hvilken grad klimaendringer påvirker laks er gjennomgått i et eget kapittel i denne rapporten (kapittel 10). Fordi klimaendringer kan påvirke svært mange og ulike forhold i vassdragene (vannføring, vanntemperatur, vannkjemi) og kan gi storskala endringer i havøkosystemene, er det vanskelig å plassere denne faktoren langs de to aksene. Temperaturpåvirkede infeksjoner er allerede vurdert under “Andre infeksjoner påvirket av menneskelig aktivitet”. Det foregår omfattende forskning på temaet laks og klima, og det kommer stadig flere undersøkelser som knytter bestandsendringer til klimaindeksler eller endringer (se kapittel 10). Det har også kommet noen nye undersøkelser som peker på at endringer i vannføring i elvene, særlig forekomsten av klimadrevne lavvannsperioder, kan gi redusert lakseproduksjon (Parry mfl. 2018, Sundt-Hansen mfl. 2018 og Mantua mfl. 2010 for Stillehavslaks). Tørken sommeren 2018 som rammet mange vassdrag i Sør-Norge, kan være et eksempel på en slik utvikling.

Det er betydelig usikkerhet om den framtidige utviklingen, spesielt for den enkelte bestand. Det er fortsatt også usikkerhet knyttet til hvor og når laks fra ulike vassdrag oppholder seg i ulike havområder, men pågående studier vil gi økt kunnskap. Klimaendringer er til nå blitt plassert relativt lavt både langs risiko- og påvirkningsaksen, men vi har nå vurdert at risikoen er økt siden sammenhengene mellom særlig havklima og laksens vekst og overlevelse er bedre dokumentert. Antall rammede bestander og dermed risiko for ytterligere produksjonstap er derfor økt fra 2 til 3, og den geografisk utbredelse er økt fra 3 til 4 på påvirkningsaksen.

8.1.15 Fysiske inngrep

Fysiske inngrep inkluderer endringer i lakseens leveområder som følge av kanalisering, forbygning og terskelbygging med oppdemming. Bygging av dammer til vannkraft eller vanninntak behandles under henholdsvis regulering av vassdrag til kraftproduksjon og annen vannbruk. Faktoren ligger

relativt høyt langs påvirkningsaksen, men lavt langs risikoaksen. Som oftest er fysiske inngrep i vassdrag, og særlig kanalisering, terskler og tørrlegging av sideløp, negativt for lakseproduksjon. Det er først og fremst omfanget av slike tiltak som trekker opp på påvirkningsaksen. Svært mange av bestandene over hele landet er rammet, mens innførte restriksjoner på slike tiltak gjennom vannressursloven og pågående restaurering trekker faktoren nedover risikoaksen. Det har i de senere år blitt gjennomført betydelige restaureringstiltak i vassdrag som Mandalselva, Nidelva, Aurlandselva og Ekso. På den annen side har skadeflommer i de senere år medført at det gjennomføres betydelige flomverntiltak i flere vassdrag. Dersom det ikke tas spesielle hensyn, kan slike tiltak gi dårligere leveområder for laksefisk. Det finnes god kunnskap om hvordan flomverntiltak kan gjennomføres uten å gi redusert fiskeproduksjon (Pulg mfl. 2020), men denne brukes ikke alltid. I 2020 kom det en søknad til Fylkesmannen i Finnmark fra Kystverket om mudring og dumping for å bedre farleden inn mot havn ved munningen av Tana. Arbeidet er planlagt å starte opp i 2022, men per september 2021 er ikke søknaden ferdig behandlet. Munningsområdet er et nøkkelområde for tidlig overlevelse for laksesmolt fra Tanavassdraget. Kunnskapen om effekten av mange av de fysiske inngrepene er god, og usikkerheten om framtidig utvikling er liten.

Negative effekter av vassdragsinngrep kan i stor grad motvirkes gjennom vassdragsrestaurering og habitattiltak, og det finnes god kunnskap og verktøy for å gjøre dette (Pulg mfl. 2018). Fra 2021 har FN dedikert en tiårsperiode for restaurering av økosystemer, og i Norge jobber sektormyndighetene med en nasjonal strategi for restaurering av vassdrag. Det forventes at dette i årene fremover også vil gi økt oppmerksomhet om restaureringsprosjekter, som kan bidra til å bedre miljøforhold i laksevassdrag som er påvirket av ulike fysiske inngrep.

Vurderingen i 2021 er den samme som i 2020.

8.1.16 Pukkellaks

Pukkellaks er en fremmed fisk som kommer fra Stillehavet. De har blitt satt ut i elver rundt Kvitsjøen i Russland, og har deretter spredt seg (VRL 2018b, Mo mfl. 2018, Sandlund mfl. 2018). Forekomst av pukkellaks har lenge vært kjent i enkelte elver i Finnmark. Pukkellaksinvasjonen i mer enn 260 norske elver i 2017 og i 160 elver i 2019 (Berntsen mfl. 2020) viser at forekomsten av pukkellaks er i betydelig økning. I 2017 ble det registrert fanget 6 600 pukkellaks i sjø og elver i Norge, og i 2019 ble 20 000 pukkellaks registrert fanget. Tallene kan ikke direkte sammenlignes mellom de to årene, fordi pukkellaks først i 2019 var inkludert i offisiell fangststatistikk. Området med store antall pukkellaks i mange elver utvidet seg fra Øst-Finnmark i 2017, til å omfatte hele Finnmark og deler av Troms i 2019. Samtidig var det færre pukkellaks i elver i Sør-Norge i 2019 enn i 2017, men likevel flere enn noen gang før 2017. Pukkellaks har en streng toårig livssyklus og manglende innkryssing mellom år har gjort at det i Stillehavet er etablert egne oddetalls- og partallsbestander som skiller seg betydelig fra hverandre genetisk. I de russiske utsettingene ble det satt ut både oddetalls- og partallspukkellaks, men mens førstnevnte raskt etablerte seg i økende antall har sistnevnte ikke slått til i russiske elver på samme måte. Dette er grunnen til at pukkellaks forekommer i norske elver hovedsakelig i oddetallsår (Berntsen mfl. 2020). Selv om pukkellaksen i partallsår har forblitt mer fåtallig enn i partallsår, blir det likevel registrert noen pukkellaks i russiske og norske elver i partallsår, som i norske elver 2016 og 2018 (VRL 2019b). I 2020 ble det rapportert fanget 205 pukkellaks i sjølaksefisket og 47 i elvefisket, de fleste i Finnmark, men noen spredt i elver sørover til Rogaland¹⁰.

Per 3. november 2021 har det blitt registrert fanget mer enn 100 000 pukkellaks ved sportsfiske og utfiskingstiltak i norske elver. Tallene er ikke basert på fullstendige registreringer, så dette er et foreløpig minimumstall, men som viser en stor økning i antallet pukkellaks fra 2019 til

¹⁰ www.ssb.no

2021. Særlig i elvene rundt Varangerfjorden er det registrert store mengder pukkellaks, men også i andre elver i Troms og Finnmark, som i Tanavassdraget. Det ble fanget mer enn 10 000 pukkellaks i fire vassdrag (Vesterelva, der det er gjort størst uttak, var tallet over 20 000 pukkellaks) og mer enn 1000 pukkellaks i 17 vassdrag. Uttakene er hovedsakelig gjort med bruk av feller, garn og fra fisketrapper. Det er også registrert pukkellaks i elver i hele Sør-Norge.

Pukkellaks er ført opp på Artsdatabankens fremmedartliste fordi det er en art som kan etablere seg i elvene og gjøre skade på laks, sjøørret og sjørøye. De kan være svært tallrike. De kan være aggressive, og selv om de gyter før laks og sjøørret kan de forstyrre andre fisk i opptakten til gyttetida. Pukkellaks i store mengder kan også forstyrre og redusere verdien av laksefiske og annet fiske. All pukkellaks dør etter gyting og råtner i elvene utover høsten. Litt ekstra næringsstoff kan øke produksjonen av laksefisk, men i store mengder kan det medføre uforutsigbare endringer av hele elveøkosystemet. Det er lite kjent hvilke sykdommer pukkellaks kan bidra til å spre, men det er fare for at et stort antall individ av pukkellaks som beveger seg langs kysten kan bidra til å spre sykdommer. Dette vil særlig være relevant gitt det generelle presset rundt sykdommer som kommer fra oppdrettsnæringen. Et generelt trekk fra invasjonsbiologi er at det er en fare for at nye arter har med seg nye sykdomsorganismer. Det er lite trolig at dette gjelder pukkellaks, men kan ikke utelukkes. I tillegg vil svekkede og døende pukkellaks kunne bidra til oppformering av mer opportunistiske smittestoff.

Pukkellaksungene er kjent for å gå raskt ut i sjøen etter at de har brukt opp plommesekken, og vil i så fall trolig i liten grad konkurrere med ungfisk av andre laksefisk. Størrelsen på og betydningen av næringsinntak i ferskvann ser imidlertid ut til å variere mye mellom og innen elver (Veselov mfl. 2016 og referanser i denne). Pukkellaksunger har blitt funnet med mat i magen i norske elver, og Russiske forskere finner også at ungene kan spise og vokse noen uker før de går ut i sjøen (Veselov mfl. 2016). I så fall kan pukkellaksunger konkurrere med unger av andre laksefisk fram til de forlater elvene. En forutsetning for at næringskonkurransen skal gi negativ effekt er at det samlede matinntaket til pukkellaksungene fører til redusert tilgang til mat for andre laksefisk. Pukkellaksungene spiser fra starten av svært små organismer, som tidlige stadier av fjærmygg og døgnfluer, samt dyreplankton (Veselov mfl. 2016, Sandlund mfl. 2019). Om og i hvilken grad dette vil ha en effekt på andre laksefisk er avhengig av graden av diettoverlapp, som igjen er avhengig av hvilke stadier av laksefisk pukkellaksungene konkurrerer med (årsyngel eller parr). Ved lengre opphold i vassdragene før utvandring, slik det har blitt rapportert blant annet i vassdrag med innsjøer (Rogers & Burgner, 1967, Robins mfl. 2005), eller med lang vandringvei til sjøen (Levanidov & Levanidova 1957, McDonald 1960, Veselov mfl. 2016), kan pukkellaksunger eller smolt både spise mye (Veslov mfl. 2016) og overlape med årsyngel som kommer opp av grusen. I tillegg kan det være konkurranse om skjul, som også er viktig for pukkellaksyngel (Bailey mfl. 1975). Oppsummert er det betydelig usikkerhet om effekten av konkurranse mellom pukkellaksavkom og andre laksefiskunger.

Fra 1050-tallet satte russerne ut pukkellaks med opphav langt sør i Stillehavet. Noen av disse ble også fanget i Norge på 1960-tallet. Kanskje var de ikke tilpasset klimaet i nord, for de etablerte seg ikke i særlig grad i elvene, og da utsettingene sluttet i 1978 forsvant de. Senere satte russerne ut pukkellaks med opphav lengre nord i Stillehavet. Disse etablerte seg i elver rundt Kvitsjøen og på nordlige Kolahalvøya, og forekommer nå regelmessig i Finnmark. Etter at utsettingene sluttet i 2000, har fangstene av pukkellaks nordvest i Russland økt. Etter 2000 er det i gjennomsnitt fanget dobbelt så mye pukkellaks per år som i årene før. I 2017 var fangsten av pukkellaks åtte ganger større enn fangsten av laks i dette området (ICES 2018). Det ble registrert gyting i 20 elver i Finnmark i 2017. I samtlige av disse ble det våren 2018 funnet presmolt eller smolt fra gytingen, som viser vellykket gyting med god overlevelse av yngel gjennom vinteren (Muladal 2018). I 2019 ble det registrert gyting i 30 elver i Finnmark (Muladal & Fagard 2020). Våren 2020 ble det funnet presmolt eller smolt i sju av åtte undersøkte vassdrag i Finnmark og

Troms, som viste at det var suksessfull gyting med høy overlevelse av pukkellaksyngel fra gytingen også i 2019 (Muladal & Fagard 2020).

Vitenskapskomiteen for mat og miljø har gjort en risikovurdering av spredning og etablering av pukkellaks (VKM mfl. 2020). De konkluderte med at påvirkningen av pukkellaks på biologisk mangfold og økosystemer i norske elver og langs kysten avhenger av antall pukkellaks. Noen få pukkellaks vil trolig ha liten betydning, mens tusenvis av gytefisk kan ha stor effekt på lokale laksefisk, vannkvalitet og biologisk mangfold. De påpekte at etablering av pukkellaks i elver over større områder av Norge øker sannsynligheten for regelmessige, tallrike invasjoner i norske elver. De fant også at økende havtemperatur og reduksjonen i isdekket i Barents- og Nordishavet de siste 20 årene kan være gunstig for pukkellaks og være en årsak til det økende antallet i norske og russiske elver. Utviklingen med varmere havvann og redusert isdekke i havet kan være til fordel for pukkellaksens overlevelse i sjøen også i årene framover.

Kunnskapen om effekten av pukkellaks er dårlig og det er usikkert i hvor stor grad pukkellaks gir negative effekter på norske laksefisk (Gjelland & Sandlund 2012, Jensen mfl. 2013, VKM mfl. 2020). At pukkellaks ble inkludert i offisiell fangststatistikk fra 2019 vil bidra til økt kunnskap. For å bedre kunne overvåke utviklingen i årene som kommer, er det imidlertid behov for å forbedre fangststatistikken ved å skille mellom hva som fanges ved ordinært fiske, og hva som fanges ved ekstraordinært uttak gjennom tiltak i elvene. I noen elver har det blitt gjort uttak av et stort antall pukkellaks ved rettet fiske som tiltak. Svar på våre spørreskjema til Statsforvalterne (**vedlegg 1**) viser at det i 2019 varierte mellom elver om fisken som ble tatt ut ved slike tiltak var inkludert i fangststatistikken eller ikke. Både pukkellaks fanget ved ordinært fiske og ved ekstraordinære tiltak bør registreres i fangststatistikken, men hver for seg, så det kan skilles mellom dem. Vi vurderer den typiske effekten av pukkellaks på produksjonen av laks til lav (< 10 %), men understreker at dette er en faktor vi har liten kunnskap om på grunn av lite forskning og overvåking. Den samlede effekten på produksjon i trusselvurderingen blir relativt høy, fordi gytemoden pukkellaks har blitt påvist i et stort antall elver langs hele norskekysten i 2017 og 2019, og det er gjort relativt få tiltak, selv om det lokalt ble gjort en stor innsats med uttak av pukkellaks i enkelte elver. Det finnes i tillegg lite kunnskap om effekten av de ulike tiltakene. Risiko for ytterligere skade knyttet til pukkellaks er moderat ut fra mangel på planer for omfattende tiltak, moderat risiko for ytterligere produksjonstap av laks, og lav risiko for at laksebestander skal bli truet eller tapt. Vurderingen i 2021 er den samme som i 2020.

Vi gjør oppmerksom på at trusselvurderingen av pukkellaks i denne rapporten er gjort basert på tall til og med 2020. En vurdering som inkluderer situasjonen med den store økningen i pukkellaks i 2021 vil gjøres i neste årsrapport, når de endelige tallene foreligger og mer kunnskap er framskaffet.

8.1.17 Andre fremmede arter enn pukkellaks

Fremmede arter blir og har blitt introdusert utenfor sitt naturlige utbredelsesområde (Hesthagen & Sandlund 2007). Dersom disse artene etablerer levedyktige bestander, kan de ha en rekke effekter på de opprinnelige artene i området. De fremmede artene kan ha blitt flyttet til nye områder ved hjelp av mennesker (primær introduksjon), eller de har spredt seg videre fra en primær introduksjon ved egen hjelp (sekundær introduksjon). Fremmede fiskearter som kan påvirke laksebestander er blant annet regnbueørret (*Oncorhynchus mykiss*), pukkellaks (*Oncorhynchus gorbuscha*), ørekyt (*Phoxinus phoxinus*), sandkryper (*Gobio gobio*), gjedde (*Esox lucius*), sørv (*Scardinius erythrophthalmus*), suter (*Tinca tinca*) og hvitfinnet ferskvannsulke (*Cottus gobio*). Kunnskapen om effekten av disse artene på laks er relativt dårlig, og det finnes ingen full oversikt over spredningen og forekomsten i laksevasdrag. Pukkellaks var tidligere inkludert i vurderingen av fremmede arter. På grunn av den store invasjonen i 2017, 2019 og 2021 blir pukkellaks nå vurdert som en egen påvirkningsfaktor.

Gjedde ser ut til å være i aktiv spredning i mange områder (Hesthagen & Østborg 2004, Keliven & Hesthagen 2012), og kan dersom den etablerer seg i laksevassdrag påvirke laksebestandene ved å spise smolt og yngre livsstadier. Mange karpefisk kan spise yngel, opptre som næringskonkurrenter og bidra til en eutrofiering og medfølgende endring av vannkvalitet. Blant annet sørv er i aktiv spredning i mange områder, spesielt langs Skagerakkysten, og kan tenkes å etablere bestander i laksevassdrag (Nilssen & Wærvågen 2001, Hesthagen & Sandlund 2012, Kleiven & Hesthagen 2012). Spredningen skyldes mest sannsynlig bruk av sørv som levende agn. Hvitfinnet ferskvannsulke ble i 2014 for første gang oppdaget øverst i Namsenvassdraget (Heggberget mfl. 2015). Det er uklart om den har spredd seg dit ved egen hjelp, eller om spredningen skyldes menneskelig aktivitet. Klimaendringer kan føre til økt sekundær spredning av enkelte arter.

Regnbueørret er en art som oppdrettes i stort omfang, noe som kan føre til utilsiktet rømming. Rømmingsstatistikken for regnbueørret (Fiskeridirektoratet) viser stor variasjon fra år til år i antall rømte individer. Antallet rømt regnbueørret har de siste ti årene variert fra 133 000 regnbueørret i 2012 til 200 regnbueørret i 2013. I gjennomsnitt ble 32 400 regnbueørret rapportert rømt per år i perioden 2012-2020. I 2019 inngikk regnbueørret for første gang i offisiell fangststatistikk. I elvene ble det rapportert fanget 103 regnbueørret i 2019 og 81 i 2020 (SSB). Regnbueørret ble fanget i elver fra Vestfold i sør til Finnmark i nord. Flest ble fanget i Vestland, Nordland og Troms og Finnmark. I sjølaksefisket ble det rapportert fanget 31 regnbueørret i 2019 og 14 i 2020. Disse ble fanget fra Agder til Finnmark. Ved et vedvarende høyt antall rømte fisk er det økende fare for at regnbueørret etablerer seg i norske vassdrag (VRL 2011b). Om regnbueørret etablerer seg i norske vassdrag kan det få betydelige negative konsekvenser for opprinnelig fauna, og særlig for sjøvandrende laksefisk, som regnbueørret vil konkurrere med (VRL 2011b). I tillegg kan rømt regnbueørret være et reservoar for lakselus og en mulig smittekilde for sykdom.

Påvirkningsfaktoren fremmede arter ligger relativt lavt langs begge aksene. Der effekten på produksjon er anslått har den vært relativt lav. Vurderingen i 2021 er den samme som i 2020.

8.1.18 Miljøforhold i havet

Det er liten tvil om at forhold i havet har bidratt til redusert overlevelse og redusert innsig av smålaks til Norge i de senere år. Denne faktoren er imidlertid ikke vurdert som egen menneskeskapt trusselfaktor da vi mangler kunnskap om hvordan menneskelig aktivitet påvirker vekst og naturlig dødelighet for laksen i havet. De siste tiårene har havområdene i nordøst-Atlanteren blitt gradvis varmere (Dye mfl. 2013). Det finnes dokumentasjon på at endringer i vanntemperatur i havområdene der laksen beiter har påvirket fiskens vekst og overlevelse (VRL 2011b). Det er sannsynlig at disse endringene kan knyttes til klimaendringer, og behandles derfor under klima som trussel (kapittel 7.1.14). For endringene som er observert de siste tiårene er det vanskelig å skille effekt av menneskelig aktivitet fra naturlig variasjon, og det er dermed stor usikkerhet rundt hvordan utvikling blir på kort sikt (de neste par årene) (Dye mfl. 2013). Det er funnet støtte for at beiteforholdene i havet kan påvirke laksens vekst og overlevelse (VRL 2011b). Dette kan skyldes klimaendringer og påfølgende endringer i økosystemer, men også direkte effekter av menneskelig aktivitet som for eksempel fiske på viktige byttedyr for laks i havet. De nærmeste havområdene for norsk laks er Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet. Mengde og utbredelse av fisk og plankton i disse økosystemene varierer både på kort og lang sikt. I løpet av noen tiår er det observert tegn på lavere produktivitet i Nordsjøen (Clausen mfl. 2017), mens Barentshavet har hatt endringer i både fiskesamfunn og utbredelse av arter som følge av et varmere klima (Fossheim mfl. 2015).

I perioden 1995 til 2009 ble det observert en nedgang i mengden av dyreplankton i Norskehavet, da nivået var på ca. 40 % av langtidsgjennomsnittet for dataserien. Siden da har

planktonmengden økt og har de siste årene ligget rundt langtidsgjennomsnittet. I Norskehavet beiter pelagisk fisk som norsk vårgytende sild, kolmule og makrell. Disse artene er mulige næringskonkurrenter til utvandrende postsmolt og kan dermed ha innvirkning på laksens vekst og overlevelse i havet. Både makrell og norsk vårgytende sild har delvis overlappende diett med postsmolt, selv om det også er store forskjeller i fødevalget til postsmolt og de to andre artene (Utne mfl. 2021a). Gytebestandene av makrell, norsk vårgytende sild og kolmule har samlet sett avtatt fra drøyt 15 millioner tonn i 2017 til drøyt 11 millioner tonn i 2020 (ICES 2020). Samtidig har sommerutbredelsen av makrell og kolmule inn i islandsk og færøysk farvann avtatt de tre årene. Disse artene beiter nå hovedsakelig i de tradisjonelle beiteområdene i Norskehavet og i liten grad lengre vest. Selv om det vil kunne øke det romlige overlappet med post-smolt om sommeren har konkurranse med pelagisk fisk ikke en klar negativ påvirkning på overlevelse hos post-smolt (Utne mfl. 2021a).

I Barentshavet har loddebestanden vært redusert, og i løpet av de siste seks årene var det kun et kommersielt fiske i 2018. Også loddebestanden som beiter ved Island og Grønland har vært lav de siste årene, med et begrenset fiske vinteren 2021 og et stopp i fiske i 2019 og 2020. Lodde er antageligvis et viktig byttedyr for laks som har vært minst én vinter i sjøen.

Den biologiske produktiviteten i de kystnære farvannene i Sør- og Midt-Norge har blitt redusert de siste 15-20 årene, selv om forståelsen av denne utviklingen fremdeles er mangelfull. Planktonreduksjonen i Norskehavet frem til 2009 som nevnt over var større tett opp mot Norskekysten enn lengre vest i havet (Dupont mfl. 2017). Denne planktonreduksjonen kan ha påvirket overlevelsen til sildelarver langs kysten (Toresen mfl. 2019), som er viktige byttedyr for utvandrende post-smolt. De overraskende store mengder ung tobis langs deler av Vestlandskysten i 2019, som kan ha vært viktige byttedyr for utvandrende post-smolt, ble ikke observert langs kysten i 2020.

Havforsuring som følge av økt utslipp av menneskeskapt CO₂ kan ha negativ innvirkning på marine organismer. Det er ikke funnet direkte økologiske effekter som følge av havforsuring i norske havområder, men det er heller ikke foretatt systematisk overvåking av mulige biologiske effekter i norske havområder fram til i dag (Arneberg & Jelmert 2017). Det finnes undersøkelser som viser negative effekter av fremtidig forsuring, men nyere forskning tyder også på at mange arter og funksjonelle grupper har betydelig større evne til å tilpasse seg forsuringen enn tidligere antatt (se oversikt i Browman 2016). Forsuring kan påvirke laks i havet via påvirkning på laksens byttedyr (Mathis mfl. 2015) eller laksens atferd (Williams mfl. 2019). Havets innebygde bufferkapasitet mot endringer i pH gjør at havforsuring ikke antas å påvirke laks før tidligst om noen tiår.

8.2 Samlet vurdering

Rømt oppdrettslaks og lakselus er ut fra vurderingen de største truslene mot norsk laks (**figur 8.1** og **8.2**). Både rømt oppdrettslaks og lakselus har en stor negativ påvirkning på bestandene, og lakselus har den største risikoen for ytterligere skade. Både rømt oppdrettslaks og lakselus vurderes som ikke-stabiliserte bestandstrusler, ut fra høy plassering både langs påvirkningsaksen og risikoaksen. Rømt oppdrettslaks er en direkte trussel mot bestandenes genetiske integritet, og bidrar til redusert villaksproduksjon. Lakselus vil bare under høye infeksjonstrykk over flere år være en bestandstrussel alene, men i samspill med andre trusler, og spesielt rømt oppdrettslaks, kan lakselus true bestander. Antallet laksebestander som vurderes som kritisk truet på grunn av lakselus har økt de senere årene, ut fra kronisk høy dødelighet på grunn av lakselus i noen bestander over mange år, samtidig som en del gytebestander i disse områdene er svært fåtallige. Flere faktorer påvirker

disse bestandene, men det er sannsynlig at lakselus er hovedårsaken til at disse bestandene ikke kommer opp på et nivå der gytebestandsmål og normalt høstbart overskudd kan oppnås, selv etter mange år uten fangst. Risiko for at flere bestander blir kritisk truet eller tapt på grunn av lakselus vurderes som høy, på grunn av manglende tiltak, og en forverret situasjon i Sognefjorden og Sunnmøre.

Infeksjoner knyttet til fiskeoppdrett er også en betydelig bestandstrussel, med en høy plassering langs påvirkningsaksen og relativt høy risiko for ytterligere skade. Risiko for ytterligere skade ble vurdert som høyere ved årets vurdering enn tidligere, fordi få effektive tiltak er planlagt. Kunnskap om effekten er dårlig og usikkerheten om framtidig utvikling stor. Det er behov for mer kunnskap om slike infeksjoner. Manglende kunnskap kan medføre at infeksjoner knyttet til fiskeoppdrett er en trussel som undervurderes.

De andre store truslene mot laks er vannkraftregulering, andre fysiske inngrep og sur nedbør. Disse har lavere risiko for ytterligere framtidig redusert produksjon og tap av bestander enn de tre faktorene knyttet til fiskeoppdrett. Vannkraftreguleringer og andre fysiske inngrep er trusler mot laks, men det ikke er stor fare for forverring av situasjonen. Det er imidlertid mulig å gjennomføre mange flere tiltak for å redusere negative effekter av kraftregulering og andre fysiske inngrep. Metoder for å gjøre tiltak i berørte vassdrag er godt utviklet og tilgjengelige for de som ønsker å ta dem i bruk. Sur nedbør har på grunn av omfattende kalkingstiltak og reduserte utslipp liten risiko for ytterligere framtidig skade.

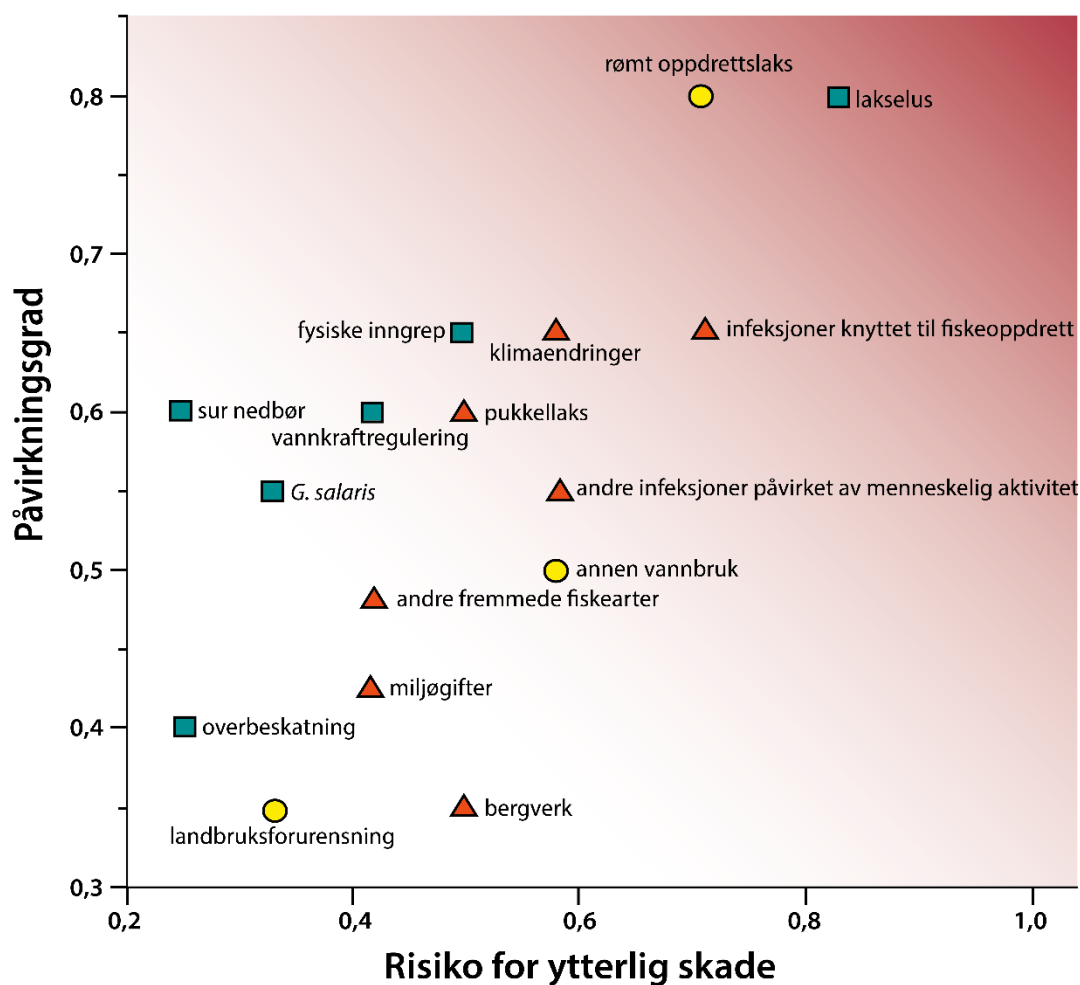
Pukkellaks er en trussel som de siste årene har vært under betydelig utvikling på grunn av markant økning antall og geografisk utbredelse av denne arten. Kunnskapen om effekten er mangelfull, særlig knyttet til konsekvensene av store mengder tilført næring når et stort antall pukkellaks dør etter gyting samt pukkellaksens potensielle rolle i spredning av sykdom. Usikkerheten om framtidig utvikling er derfor stor. For å redusere risiko for skade på villaks er det behov for nasjonale og internasjonale tiltak mot pukkellaks. Vi gjør oppmerksom på at trusselvurderingen av pukkellaks i denne rapporten er gjort basert på tall til og med 2020. En vurdering som inkluderer situasjonen med den store økningen i pukkellaks i 2021 vil gjøres i neste årsrapport, når de endelige tallene foreligger.

Annen vannbruk enn til kraftproduksjon, som til settefiskanlegg for lakseoppdrett eller kultivering, eller vanninntak til industri og landbruk, påvirker et større antall vassdrag enn det vi har hatt informasjon om før, og vurderes derfor som en større trussel enn ved tidligere trusselvurderinger. Parasitten *G. salaris* har vært en av de store truslene mot laks, men vurderes nå som en mindre trussel, fordi vellykkede utryddelsesaksjoner har medført at stedeagne bestander av laks kan gjenoppbygges i tidligere smittede vassdrag. Tiltakene har også begrenset risikoen for spredning til nye vassdrag. Infeksjoner knyttet til annen menneskelig aktivitet enn fiskeoppdrett (uten *G. salaris*, siden denne vurderes for seg), ligger nærmest de ikke-stabiliserte bestandstruslene, midt i diagrammet. Kunnskapen om slike infeksjoner er dårlig og usikkerhet om framtidig utvikling stor.

Klimaet er i rask endring, og klimaendring er vurdert som en større trussel enn ved tidligere vurderinger, både når det gjelder påvirkning og risiko for ytterligere endringer. Effekter av klimaendringer på laksebestander er vurdert i et eget kapittel i rapporten (kapittel 10). Trusselvurderingen gjøres for en tidsperiode på to til tre laksegenerasjoner fram i tid, og klima kan utgjøre en større trussel mot laksebestander på lengre sikt enn det som er vurdert her. Kunnskapen om effekter av klimaendring på laks og usikkerhet om framtidig utvikling er stor. Reduksjoner av karbonutslipp er nødvendige tiltak, og en global utfordring. For forvaltningen av laks er klimaendring en trussel som først og fremst øker betydningen av å ha store og genetisk variable laksebestander som er i stand til å møte de raske endringene. Trusler som rømt oppdrettslaks, lakselus, andre infeksjoner knyttet til lakseoppdrett, fysiske inngrep i vassdrag, negative effekter av fremmede arter, forurensing og andre blir enda større når de skjer i et endret klima. Klimaendringer

medfører at behovene for tiltak mot disse andre truslene øker. Det samme er tilfelle for effekter av regulering av vassdrag for kraftproduksjon, men regulering kan i en del tilfeller tilpasses slik at det bidrar til reduserte effekter av klimaendring.

Overbeskatning var tidligere en større trussel mot laks (VRL 2011c), men vurderes nå generelt til å ha en liten påvirkning på laksebestandene. Årsaken er god effekt av betydelige fangstrestriksjoner. Risiko for ytterligere skade er redusert med store innskrenkninger i fisket, inkludert stenging av fisket i Tanavassdraget og fjordene utenfor, fra 2021. En rekke andre faktorer ligger ned mot venstre hjørne i diagrammet og framstår dels som stabiliserte påvirkninger (miljøgifter, landbruksforurensninger og annen vannbruk) eller trusler som ennå ikke er spesielt aktive (fremmede arter) men som *kan* bevege seg opp og mot høyre i påvirkningsdiagrammet. Bergverk ligger også lavt i diagrammet siden det er få bestander som er berørt, men med risiko for ytterligere skade.



Figur 8.2. Plassering av de ulike trusselfaktorene i et påvirknings- og risikodiagram. Faktorene kan grovt kategoriseres etter systemet som er vist i **figur 8.1** og bakgrunnsfargen illustrerer alvorlighetsgrad (mørk farge mest alvorlig). Fargene på punktene symboliserer god kunnskap og lav usikkerhet om utvikling (grønn), moderat kunnskap og moderat usikkerhet om utvikling (gul) og dårlig kunnskap og stor usikkerhet om utvikling (rød).

9 SAMLET VURDERING AV STATUS FOR LAKS I 2021

9.1 Status for landet sett under ett

Innsiget av laks fra havet til Norge har avtatt. Tidlig på 1980-tallet kom det mer enn 1 million laks fra havet hvert år, mens de siste fem årene har gjennomsnittet vært på 515 000 laks. Innsiget er altså halvert i løpet av de siste 37 årene. I 2020 kom det ca. 553 000 laks fra havet, noe som er en økning fra året før. Innsiget har vært på et generelt lavt nivå de siste 14 årene, men med en svak økning fra bunnåret 2009 (380 000 laks).

Beskatningen av laks er halvert siden 1983, først på grunn av at drivgarnsfisket ble forbudt fra 1989, og deretter ved at fiskesesongen er blitt kortere og at færre fiskere deltar i sjølaksefisket (Mørkved & Krokan 1997, Prytz 1997, Fangel mfl. 2008). Etter 2009 er det innført ytterligere begrensninger i sjølaksefisket, ved kortere sesong og stans av fisket i store kystområder, og i elvefisket ved at vassdrag ble stengt for fiske, kortere sesong, kvoter og økt gjenutsetting. I 2019 var 110 laksevassdrag stengt for laksefiske. Av disse var 36 stengt fordi det er et svært lavt høstbart overskudd, 33 på grunn av manglende kunnskap om bestandsstatus, og for 28 vassdrag har vi ikke opplysninger om årsak. I 2020 ble to nye vassdrag stengt for fiske på Sunnmøre. Fra 2021 ble det gjort ytterligere reduksjoner i fisket som et resultat av strengere fiskereguleringer, både for sjølaksefisket og i mange elver. I de nye reguleringene for sjølaksefisket er det tatt enda større hensyn til små og sårbare bestander, noe som har medført at kilenotfisket har blitt stengt i alle kystområder og mange fjorder sør for Finnmark. I tillegg ble fisket stengt i Tanavassdraget, Tanafjorden og nærliggende sjøområder.

På 1980-tallet, da drivgarnsfisket pågikk, ble bare 20 % av lakseinnsiget igjen som gytefisk i elvene etter fangst, mens i 2018-2019 ble 60 % av laksen igjen som gytefisk. Den reduserte beskatningen har mer enn kompensert for reduserte bestander. Dette har medført at total mengde gytefisk i elvene har vært større i de senere årene enn noen gang før i de siste 37 årene. I femårsperioden 1983-1987 ble det beregnet at det i gjennomsnitt var ca. 194 000 gytefisk i elvene, mens det i den siste femårsperioden var ca. 292 000 gytefisk.

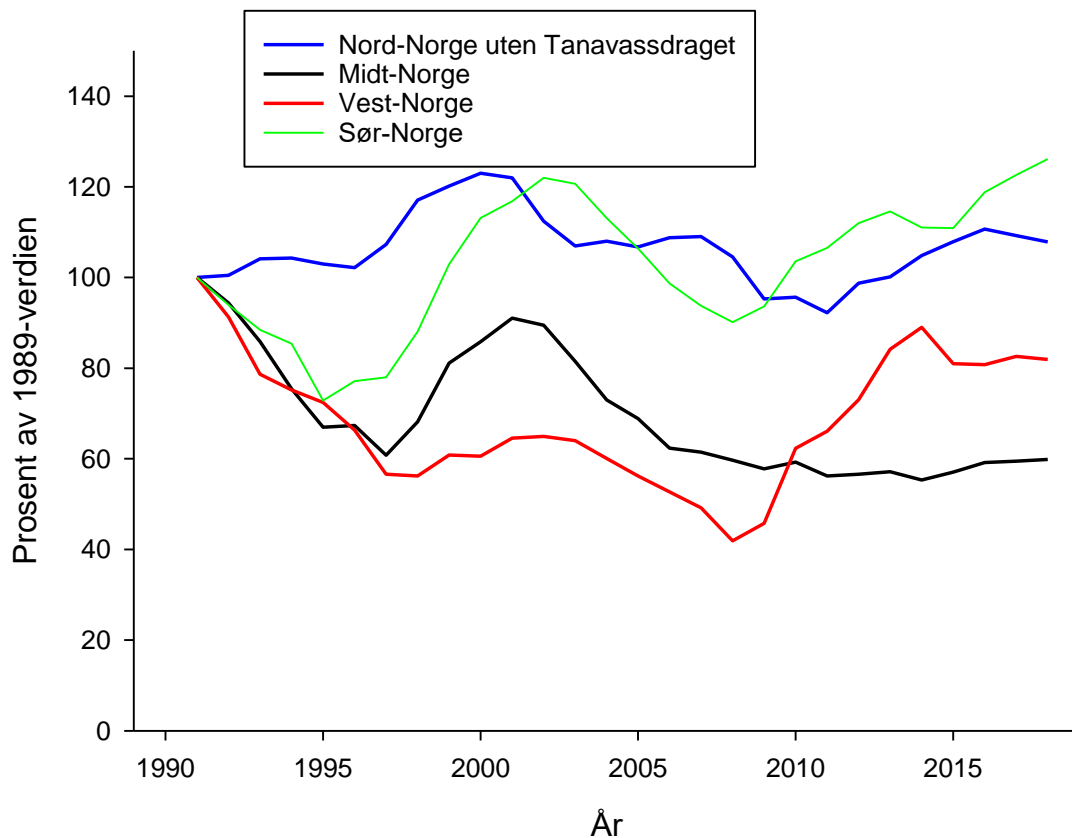
I perioden 2017-2020 hadde 92 % av de vurderte laksebestandene nådd eller nær nådd forvaltningsmålene. Dette betyr at de fleste elvene hadde nok gytefisk til at den naturlige kapasiteten til å produsere laksunger ble utnyttet. I 2019 sank måloppnåelsen noe i forhold til året før, for første gang siden 2006. Måloppnåelsen økte ikke igjen i 2020, men holdt seg på samme nivå som i 2019. Reduserte måloppnåelse skyldes redusert innsig og redusert høstbart overskudd i regionene Vest-Norge og Midt-Norge, og ikke økt beskatning. Redusert innsig av laks til Norge har medført at det høstbare overskuddet av laks som er tilgjengelig for fiske har blitt betydelig mindre. De årlige fangstene i sjø og elver har blitt redusert fra ca. 1500 tonn på 1980-tallet til 500-600 tonn i de siste årene.

Redusert mengde laks skyldes delvis at laksen har lav overlevelse i sjøen, som er et storskala mønster over store deler av laksens utbredelsesområde (Chaput 2012, ICES 2021). Kunnskapen om årsakene til redusert overlevelse er begrenset, men nedgangen har vært knyttet både til klimatiske forhold og tilgang til byttedyr (oppsummert i VRL 2014, Renkawitz mfl. 2015, Jonsson mfl. 2016, Utne mfl. 2021b). Økt alder ved kjønnsmodning etter årtusenskiftet har også bidratt til redusert lakseinnsig, målt i antall fisk (kapittel 3). I de fire siste årene var imidlertid alder ved kjønnsmodning mer lik situasjonen før årtusenskiftet. I tillegg til storskala endringer, så påvirker lokale og regionale menneskeskapt faktorer laksen i stor grad.

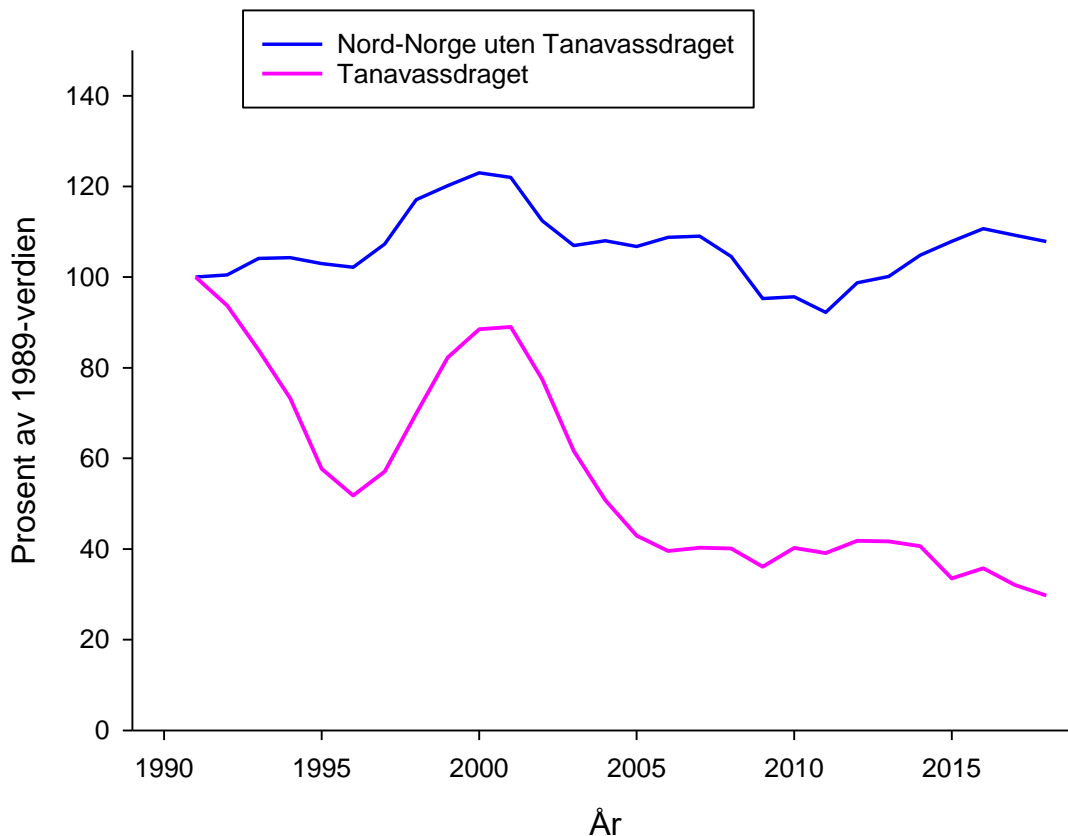
9.2 Status for laks i de ulike regionene av landet

I Nord-Norge (uten Tanavassdraget) har innsiget av laks vært relativt stabilt etter 1989, mens innsiget til Sør-Norge har økt, særlig etter midten av 2000-tallet (**figur 9.1**). Økningen i Sør-Norge kan knyttes til kalkingstiltak, bedre vannkvalitet og reetablering av laks i forsurede vassdrag på Sørlandet (Hesthagen mfl. 2011). I kontrast til utviklingen i Nord-Norge og Sør-Norge har innsiget av laks til Vest-Norge og Midt-Norge avtatt betydelig etter 1989. Vest-Norge hadde lenge den klart dårligste utviklingen i innsiget, men en økning i innsiget av mellomlaks og storlaks fra 2010 ga en bedring noen år, fulgt av en reduksjon, men stabilisering på et høyere nivå enn tidligere i perioden. Det var spesielt en storskala bedring i overlevelse for 2009-årgangen av smolt i vassdrag nord til Hustadvika som bidro positivt. I Midt-Norge fortsatte den negative utviklingen etter årtusenskiftet, og innsiget har etter 2007 vært stabilt lavt (i underkant av 60 % av innsiget i 1989). I både Vest-Norge og Midt-Norge er det sannsynlig at påvirkning fra den store oppdrettsaktiviteten har bidratt til reduksjoner i innsiget av laks, og nedenfor går vi nærmere inn på årsakene.

Mens innsiget av laks i resten av Nord-Norge har vært relativt stabilt, har innsiget til Tanavassdraget avtatt markant, og fra tidlig 2000-tallet vært mindre enn halvparten så stort som i 1989 (**figur 9.2**). Den negative utviklingen har fortsatt i de senere årene, og var i 2020 på laveste registrerte nivå for Tanavassdraget. Det er sannsynlig at laks fra Tanavassdraget beiter i de samme havområdene som laks fra andre vassdrag i regionen, og den avvikende dårlige utviklingen er derfor knyttet til lokale forhold i vassdraget eller nærområdet. Imidlertid synes sjøoverlevelsen til laks fra Tana og videre østover i Finnmark å ha vært lav i 2019 og 2020, og det er ekstra uheldig for et vassdrag som har så redusert bestand som Tanavassdraget. Flere av laksebestandene i Tanavassdraget har svært dårlig status, og overbeskatning er eneste kjente menneskelige påvirkning. Våren 2016 ble det etter mange år med forhandlinger vedtatt en ny avtale med Finland om fisket i Tanavassdraget som skal sikre en gjenoppbygging av bestandene. De nye fiskereglene i vassdraget ble innført fra fiskesesongen 2017, mens restriksjonene i sjølaksefisket ble innført fra 2018. Beskatningen ble redusert, og gjenoppbyggingen startet. Etter to år med særlig lavt innsig og forventninger om et svært lavt høstbart overskudd i 2021, ble det ikke åpnet for fiske i Tanavassdraget og i nærliggende sjøområder i 2021.



Figur 9.1. Utviklingen av lakseinnsiget fra havet til Sør-Norge (fra Østfold til og med Rogaland), Vest-Norge (Vestland), Midt-Norge (fra Stad til Vesterålen) og Nord-Norge uten Tanavassdraget (fra Vesterålen til grensa mot Russland) fra 1989 til 2020, gitt som prosent av 1989-verdien. Data er fra bevegelig femårs gjennomsnitt, slik at første verdien for 1991 er gjennomsnittet for årene 1989-1993, og den siste verdien for 2018 er gjennomsnittet for årene 2016-2020. Innsiget er gitt for alle størrelsesgrupper laks samlet.



Figur 9.2. Utviklingen av lakseinnsiget fra havet til region Nord-Norge (fra Vesterålen til grensa mot Russland) uten Tanavassdraget (blå) og utviklingen av lakseinnsiget til Tanavassdraget for fisk hjemmørende i Tanavassdraget (lilla) fra 1989 til 2020, gitt som prosent av 1989-verdien. Data er fra bevegelig femårs gjennomsnitt, slik at den første verdien for 1991 er gjennomsnittet for årene 1989-1993 og den siste verdien for 2018 er gjennomsnittet for årene 2016-2020. Innsiget er gitt for alle størrelsesgrupper laks samlet. Samme figur er også vist i kapittel 2.

9.3 Utviklingen i Vest-Norge og Midt-Norge og effekter av lakseoppdrett

Det er godt dokumentert at smittepress fra lakselus har bidratt til spesielt store reduksjoner i innsig av laks til både Vest-Norge og Midt-Norge, og det er også høyst sannsynlig at innkryssing av rømt oppdrettslaks har bidratt. I region Vest-Norge har laksen i over halvparten av de undersøkte bestandene stor innkryssing av rømt oppdrettslaks i genene (26 av 48 bestander), og bare fem av bestandene (10 %) hadde ikke spor av innkryssing (Diserud mfl. 2020). På strekningen fra Karmøy til Sotra var gjennomsnittlig innkryssing 16 %. Stor innkryssing av rømt oppdrettslaks kan ut fra tilgjengelig kunnskap (kapittel 4) ha gitt redusert smoltproduksjon, redusert sjøoverlevelse og endringer i sjøalder ved kjønnsmodning, spesielt for mange bestander i Vest-Norge, men også andre steder.

Smittepress fra lakselus er størst i Vest-Norge og Midt-Norge opp til Sør-Helgeland i Nordland (Grefsrud mfl. 2018, 2019, Johnsen & Karlsen 2021). Fra 2012 finnes det modellbaserte beregninger av dødelighet for utvandrende smolt fra alle lakseelvene i Norge (Kristoffersen mfl. 2018, Grefsrud mfl. 2018, Johnsen mfl. 2018, 2019, 2020, Johnsen & Karlsen 2021). Disse beregningene stemmer godt med våre tall for hvor mye laks som kommer tilbake til de enkelte elvene én til tre år etter utvandringen. Modellene er derfor gode verktøy både for å beskrive hvordan smittepresset endrer seg fra år til år, og hva slags effekt dødeligheten har på de enkelte

bestandene. Dessverre er kunnskapen dårligere lengre tilbake i tid. Men overvåkingen har vist at smittepresset har vært variabelt, men i perioder høyt siden 1990-tallet, særlig i Vest-Norge, men i perioder også sør i Midt-Norge (VRL 2012a, Finstad mfl. 2011, Thorstad mfl. 2014). For eksempel var smittepresset høyt utenfor Trondheimsfjorden i 2011 og 2012, noe som ga spesielt lite mellomlaks og storlaks til de store lakseelvene i fjorden i 2013 og 2014 (VRL 2015, Svåsand mfl. 2017).

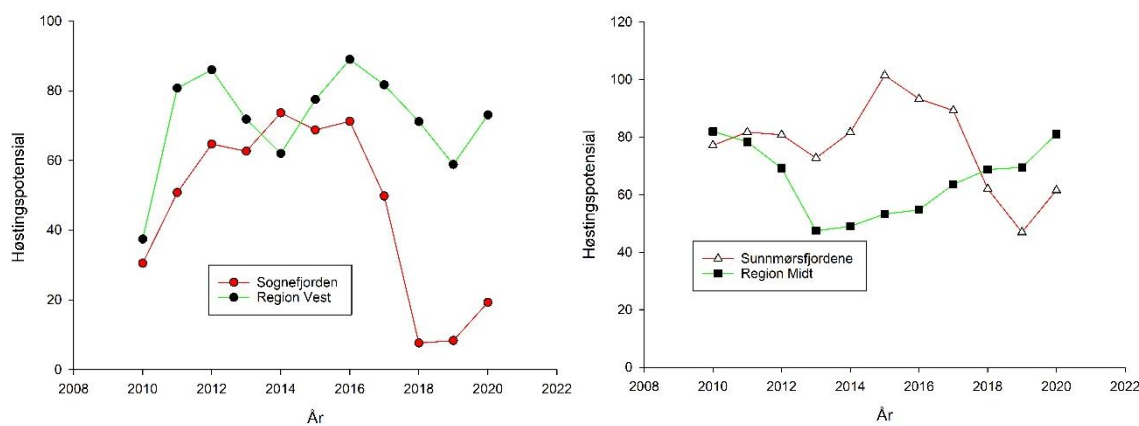
Dødeligheten på grunn av lakselus var relativt lav hos smolt fra de fleste bestandene i 2012 og 2013, men økte til et høyere nivå fra 2015, basert på resultatene fra modellene til Havforskningsinstituttet (Johnsen mfl. 2020, Johnsen & Karlsen 2021, kapittel 8). Dette har gitt økende effekter på lakseinnsiget i de siste årene. I tillegg til at antall bestander som var hardt rammet av lakselus har økt, har de hardt rammede områdene blitt større. Bestandene lengst inne i fjordene er aller hardest rammet. I de tre siste årene har det vært særlig høyt smittepress av lakselus i de mest oppdrettsintensive områdene på Vestlandet. Det var spesielt høyt smittepress i Sognefjorden og Sunnmøre i 2019, mens i 2020 var smittenivået fortsatt høyt i Sognefjorden og på Sunnmøre, men noe lavere enn året før. I 2020 var smittepresset høyere i Ryfylke og Hardangerfjorden. Foreløpige resultater fra 2021 tyder igjen at påslaget av lakselus på utvandrende laksesmolt var svært høyt både i Hardanger og Sognefjorden.

De tre siste årene har det vært en markant reduksjon i innsig og høstbart overskudd i bestander i indre deler av Sognefjorden og i flere bestander i Sunnmørsfjordene. Den dårlige tilstanden illustreres godt ved å sammenligne det høstbare overskuddet i disse områdene med gjennomsnittet i regionene (**figur 9.3**). I Sognefjorden, der det er bestander som er under reetablering etter behandling mot *G. salaris* eller har andre påvirkninger (vannkraftregulering og fysiske inngrep), har det vært høyt smittepress fra lakselus og det høstbare overskuddet har vært svært lavt eller manglende de siste tre åra. Fram til 2017 var det høstbare overskuddet i elvene i Sognefjorden relativt likt de andre bestandene i Vest-Norge, men fra 2018 ble overskuddet betydelig redusert sammenlignet med resten av Vest-Norge. Blant de åtte vurderte vassdragene i Sognefjorden var bestandsstatusen (oppnåelse av gytebestandsmål og høstbart overskudd) i 2019 og 2020 generelt god i de tre bestandene med store fiskeutsetninger (Årøyelva, Daleelva og Vikja) samt i Sogndalselva, og dårlig eller svært dårlig i resten. I 2019 var det fire bestander helt uten høstbart overskudd. Disse var Flåmselva, som også har vært negativt påvirket av en storflom og flomsikringstiltak, Aurlandselva, som er sterkt påvirket av vannkraft, Lærdalselva som er under reetablering etter behandling mot *G. salaris*, og Nærøydalselva, som er mindre påvirket av andre faktorer og som inntil 2017 hadde tilnærmet normalt overskudd. I 2020 var det et lite overskudd i Nærøydalselva, et minimalt overskudd i Lærdalselva og fortsatt ikke overskudd i Flåmselva og Aurlandselva. Kombinasjonen av generell lav sjøoverlevelse, svært høyt smittepress fra lakselus og andre påvirkninger gjør at bestandstilstanden har blitt kritisk i flere bestander i indre del av Sognefjorden. Flåmselva er hardest rammet, der det i 2019 bare ble sett 15 villaks under gytefiskteilingene. I 2020 ble det observert 56 gytefisk, men oppnåelsen av gytebestandsmålet var svært dårlig, selv om det ikke ble fisket. I Flåmselva har det ikke vært åpnet for ordinært fiske i noen av de 12 årene etter 2008 (to år med en måned sesong og gjenutsetting av all villaks).

Det andre området som har vært spesielt sterkt påvirket av lakselus i de siste åra er Sunnmørsfjordene. Bestandene i dette området hadde større overskudd enn resten av Midt-Norge fram til 2017, fulgt av en markant reduksjon i forhold til resten av regionen i årene 2018 til 2020. Det er variasjon i bestandsstatus blant de 18 vurderte bestandene på Sunnmøre, men mange har dårlig og svært dårlig status. Det var i 2019 svært god eller god status i fire bestander, moderat i to, dårlig i to og svært dårlig i resten (10 bestander). I fem av bestandene var det ikke noe høstbart overskudd, og svært dårlig oppnåelse av gytebestandsmålene (fra 2 % til 48 % oppnåelse). Situasjonen bedret seg noe i 2020, men fortsatt var åtte av de 18 samme bestandene i dårlig eller svært dårlig tilstand og det var fire bestander uten høstbart overskudd og en bestand med et

minimalt overskudd. I noen bestander har det vært rapportert om problemer med predasjon fra oter (van Dijk mfl. 2020), som kan ha stor effekt når innsiget er lite. Selv om det er variasjon i bestandsstatus mellom vassdragene, er Sunnmørsfjordene et nytt område der sterkt smittepress fra lakselus sammen med generelt lav sjøoverlevelse og andre lokale påvirkninger har presset bestandene nedover til svært lave nivå i de siste tre årene. I to av vassdragene (Barstadvikelva og Storelva i Søre Vartdal) har bestandene nærmest kollapset, med svært få gytefisk spesielt i 2019 (én mellomlaks sett under drivtelling i Barstadvikelva) men også i 2020 (20 gytefisk observert i Barstadvikelva). Fisket ble stengt i disse to vassdragene i 2020, og materiale fra Storelva og en mindre bestand i området som vi ikke vurderer årlig blir nå tatt inn i levende genbank på Herje.

Den dårlige bestandstilstanden i Sognefjorden og Sunnmøre kommer i tillegg til den mangeårige situasjonen med dårlig bestandsstatus og sterk påvirkning fra lakseoppdrett i Hardangerfjorden.



Figur 9.3. Høstingspotensial (bøstbart overskudd i prosent av normalt overskudd) i laksebestandene i Sognefjorden sammenlignet med resten av bestandene i region Vest-Norge (venstre figur) og tilsvarende sammenligning mellom bestandene i Sunnmørsfjordene og de andre bestandene i region Midt-Norge (høyre figur).

Basert på beregningene fra Havforskningsinstituttet (Johnsen mfl. 2019, 2020, Johnsen & Karlsen 2021) er det sannsynlig at effekten av lakselus på innsiget vil opprettholdes eller øke i de nærmeste årene. Videre vekst gjennom trafikklysordningen, unntaksbestemmelser i denne og gitte utviklingskonsesjoner samt økende utfordringer med både medikamentell og ikke-medikamentelle metoder for avlusing i oppdrettsanleggene (Sommerset mfl. 2021) tilsier at risikoen for at ytterligere bestander blir kritisk truet er høy.

10 EFFEKTER AV KLIMAENDRINGER OG RÅD OM TILPASNING AV FORVALTNING

10.1 Innledning

Klima er det typiske værmønsteret på et sted, som for eksempel gjennomsnittlig nedbørmengde, maksimums- og minimumstemperatur, eller hvor ofte det blåser kraftig. Fisken opplever klima gjennom miljøforholdene i elva eller sjøen der de lever. Vanligvis tenkes det på miljøforhold som temperatur og vannføring, og hvordan disse varierer gjennom året og mellom lokaliteter. Ekstremvær er vær som skjer sjelden, men som likevel kan ha stor betydning for fisk. For å definere noe som ekstremvær må vi relatere været til langtidsvariasjonen i vær. Ofte brukes det observasjoner over 30-års perioder for å definere hva som er normalvær og normalklima.

Klima påvirker alle faser av en fisks liv, enten direkte eller indirekte (Wootton 1998). Spesielt vanntemperaturen påvirker direkte alle fysiologiske prosesser hos en fisk. I tillegg påvirker temperatur, nedbør og avrenning indirekte fiskens tilgang til og bruk av leveområder i ferskvann, kystfarvann og hav (**tabell 10.1**). Klimaframskrivninger viser endringer i for eksempel temperatur og nedbør som påvirker en rekke ulike miljøforhold (Hoegh-Guldberg mfl. 2018). Fiskebestander kan enten tilpasse seg evolusjonært til slike endringer gjennom naturlig utvalg, eller gjennom at individet endrer seg i forhold til det miljøet den lever i løpet av dets levetid (også kalt fenotypisk plastisitet). Evolusjonære endringer ved at de individene innen en bestand som er best tilpasset de nye forholdene overlever og fører genene sine videre tar lang tid, mens individuelle justeringer kan skje raskt (Roff 2002, Stearns 1992, Williams mfl. 2021). Spørsmålet er om ulike bestander kan tilpasses seg klimaendringene raskt nok (Radchuk mfl. 2019). Dette gjelder både de klimaendringene som allerede har skjedd, og de som kommer til å skje i framtida.

Kunnskapen om hvordan ulike klimafaktorer påvirker laks i ferskvannsfasen er omfattende, mens det finnes mindre kunnskap om den marine fasen (Aas mfl. 2011, Finstad mfl. 2010, Jonsson & Jonsson 2009, 2011). De fleste studier av hvordan klima påvirker laksen mens den er i havet tester for statistiske sammenhenger mellom havtemperatur, sjøoverlevelse og vekst. Siden det er begrenset kunnskap om hvor og når laksen oppholder seg på ulike steder i havet så er slike undersøkelser usikre. Det er særlig mangel på kunnskap om mulige mekanismer som kan forklare de sammenhengene som finnes.

I dette kapitlet presenterer vi først beskrivelser av klimaet i Norge, og hvordan det er forventet å endre seg fram mot år 2100. Vi legger også vekt på hvordan klimatiske ekstremår, der klimaforhold avviker svært mye fra normalsituasjonen, kan arte seg. Videre har vi oppdatert kunnskapsstatus, hvilke utfordringer forvaltningen står overfor, og hva slags tiltak og tilpasninger som kan være nødvendige. Dette er en oppfølging av vår tidligere rapport om hvordan klimaendringer kan medføre utfordringer for lakseforvaltningen (VRL 2011). Kapitlet handler mest om laks, men vi har gjort en vurdering av sjørrett og sjørøye i egne avsnitt, siden endringer i klima kan påvirke de tre artene i ulik grad. Til slutt diskuteres utfordringer for lakseforvaltningen, og vi presenterer våre råd for hvordan forvaltningen kan tilpasses klimaendringer.

10.2 Klima i Norge

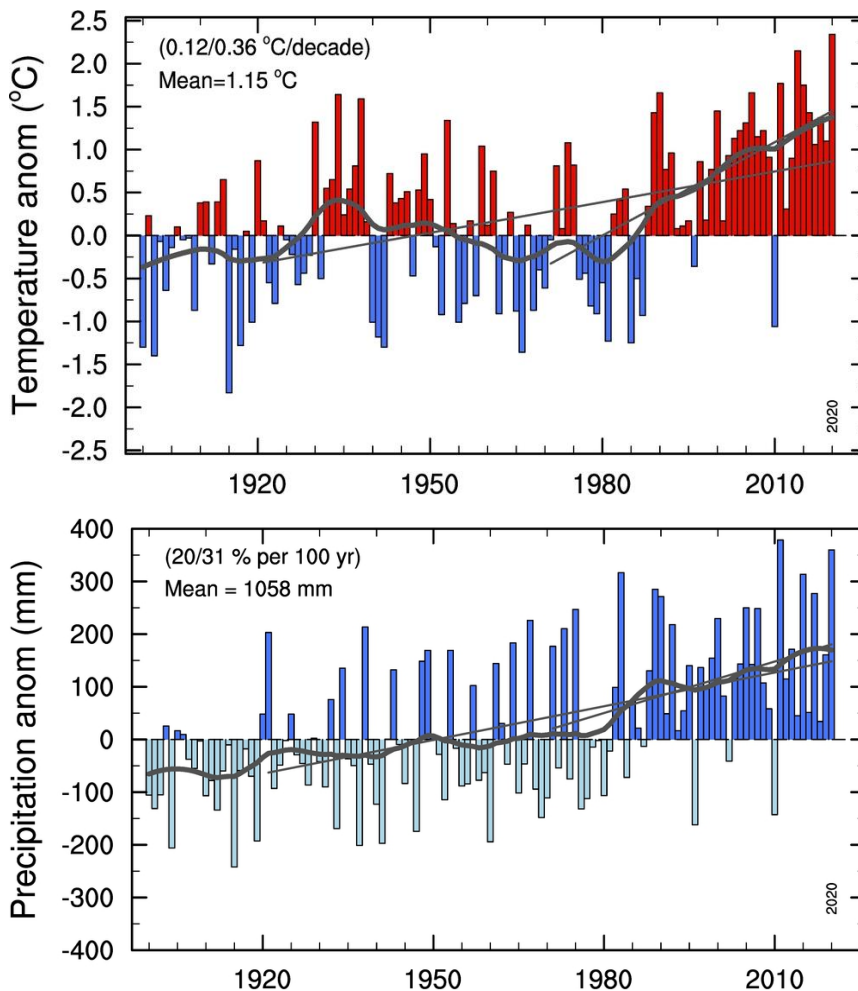
10.2.1 Klima i Norge - varmere og våtere

Fastlands-Norge ligger i «vestavindsbeltet». Svært ofte strømmer luftmasser fra Atlanterhavet i vest inn over Norges lange kyst, som strekker seg fra 58 til 71 °N. Store deler av Norge har derfor et maritimt klima. Innover i landet reduserer fjellkjedene den maritime innflytelsen. I indre deler av Østlandet og av Nord-Norge er derfor klimaet mer kontinentalt (Hanssen-Bauer mfl. 2015).

Utviklingen av årsmiddeltemperatur for fastlands-Norge siden 1900 viser mange likhetstrekk med utviklingen av den globale temperaturen, selv om temperaturvariasjonene i Norge fra år til år er langt større enn globalt. En lineær trend gir en temperaturøkning i Norge på 0,12 °C per tiår de siste 100 år. Dette er nokså nær økningen i global temperatur i den samme perioden. Oppvarmingen har foregått i to perioder, adskilt av en periode med avkjøling mellom 1938 og 1970. De siste 50 årene har temperaturen økt med 0,36 °C per tiår (**figur 10.1**). Samtidig har nedbørmengden økt med 20-31 % (lenke til tilsvarende figur [her](#)¹¹).

Klimaendringer kan også føre til endringer i tidspunkt for islegging og isgang på innsjøer. En ny analyse av isdata fra 101 norske innsjøer viser en tydelig endring i både tidspunkt for isgang (tidligere) og islegging (seinere) spesielt i de siste tiårene (L'Abée-Lund mfl. 2021).

En følge av pågående klimaendringer er også endringer i vannkvalitet, både i elvene og i kystsonen. En effekt av økt temperatur og dermed økt omsetning i vegetasjon og jord på land er økt transport av partikulært og løst organisk materiale i vann. Dette kan medføre nedslamming og forringelse av habitatet til ung laksefisk. En tydelig effekt er også at elvevannet blir brunere (Frigstad mfl. 2020). Det samme skjer med vannet i kystsonen. Dette medfører at lyset ikke når så langt ned i kystvannet, noe som endrer primærproduksjonen. Dårligere sikt kan også ha negative effekter på dyr som bruker synet når de søker etter mat (slik som for eksempel laks). Dette vil gjelde både i ferskvann og i kystsonen.



Figur 10.1. Observerte årlige temperatur- og nedbøravvik siden 1900 relativt til 100-års middel fra 1901-2000. Trendlinjene (i grått) viser lineære trender for de siste 100 og 50 år. Grafikk: Helge Drange, <https://folk.uib.no/ngfhd/Climate/climate-tnor00.html>. Data er fra eKlima, Meteorologisk Institutt.

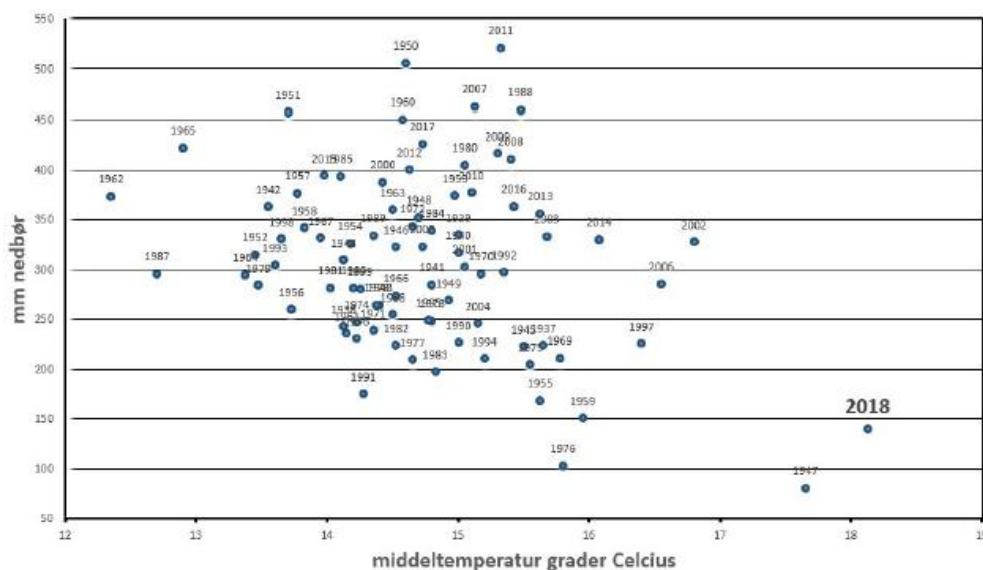
¹¹ https://folk.uib.no/ngfhd/Climate/Figs/0-00_p-1000px.jpg

10.2.2 Ekstremåret 2018 - og mulige framtidige ekstremår

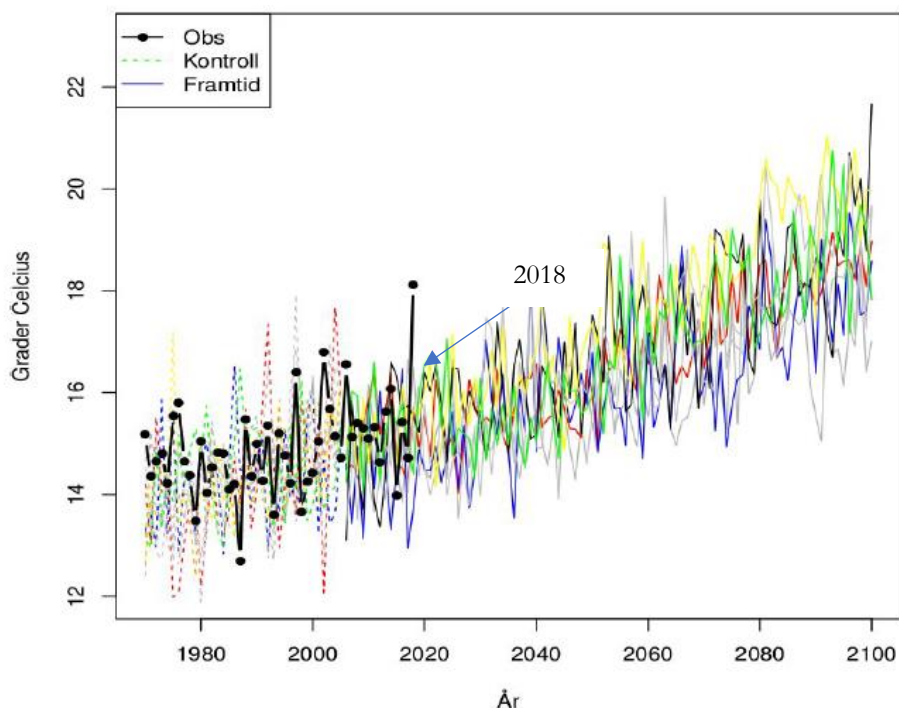
Klimaet i Norge er i endring (Hanssen-Bauer mfl. 2015). Analyser av utviklingen i utvalgte vassdrag viser at klimaendringene fører til endringer i vassdragene (Moe mfl. 2018). I perioden 1980-2016 økte lufttemperaturen i alle regioner, og nedbørmengden hadde også økt de fleste steder sammenliknet med normalperioden 1961-1990. Utviklingen i avrenning og vannføring i perioden 1980-2015 var mer varierende, trolig på grunn av økt fordampning i et stadig varmere klima.

Enkelte år oppstår klimaforhold som avviker svært mye fra normalsituasjonen. Når det som betegnes som normalsituasjonen er i endring, for eksempel som følge av global oppvarming, vil også det som betegnes som ekstremår endres. År som tidligere ble betegnet som ekstremår blir da del av normalen. Sommeren 2018 var uvanlig varm og tørr i store deler av Norge, spesielt i Sør-Norge og særlig i mai og juli (Skaland mfl. 2019). Tørken varte fra mai til begynnelsen av august. På Oslo-Blindern målestasjon var middeltemperaturen for mai-august mye høyere enn det tidligere rekordåret 1947 (**figur 10.2**). Fordampningen ble dermed høy og i tillegg kom det svært lite nedbør (**figur 10.3**).

Den uvanlig varme og tørre sommeren 2018 i Sør-Norge kan ha vært en første smakebit av den nye normalen. Ifølge Skaland mfl. (2019) er risikoen for å få en hetebølge som den vi hadde i 2018 i Nord-Europa funnet å være mer enn dobbelt så stor med menneskeskapte klimaendringer som den ville vært uten disse. Framskrivninger viser at den ekstreme sommertemperaturen i 2018 trolig vil være normalen i 2080-2090 (Skaland mfl. 2019). Tilsvarende store ekstremavvik fra normalen i 2085 som i 2018 vil gi en middeltemperatur om sommeren på 21 °C, det vil si 3 °C høyere enn i 2018. I år med like lite nedbør blir tørken enda mer ekstrem enn i 2018, på grunn av den store fordampningen.

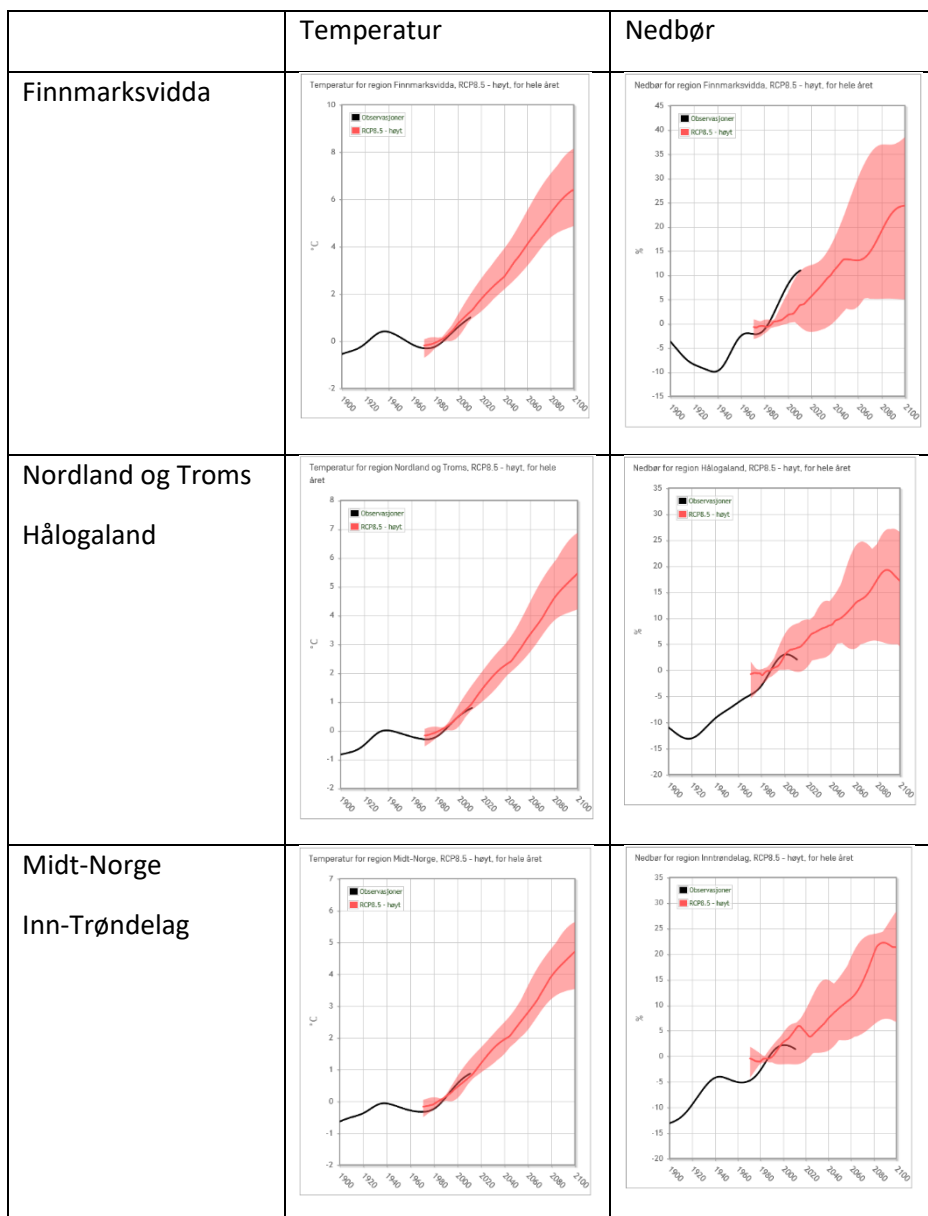


Figur 10.2. Forholdet mellom temperatur og nedbør for sommermånedene ved Oslo-Blindern i perioden 1937-2018. Kilde: (Moe mfl. 2019, Skaland mfl. 2019).

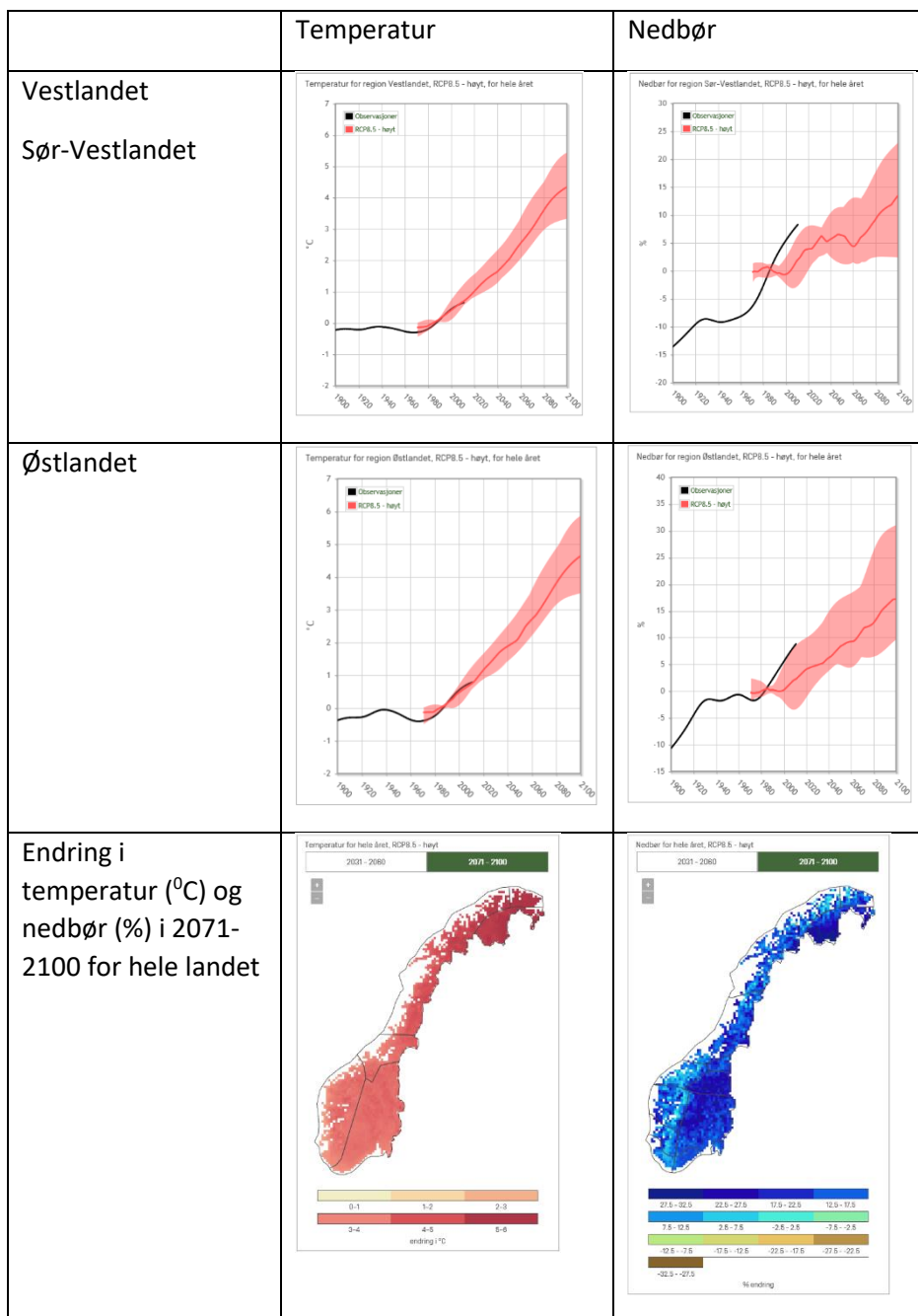


Figur 10.3. Forventet middeltemperaturen for sommermånedene ved Oslo-Blindern fram til 2100. Svarte symboler viser målte middeltemperaturer i perioden 1970-2018. De ulike fargene viser forventninger basert på ulike utslippsscenarioer. Kilde: Moe mfl. (2019), Skaland mfl. (2019).

Regionale framskrivninger av klima til 2100 på årsbasis, basert på en mulig framtidig utvikling i utslipp kalt RCP8.5, det vil si med dagens utvikling i utslipp videre framover, viser at temperaturen trolig vil øke markant (4-6 °C) fra 1980-1990 og fram til 2100 i alle landsdeler (**figur 10.4 og 10.5**). Under et høyt utslippsscenario (RCP8.5) vil temperaturen i den nordlige halvdelen av Norge øke med 4,9-6,1 °C. Nedbøren vil øke med rundt 20-25 %, men framskrivningene for nedbør viser en stor modellusikkerhet mellom 5 og 35 % ved slutten av århundret. Endringen i temperatur fram mot 2100 øker nordover og er størst i Troms og Finnmark (5-6 °C). Endringen i nord er størst for vinteren. Den prosentvise endringen i nedbør er størst i de nordlige områdene på Østlandet og i de indre områdene i Troms og Finnmark. Det vil si at nedbørfeltene til lakselvne Altaelva, Tanaelva og Pasvikelva er blant dem som vil få de største endringene på årsbasis i både temperatur og nedbør.



Figur 10.4. Observert og framtidig utvikling i middel årstemperatur og årsnedbør fra 1900 fram mot 2100 for tre regioner. Svart linje viser observert (Gauss-filtrert) avvik fra normalen. Rød linje viser modellmedian med modellusikkerhet (rødt felt). Kilde: [https:// klimaservicesenter.no/](https://klimaservicesenter.no/)



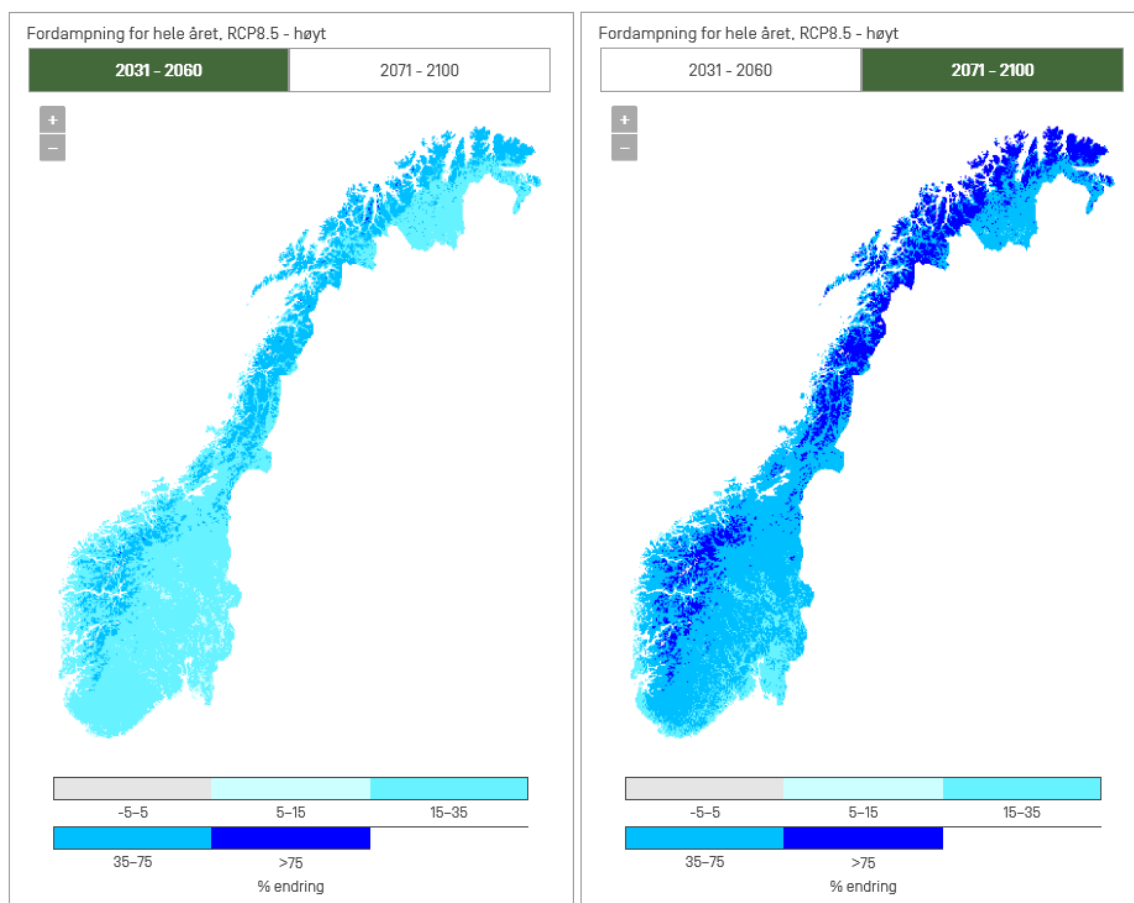
Figur 10.5. Observert og framtidig utvikling i middel årstemperatur og årsnedbør fra 1900 fram mot 2100 for to regioner. Svart linje viser observert (Gauss-filtrert) avvik fra normalen. Rød linje viser modellmedian med modellusikkerhet (rødt felt). I tillegg vises forventet endring i temperatur (°C) og nedbør (prosentvis) i perioden 2071-2100 for hele landet Kilde: [https:// klimaservicesenter.no/](https://klimaservicesenter.no/).

Økt temperatur om sommeren fører til økt fordamping. Forventet endring av fordamping kan beregnes for hele landet under ett og for de to periodene 2031-2070 og 2071-2100 (**figur 10.6**). Referanseperioden for framskrivningen er årene 1971-2000. Endringene på årsbasis er markante allerede i den første perioden, i 2031-2060, ved at så godt som alle områder forventes å få mer enn 15 % økt fordamping. Økningen vil være størst i Nord-Norge og i fjellområdene på Vestlandet (mer enn 35 %). For den siste perioden, 2071-2100, vil endringene kunne være større enn 75 % i

disse områdene og større enn 35 % for øvrige områder, med unntak av kystområder i Sør-Norge og en del av Østlandet (15-35 %). Modellen som er brukt for å beregne endringer i fordamping, gir trolig et for høyt tall (Huang mfl. 2019), kanskje opp mot 10 % for høyt (S. Beldring, NVE, pers. medd.), men effekten på avrenning sommerstid vil uansett være betydelig de neste tiårene.

Basert på disse vurderingene kan vi anta at avrenningen vinterstid vil øke, mens avrenningen om sommeren avtar markant. Disse endringene vil forsterkes fram mot århundreskiftet. Avrenning om vinteren øker på grunn av økt nedbørmengde og høyere temperatur. Det vil gi flere perioder med mildvær, regn og snøsmelting om vinteren og tidligere snøsmelting. Nedbøren øker sommerstid, men tidligere snøsmelting og økt fordamping reduserer avrenningen. For året sett under ett jevner det seg ut og det vil kun være mindre endringer i årene framover (Hanssen-Bauer mfl. 2015), men for fisk har sesongendringene stor betydning.

Tidligere snøsmelting vil arte seg ulikt mellom regioner og mellom vassdrag. For vassdrag med en stor andel høyereliggende områder i nedbørfeltet vil høy vannføring sommerstid på grunn av snøsmelting gradvis erstattes av snøsmelting og høy vannføring om våren. Vassdrag i lavereliggende områder vil gradvis miste vårflommen fordi mye snøsmelting vil skje om vinteren. Mange av framskrivningene som omtales her gjelder for hele året og er middeltall. Som figurene for temperatur og nedbør viser (**figur 10.4 og 10.5**) så øker usikkerheten betydelig framover mot 2100. Men det er liten tvil om hvilken retning utviklingen går i. Det er grunn til å understreke at det som i dag anses som ekstremforhold trolig blir mer normalt i årene framover, og at ekstremperioder i framtida kan bli langt mer kritiske for laksefisk enn dagens ekstremperioder.



Figur 10.6. Scenarier for fordamping som prosentvis endring for perioden 2031-2060 (venstre) og for 2071-2100 (høyre). Referanseperioden er 1971-2000.

10.2.3 Framtidig klima i Norge

Hvordan klimaet i Norge vil utvikle seg videre er først og fremst avhengig av hvor mye klimagass som slippes ut til atmosfæren de neste ti årene. FN's klimapanel benytter seg av scenarioer som beskriver hvordan samfunnet vil utvikle seg i årene som kommer. Hvor mye klimagass som vil bli sluppet ut globalt er i stor grad avhengig av den globale sosio-økonomiske utviklingen. CO₂-konsentrasjonen i atmosfæren nærmer seg nå 415 ppm (Global Carbon Project, carbon budget 2020, <https://www.globalcarbonproject.org>).

Her vil vi i korte trekk beskrive hvordan klimaendringer i Norge forventes å utvikle seg under forutsetning av høye klimagassutslipp (RCP8.5¹²). Vi legger til grunn at de globale klimagassutslippene fortsetter å øke med samme hastighet som i de siste tiårene siden 1960. Dette valget er gjort fordi Regjeringen i Stortingsmeldingen om Klimatilpasning sier at en for å være «føre var» skal legge til grunn høye klimagassutslipp fra de nasjonale klimaframskrivningene når konsekvensene av klimaendringer vurderes (Hisdal mfl. 2017).

10.2.3.1 Temperatur og nedbør

Klimaframskrivninger viser en økning i årsmiddeltemperaturen for Norge på ca. 4,5 °C på 100 år for utslippsscenario RCP8.5 (spenn: 3,3 til 6,4 °C). For deler av Finnmark beregnes en oppvarming på mer enn 6 °C, mens oppvarmingen på Vestlandet beregnes å ligge nær den globale middelveien på 3,7 °C. Størst oppvarming beregnes om vinteren, minst om sommeren (Hanssen-Bauer mfl. 2015)

Både årsnedbør, antall dager med kraftig nedbør og nedbørsmengden på dager med kraftig nedbør beregnes å øke. Klimaframskrivningen viser en økning i årsnedbør for Norge på 18 % mot slutten av århundret, en dobling av dager med kraftig nedbør og en økning i nedbørsmengden på dager med kraftig nedbør på 19 %. Foreløpige analyser tyder på at økningen i intens nedbør for kortere varigheter enn ett døgn, kan bli større (Hanssen-Bauer mfl. 2015). Kombinasjonen av lengre perioder med lite nedbør (tørke), påfulgt av perioder med kraftig nedbør, kan lokalt også medføre sure episoder (surstøt). Dette kan forsterkes av perioder med skogbrann.

10.2.3.2 Høyere temperatur øker faren for tørke om sommeren

Om sommeren vil faren for tørkeperioder øke til tross for en generell økning i nedbørsmengden. Tørke kjennetegnes av underskudd på markvann, lav grunnvannstand og lange perioder med lav vannføring. Selv om vi kan få noen vinterhalvår med mye snø i fjellet, vil snøsmeltingen generelt skje tidligere enn før, og dermed vil det renne mindre vann i vassdragene om sommeren (reduksjon: ~20-35 %). Samtidig vil fordampningen øke på grunn av en generell økning i temperaturen, og vi vil oppleve flere dager med varmt vær (Hanssen-Bauer mfl. 2015). Generelt betyr det at risiko for flere dager med tørke og skogbrannfare vil øke. Den uvanlig varme og tørre sommeren 2018 i Sør-Norge kan ha vært en første smakebit av den nye normalen. Ifølge Skaland mfl. (2019) er risikoen for å få en hetebølge som den vi hadde i 2018 i Nord-Europa funnet å være mer enn dobbelt så stor med menneskeskapte klimaendringer som den ville vært uten¹³.

10.2.3.3 Mer og mer vann, hyppigere og større flommer

En varmere atmosfære kan holde på mer vanndamp. Det betyr at når det først begynner å regne, vil det regne mer intenst. En generell temperaturøkning vil føre til en økning i nedbørsmengde på omtrent 5-15 % i Norge i 2040. Om vinteren vil nedbøren oftere falle som regn istedenfor snø, mens om sommeren kan vi forvente mer bygevær med intense regnskyll. Mer intens nedbør i form

¹² RCP8.5: RCP = representative concentration pathway; 8.5 betyr en ekstra varmeeffekt på 8,5 Watt per kvadratmeter ved yttersiden av atmosfæren.

¹³ <https://www.worldweatherattribution.org/attribution-of-the-2018-heat-in-northern-europe/>

av regn istedenfor snø vil føre til at det vil være større vannmengder i vassdragene om vinteren. Denne økningen kan ligge på omtrent 20-50 % i 2040. Generelt vil mindre snø på fjellet og mer intens nedbør føre til en økende fare for flom på Vestlandet, mens det på Østlandet kan bli en forsiktig reduksjon. Generelt beregnes størrelsen på regnflommer å øke, mens smeltevannsflommer vil avta på sikt.

Høyere temperatur fører til at flomtidspunktet forskyver seg mot tidligere vårflom, samtidig som faren for flommer sent på høsten og om vinteren øker. I de store vassdragene dominert av snøsmelteflom i innlandet, er det forventet en reduksjon i vårflommene på opptil 50 %. I vassdrag som i dag domineres av regnflom, forventes flomstørrelsene å øke med opptil ca. 60 %. Flere og kraftigere lokale, intense regneepisoder forventes å skape særlige utfordringer i små, bratte elver og bekker og i urbane strøk.

10.2.3.4 Breer

Breenes massebalanser i Norge styres stort sett av vinternedbør i form av snø og temperaturen om sommeren. Varme og tørre somre kan føre til betydelig issmelting. Analyser tyder på at de store isbreene i Norge fram mot 2100 kan bli redusert til en tredjedel av dagens volum og areal selv med et middel utslippsscenario (RCP4.5), mens kun noen av de høyest beliggende små breene fortsatt vil finnes. Globale målinger viser også et betydelig tap av is, og at tapsraten synes å øke (Hugonnet mfl. 2021). Etter en periode med nedsmelting og høyere vannføring vil dagens breelver ha liten eller ingen sesongpåvirkning fra bresmelting. Hovedtyngden av disse endringene vil skje etter 2050 (Hanssen-Bauer mfl. 2015). Tilsiget av vann fra breer vil derfor avta i slutten av perioden, og for enkelte vassdrag vil det bli helt borte (Koestler mfl. 2019).

10.3 Effekter av klimaendring på laks

10.3.1 Ferskvann

Klimaendringer, og spesielt temperaturendring, i ferskvann kan på kort sikt direkte påvirke laksens atferd, fysiologi, livshistorie, gytetid, eggutvikling, klekkesidspunkt, tidspunkt for når plommesekkvingelen kommer opp av grusen, vekst og størrelse og alder ved utvandring (Aas mfl. 2011, Jonsson & Jonsson 2009, 2011).

Vannføring og vanntemperatur er viktige miljøfaktorer for laks og all annen fisk (Wootton 1998). Vanntemperatur påvirker hastigheten på alle de fysiologiske og biokjemiske reaksjonene i fiskekroppen, noe som er en viktig årsak til at klimaet påvirker fiskenes utviklingshastighet, vekst og livshistorietrekk knyttet til dette. Endringer i vanntemperatur og vannføring kan også påvirke atferd (Kennedy & Crozier 2010, Manhard mfl. 2017, Tillotson & Quinn 2018). Spesielt vil sesongendringene i temperatur og vannføring påvirke tidspunktet for utvandring fra elva til sjøen hos smolt (Harvey mfl. 2020, Jonsson & Ruud-Hansen 1985, Kennedy & Crozier 2010, Otero mfl. 2014), og kan medføre at smolten kommer ut i sjøen på et mindre gunstig tidspunkt. Lavere vannføring under utvandringen kan også medføre økt risiko for å bli spist av rovfisk og andre predatorer. Endringer i vannføring og vanntemperatur vil også føre til endringer i tidspunkt for oppvandring i elvene om sommer og høst, og trolig også i tidspunkt for gyting (Jonsson & Jonsson 2009, Thorstad mfl. 2011). Studier av stillehavslaks antyder imidlertid at det er stor variasjon i hvordan ulike bestander av laks møter slike klimaendringer (Kovach mfl. 2015).

Vannføringsendringer kan i tillegg påvirke bestandene gjennom forandringer i utnyttbart areal og dermed fisketetthet, mattilgang og gytemuligheter. Alle disse faktorene er derfor viktige for bestandenes rekruttering, tetthet og både bestandens og individenes vekst. Dermed påvirker de også vassdragenes bærekapasitet, altså hvor mye laks de kan produsere, gjennom tilgang på territorier.

Indirekte påvirker klimaet laksebestandene ved effekter på konkurrenter, predatorer, parasitter, sykdomsorganismer og vannkvalitet med følger for bestandenes tetthet og utbredelse (Finstad mfl. 2010, Jonsson & Jonsson 2009). Fisk og smittestoff har temperaturintervaller som er gunstige for overlevelse og formering. Ved klimaendringer vil både oppdrettet og vill laksefisk oppleve temperaturer som er utenfor det gunstige området, noe som igjen kan påvirke immunologiske og fysiologiske funksjoner som er nødvendige for å bekjempe sykdommer.

Høye temperaturer påvirker også oksygeninnholdet i vann. I hvilken grad en fiskeart er i stand til å dekke oksygenbehovet sitt i et gitt miljø er avgjørende for om arten kan overleve i miljøet. Misforholdet mellom tilgang på og behov for oksygen oppstår ved overskridelse av en kritisk temperatur (Pörtner & Knust 2007). Ved en klimaendring er effektene komplekse og uforutsigbare fordi flere miljøforhold i tillegg til temperatur vil endre seg samtidig og gi ulik respons. Den aerobe kapasiteten er avhengig av både respirasjonssystemets og sirkulasjonssystemets funksjon, og evne til å tilpasse seg endringer i oksygenbehov og oksygentilgang på kort og lang sikt. I et varmere klima vil stoffskiftet, og dermed også behovet for oksygen, øke. Samtidig vil økt vanntemperatur redusere oksygenmetningen/oksygeninnholdet i vann.

Gjellene hos fisk er et komplekst organ med mange funksjoner (Evans 2005). Gjellene har generelt stor overflate, men størrelsen i forhold til kroppsmassen varierer med artens aktivitetsnivå (Gray 1954). Kun gjelleepitel og endotel skiller vann på utsiden av gjellene fra blodet på innsiden av gjellene. Kort diffusjonsavstand legger til rette for effektiv gassutveksling (oksygen og karbondioksid) og utskillelse av nitrogenholdige avfallsstoffer, men er en ulempe i reguleringen av vann og saltbalanse fordi det øker tapet av natrium og opptaket av vann i ferskvann, og motsatt tap av vann i sjø. Dette kalles det osmorespiratoriske kompromisset (Woog & Randall 1973, Wood mfl. 2020). Respirasjons- og sirkulasjonssystemet innehar en rekke mekanismer som regulerer opptak og distribusjon av oksygen. Gjellenes opptak av oksygen kan endres ved å endre vannstrømmen over gjellene, endre blodgjennomstrømmingen internt i gjellen, eller ved å endre størrelsen på den funksjonelle overflaten til gjellene ved remodelering av cellestrukturer (Nilsson GE 2007). Her er det artsforskjeller, og kompensatoriske mekanismer ved lavere oksygenivå er lite undersøkt hos laksefisk. Den store overflaten gjør gjellene utsatt for skade og kort vei til blodbanene gjør gjellene til en mulig inngang for infektive agens og giftige stoffer i vann. Gjellene har både diffust spredte immunceller, immunaktive stoffer i slimceller og mer spesialisert lymfoid vev ved basis av filamentene.

Gjellenes funksjon kan påvirkes av flere faktorer knyttet til klimaendringer, som vannets innhold av mikroorganismer, alger, maneter, organisk materiale og forsurening (økt karbondioksid). Økt karbondioksidinnhold i vann vil for eksempel motvirke diffusjon av karbondioksid fra fiskens blod, med forstyrrelser av syrebasebalansen som resultat (Foyle mfl. 2020). Dårlig gjellehelse regnes på verdensbasis som en av de viktigste tapsfaktorene ved oppdrett av fisk, og er en faktor som forventes å få større betydning i et varmere klima (Foyle mfl. 2020). Det pågår derfor omfattende forskning på hvordan spesifikke smittestoff alene og sammen med andre faktorer påvirker gjellehelse hos oppdrettet fisk. Amøbegjellesykdom forårsaket av *Paramoeba perurans* i sjø er et eksempel på dette. Sykdommen opptrer fortrinnsvis om høsten ved høye vanntemperaturer, og det forventes at denne parasitten vil få økt betydning med ytterligere klimaendringer. Amøben infiserer gjellene og gir en betennelsesreaksjoner som reduserer den funksjonelle overflaten til gjellene, og øker diffusjonsavstanden med påfølgende redusert aerob kapasitet. Forsøk har vist at sykdommen påvirker oksygenopptak negativt under anstrengelse, gir forstyrrelser i væskebalansen (dehydrering) og reduserer svømmehastigheten (Hvas mfl. 2017). Andre forsøk med amøbegjellesykdom i miljø med lite oksygen pekte på oppdrettslaksens hjertekapasitet som en mer begrensende faktor enn gjellenes kapasitet (Powell mfl. 2002). Det er behov for mer kunnskap om gjellehelse hos vill fisk

og at gjellehelsen overvåkes, ikke minst med tanke på kjente og ukjente effekter av klimaendringer (Hvas mfl. 2017, Garseth mfl. 2021).

Høyere vanntemperatur kan både føre til endret utbredelse av naturlig forekommende arter, samt lette etablering av varmekjære introduserte arter. Med nye fiskearter følger nye smittestoff i form av virus, bakterier, og parasitter.

Klimaendringer kan i tillegg til å påvirke forekomst og utbredelse av smittestoff, også påvirke deres evne til å gi sykdom hos verten. Den sesongmessige opptreden av klassisk furunkulose er godt kjent. Klassisk furunkulose forårsakes av bakterien *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida* som gir sykdom hos en rekke arter. Klassisk furunkulose hos laksefisk opptrer ved et stort spenn av temperaturer, men erfaringen under norske forhold er at den fortrinnsvis opptrer ved vanntemperaturer over ca. 10 °C. Dette ligger noe lavere enn temperaturspennet som oppgis i vitenskapelig litteratur 12-15 °C (Bernoth m.fl. 1997). Effekten av temperatur er ikke bare knyttet til fiskens mottakelighet, men også til bakteriens egenskaper og preferanser. Vekstmedier inkuberes ved 18-22 °C ved mistanke om furunkulose. Tørke med lavere vannstand forsterker effekten ved å gi høyere fisketetthet og dermed lettere smitteoverføring. Dødeligheten kan tidvis være høy, for eksempel ble det registrert 356 (1756 kg) død laks i Sandøla i 2018 (Hjeltnes mfl. 2019), og infeksjonen påvirker både voksen fisk og ungfisk (Furnesvik mfl. 2019). Proliferativ nyresyke (PKD), forårsaket av parasitten *Tetracapsuloides bryosalmonae*, er et annet eksempel på en sykdom der utbrudd er temperaturavhengig. Sykdom som følge av denne infeksjonen opptrer fortrinnsvis ved vanntemperaturer over 15 °C. Det er derfor spekulert i om sykdommens betydning vil øke som en følge av klimaendring (Mo & Jørgensen 2017, Ros mfl. 2021). Det er videre grunn til å anta at sykdomsutbrudd generelt vil øke i forekomst når vanntemperaturen stiger, som følge av økende generelle stressresponser hos fisken.

Økt temperatur medfører økt stoffskifte hos fisken, noe som kan føre til redusert kapasitet til å håndtere andre energikrevende utfordringer som svømming, prosessering av næring, og etablering av immunresponser (Mottola mfl. 2020, Wootton 1998). Økt nedbørintensitet, samt høyere temperatur og snø- og ismelting forventes å gi flere ekstremflommer. Under store flommer vil erosjon langs elvebreddene og massebevegelser i elvebunnen føre til store fysiske endringer i elveløpet. Ungfisk og gytefisk kan i mange tilfeller unnsnippe skader ved å forflytte seg til rolige deler av elven, som for eksempel langs elvebredden, og vil da ikke nødvendigvis påvirkes i nevneverdig grad av flommer. Egg og plommeseckkyngel er imidlertid sårbare for utspyling (Montgomery mfl. 1996), og flommer om vinteren eller like etter at yngelen kommer opp av grusen om våren kan ha negativ effekt på rekruttering av ungfisk (Jensen & Johnsen 1999, Unfer mfl. 2011). Omrøring av elvebunnen og tilførsel av masser under flommer kan på sin side resultere i bedre skjul- og gyteforhold, og dermed på sikt føre til at leveområdene vedlikeholdes. Ekstremflommer vil derfor ikke nødvendigvis ha langvarig negativ effekt på laksebestandene, men effekten vil variere mellom vassdrag, og med tidspunkt på året, omfanget og hvor hyppig de forekommer. En annen konsekvens av ekstremflommer er at vassdragene i mange tilfeller utsettes for betydelige inngrep i forbindelse med flomsikring og opprydding. Dette kan både få direkte konsekvenser i form av dødelighet på egg og ungfisk som følge av anleggsarbeid og graving i elva, men også varige effekter dersom kanalisering og andre fysiske inngrep fører til en forringelse av habitatforholdene. Et eksempel på dette er Flåmselva i Vestland fylke (tidligere Sogn og Fjordane), der en flom i oktober 2014 resulterte i store flomskader på hus og infrastruktur. Undersøkelser i etterkant viste at ungfiskbestandene av laks og aure tilsynelatende klarte seg bra gjennom flommen, men at bestandene gikk dramatisk tilbake etter at det ble utført omfattende gravearbeider for å flomsikre elva i månedene i etter flommen (Pulg mfl. 2020).

Om tilstrekkelig næring er tilgjengelig i vekstsesongen vil veksten vanligvis øke med økende temperatur opp til en optimal temperatur. Etter at denne optimale temperaturen er nådd vil veksten raskt synke (Jonsson mfl. 2001). Deretter vil temperaturen nærme seg dødelig nivå. Hvis

temperaturen i løpet av vekstsesongen blir høyere enn optimaltemperaturen vil veksten bli negativt påvirket, og dødelighet kan også forventes. En temperaturøkning kan ha betydelig negative effekter i små, og grunne elver i sør, mens effektene kan være positive i store og kalde elver. På basis av framskrivningene fram mot år 2100 er det grunn til å anta at effekten i mange av lakseelvene kan bli negativ.

Mange ulike faktorer og påvirkninger gjør det vanskelig forutsi hvordan økt temperatur generelt vil påvirke laksen i ei gitt elv. Forekomst av andre fiskearter i elva kan føre til mer eller mindre konkurranse. Forekomst av små og store dammer og terskler kan forsterke den generelle klimaeffekten. En ny studie har vist at slike små og store oppdemninger kan føre til en betydelig temperaturøkning nedstrøms dammen (Zaidel mfl. 2021), men dette er trolig avhengig av hvordan vannet tappes ut fra dammen (overløp vs. bunn tapping, for eksempel). Tilsvarende effekter vil fjerning av kantvegetasjon kunne ha, spesielt i mindre elver (Broadmeadow mfl. 2011, Garner mfl. 2017, Jackson mfl. 2018). I tillegg vil generelle klimaendringer kunne føre til endringer i vannkvalitet, avhengig av tilstanden i nedbørfeltet.

I vassdrag med mye myr- og torvrområder kan langvarig uttørring føre til at sulfider i de tidligere oksygenfrie områdene oksideres til sulfat. Resultatet er utlekking av svovelsyre når det før eller siden begynner å regne. Denne utlekkingen av en sterk syre fører til en pH-reduksjon og en tilhørende økning i konsentrasjonen av potensielt giftig aluminium. Eksempler på dette er kjent, blant annet fra sommeren 1995 øverst i Flagstadelva ved Hamar (Hindar & Larssen 2005). Her er 62 % av nedbørfeltet myrareal, så potensialet for syreproduksjon er spesielt stort. Slike effekter ble også registrert på NIVAs feltforskningsstasjon Birkenes etter tørken i 2018 (Moe mfl. 2019). Disse eksemplene er ikke fra lakseelver, men slike effekter kan bli mer omfattende i framtida på grunn av høyere temperaturer og økt fordamping.

Mange norske elver og vassdrag er islagte i kortere eller lengre tid om vinteren. Under slike forhold er fisken lite aktiv og også lite utsatt for predasjon. Når den islagte perioden blir kortere, eller forsvinner helt (L'Abée-Lund mfl. 2021), vil dette påvirke fiskens aktivitetsnivå og i hvilken grad den blir utsatt for predasjon fra pattedyr som for eksempel mink og oter. Laksunger synes å være tilpasset en vinter med is og mørke, og både feltstudier og eksperimenter har vist at det kan være energimessig kostbart for fisken å oppleve en vinter uten is (Finstad & Forseth 2006, Hedger mfl. 2013a).

En del elver i Norge vil få endrete temperaturforhold og vannføringsdynamikk dersom breene forsvinner. En endring fra å være en breelv til en elv uten bre i nedslagsfeltet vil kunne skje i løpet av veldig få år (Barnett mfl. 2005, Koestler mfl. 2019). Dette vil kunne endre hvor tilpasset laksebestanden i elva er til de nye lokale forholdene. En bestand som er tilpasset miljøet i en brepåvirket elv vil bli mindre tilpasset en elv uten brevann. Bestander som har spesialtilpasninger til det kalde brevannet kan forventes å bli redusert eller i verste fall bli mistet.

Det er altså en rekke faktorer i ferskvann som endres som en følge av klimaendringene. Store forskjeller forventes mellom regioner, og også mellom elver innen regioner. Det er derfor ikke enkelt å forutsi hvordan laksebestandene i hver enkelt elv vil utvikle seg. En måte å undersøke dette på er å lage detaljerte modeller basert på kunnskap om laksens fysiologi under ulike miljøforhold (vannføring, vanntemperatur), og så bruke disse til å teste hvordan ulike miljøframskrivninger kan påvirke individuell fisk og hele bestander. Et slikt arbeid må starte med å produsere scenarier for hvordan vannkvaliteten kan ventes å variere i ulike elver. Resultatene fra beregningene kan så brukes som inngangsverdier i ulike typer modeller. Det er gjennomført slike øvelser for noen utvalgte norske laksebestander (Hedger mfl. 2012, Hedger mfl. 2013b, Sundt-Hansen mfl. 2018). Resultatene viste at laksungene i en nordlig og vestlig bestand ville vokse raskere og smoltifisere ved yngre alder når temperaturen økte, og bestanden ville totalt øke. Dette var imidlertid ikke tilfelle i en sørlig bestand, der ville smoltproduksjonen heller synke. Resultatene viste også at i moderat store elver blir ikke temperaturen skadelig høy, selv i de sørligste og varmeste

delene av landet. Det er viktig at det blir gjennomført tilsvarende beregninger også for større og mindre vassdrag, og dessuten for vassdrag i andre regioner.

Undersøkelsene som er beskrevet i avsnittet over, dekker ikke alle mulige effekter av klimaendring på laks i ferskvannsfasen, og inkluderer ikke effekter i sjøfasen. Viktige påvirkninger som ikke er tatt med i betraktning er endringer i isforhold og forekomst av ekstremhendelser i form av kortvarige tørke- og flomepisoder, som alle kan påvirke fiskens overlevelse. Endringer i tilførsel av næringsstoffer, transport av sediment og andre endringer av vannkvalitet er heller ikke inkludert. Heller ikke effekter av endret konkurranse, som særlig kan skje i vassdrag med mange fiskearter, predasjon, og forekomst og effekt av sykdomsframkallende organismer og virus (patogener) ble inkludert. Modellene dekker foreløpig heller ikke forholdene i små vassdrag.

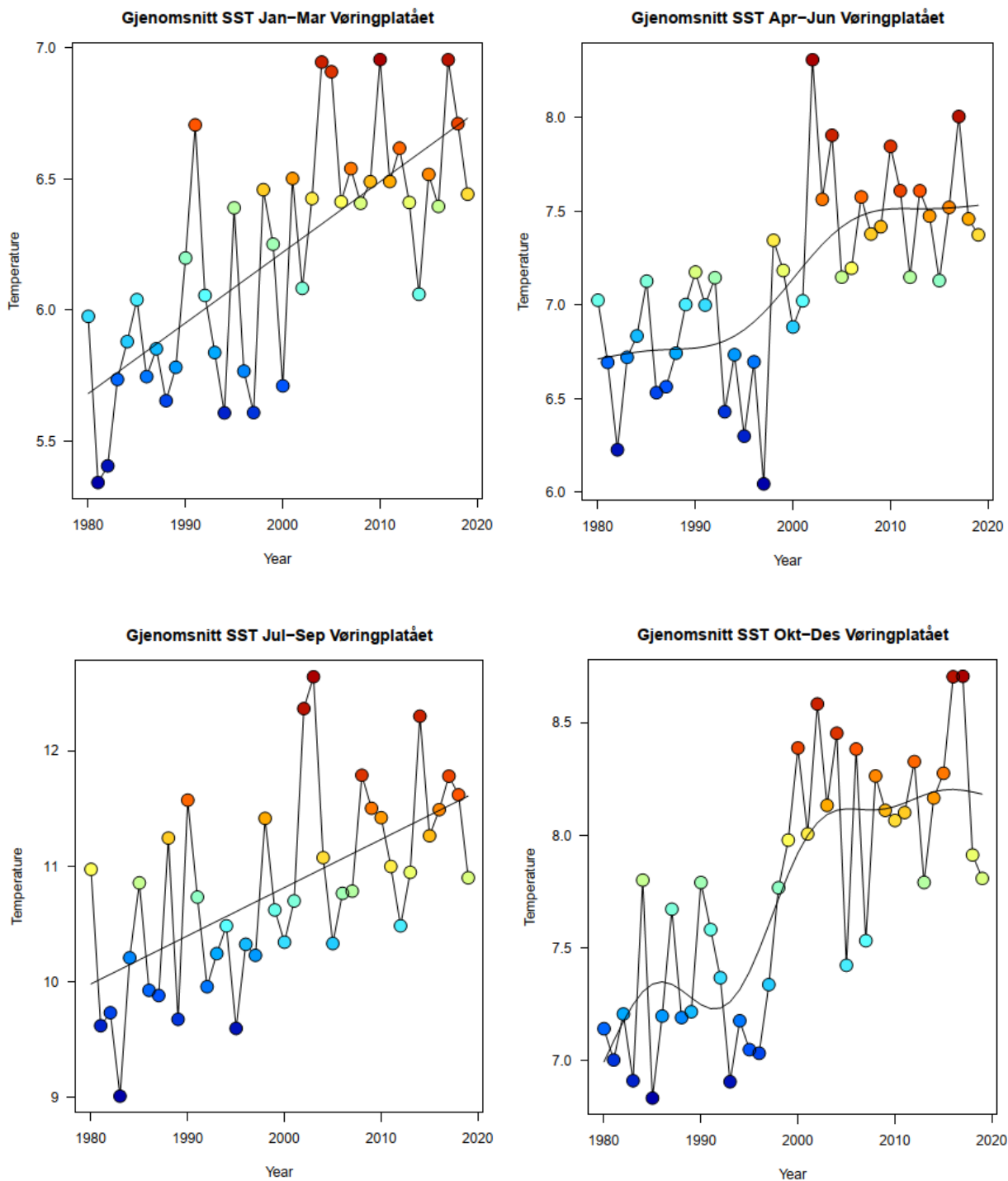
En stor usikkerhet knyttet til bruk av slike modeller er at de tar utgangspunkt i hvordan laksen er tilpasset dagens situasjon. Laks og andre organismer i nordlig områder er tilpasset relativt stor variasjon i miljøforhold (Bernhardt mfl. 2020). Individene er derfor i stand til å reagere direkte på variasjon i miljøet gjennom endringer i fysiologi, atferd og livshistorie. Dersom miljøforholdene endrer seg for mye, kan imidlertid ikke individene respondere tilstrekkelig. Under slike forhold er genetisk tilpasning gjennom naturlig utvalg en mulighet. Nyere undersøkelser tyder på at slik genetisk tilpasning neppe er tilstrekkelig til å møte de raske miljøendringene (Radchuk mfl. 2019). Individbaserte modeller tar hensyn til hvordan individer responderer direkte på miljøforholdene, men de inkluderer ikke evolusjonære tilpasninger til nye miljøforhold. Modellene gir derfor resultater som er gyldige på relativt kort sikt, men på lengre sikt er resultatene mer usikre.

Som tidligere nevnt kan økning i vanntemperatur påvirke atferd, som for eksempel tidspunkter for vandring mellom habitater. Økt temperatur kan både øke svømmeevnen, og samtidig også øke kostandene ved svømmingen. Ulike fisk har ulik svømmeevne ved ulike temperaturer (McKenzie mfl. 2020, Videler 1993). I tillegg er den maksimale arbeidsevnen til en fisk sterkt temperaturavhengig. Når temperaturen blir så høy at kapasiteten til hjerte- og karsystemet overskrides kan dette føre til kollaps og mulig død. Generelt øker energiforbruket til en fisk som følge av økende aktivitet. Samtidig øker energiforbruket forutsigelig når temperaturen øker. Siden laksen ikke spiser før gyting så vil økt energiforbruk, enten det skyldes økt temperatur eller økt aktivitet, tære på energireservene (Lennox mfl. 2018). Økt temperatur kan også påvirke fiskens villighet til å bite på krok (Van Leeuwen mfl. 2021) og også redusere sannsynligheten for å overleve etter gjenutsetting (Havn mfl. 2015, Lennox mfl. 2017). Økt temperatur i fiskesesongen påvirker derfor hvordan fisket i elva forvaltes.

10.3.2 Sjøfasen

Laks fra ulike regioner oppholder seg ulike steder i havet, og har også ulike vandringsveier til oppvekstområdene (Strøm mfl. 2018, Strøm mfl. 2020). Dessverre vet vi fortsatt lite om hvor laksen vandrer i havet, noe som gjør det vanskeligere å gi gode forutsigelser for hvordan klimaendringer påvirker laksen i sjøfasen. En rekke oppsummeringer (Almodovar mfl. 2019, Friedland mfl. 2003, Jonsson & Jonsson 2009, 2011, Otero mfl. 2012, Reist mfl. 2006, Todd mfl. 2011) konkluderer likevel med at laksen i sjøfasen vil påvirkes av klimaendringer, både direkte og indirekte. I havområdene der norsk laks beiter (Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet) skjer det en generell oppvarming som er ventet å fortsette fram mot år 2100 (Alexander mfl. 2018, Hanssen-Bauer mfl. 2015, Lotze mfl. 2019).

Temperaturstigningen i havet vil variere med blant annet breddegrad, strømsystem, dyp og saltholdighet og ulike modeller forutsier noe forskjellige utvikling for de ulike områdene. De fleste modellene er likevel samstemte i at temperaturøkningen i østlige deler av Atlanterhavet vil være størst i de nordligste områdene (Alexander mfl. 2018, Hanssen-Bauer mfl. 2015). En ytterligere temperaturøkning er dermed forventet for viktige beiteområder for laks, som for eksempel i det nordlige Norskehavet og Barentshavet (**figur 10.7**).



Figur 10.7. Gjennomsnittlig overflatetemperatur per kvartal for årene 1980-2020 for havområdet over Vøringplatået. Data hentet fra European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF). Trendlinjene er ikke-parametriske interpolasjonskurver estimert for tidsperioden (år) som en funksjon av temperatur. Figur: Kyrre Kausrud.

Det har også skjedd endringer i næringsforholdene i havet som samsvarer med endringer i miljøfaktorer, for eksempel endringer i forekomsten av ulike dyreplankton (Beaugrand & Reid 2003, Beaugrand & Reid 2012, Todd mfl. 2011). Utbredelsen av marine fiskearter har også endret seg (Eriksen mfl. 2017). Videre vil en økt konsentrasjon av CO₂ i atmosfæren føre til økt opptak i havet, med medfølgende forsuring. Slik forsuring kan ha negative effekter på en rekke marine organismer, fra primærprodusenter til fisk (Børsheim & Golmen 2010, Hanssen-Bauer mfl. 2015). Kunnskapen om dette er fortsatt mangelfull.

Laksen beveger seg raskt og over store avstander i havet. Allerede som postsmolt i fjord og kyst vandrer den raskt (Thorstad mfl. 2012). Hvordan klimaendringer påvirker de ulike stadiene av laks vil være avhengig av tidspunkt for utvandring fra ferskvann, og det vil dermed være en sammenheng mellom klimaeffekter i ferskvann og klimaeffekter i sjøfasen. Endringer i vannføring og vanntemperatur i vassdragene kan gi endringer i tidspunkt for smoltutvandring (Otero mfl. 2014), og påvirke smoltens størrelse ved utvandring og hvilke miljø- og næringsforhold som smolten opplever i sin tidlige sjøfase (Hvidsten mfl. 2009, Kennedy & Crozier 2010, McCormick mfl. 1998). Dette kan gi redusert vekst og overlevelse av postsmolt i en del laksebestander (Jonsson & Jonsson 2011, Todd mfl. 2011), men det finnes ikke analyser av hvordan slike endringer vil virke for enkeltbestander eller i regioner. Det er mye som tyder på redusert produksjon av dyreplankton og fisk i kystområdene langs Vest-Norge og Midt-Norge samtidig som vanntemperaturen har økt. Blant annet har det vært en stor reduksjon i våroppblomstring av raudåte *Calanus finmarchicus* (Dupont mfl. 2017) og redusert overlevelse av sildelarver *Clupea harengus* (Toresen mfl. 2019) siden tidlig på 2000-tallet. Det foreligger ikke analyser av hvordan forholdene langs kysten vil utvikle seg videre som følge av klimaendringer.

Det er vist at laksens vekst og overlevelse i havet varierer med endringer i vanntemperaturen (Jonsson & Jonsson 2011, Todd mfl. 2011). Slike sammenhenger kan oppstå både på grunn av direkte fysiologiske effekter av temperatur, og ved at det blir endret tilgang på byttedyr. Temperaturens betydning for vekst i sjøfasen er dårlig kjent, og gjør det vanskelig å isolere de fysiologiske effektene av temperatur fra ulike indirekte effekter. Laksen spiser mange ulike byttedyr i sjøfasen. Valget av byttedyr er basert på hva som er tilgjengelig til enhver tid (Rikardsen & Dempson 2011, Utne mfl. 2021), og dette gjør at det er vanskelig å knytte endringer i forekomst av andre arter til endringer i vekst og overlevelse hos laks (Todd mfl. 2011). Variasjon i vandringsmønster og beiteområder mellom år og bestander kompliserer bildet ytterligere (Rikardsen & Dempson 2011). For laks har veksten til post-smolt blitt sterkt redusert i sør Norge fra og med 2005 (Vollset mfl. upublisert), og er registrert i en rekke laksebestander sør for Norge (Todd mfl. 2021). Denne reduksjonen er sannsynligvis knyttet til endringer i havstrømmer som fører næringsrikt arktisk vann inn i Norskehavet.

En ny undersøkelse av hvilke vanntemperaturer laksen opplever under sjøvandringene viste at laks fra Alta stort sett oppholder seg i områder i havet med kaldt vann fra 1,6-8,4 °C (Strøm mfl. 2020). Undersøkelsen var basert på merking av voksenalder laks med elektroniske merker, så det var ikke første sjøvandring, men sjøvandring etter gyting som ble undersøkt. Disse fiskene oppholdt seg ett år i sjøen før de kom tilbake til elva for å gyte igjen. Undersøkelsen ble gjort over en lengre tidsperiode, som inkluderte både varme og kalde år. Om sommeren og høsten opplevde laksen høyere vanntemperaturer i varme enn i kalde år. Om vinteren derimot, var laksen i områder med vanntemperatur 3,4-5,0 °C både i varme og kalde år. At laksen oppholder seg i områder med omtrent samme temperatur både i varme og kalde år tyder på at laksen er fleksibel med hensyn på hvor i havet de oppholder seg, og at de justerer oppholdssted som en respons på hvor byttedyrene oppholder seg og variasjon i havtemperatur (Strøm mfl. 2020).

Variierende vekstforhold i havet kan føre til endringer i alder ved kjønnsmodning hos laksen. Slike endringer kan føre til endringer i fordelingen av ensjøvinter- og flersjøvinterlaks i bestandene (Erkinaro mfl. 2019, Jonsson & Jonsson 2011, Otero mfl. 2011, Todd mfl. 2011). Vekst

påvirker tidspunkt for kjønnsmodning, noe som kan ha stor betydning for aldersfordeling, størrelsesfordeling og antall en bestand (det vil si at det påvirker bestandens vekstpotensial og dermed dynamikk). Videre har en rekke nye undersøkelser vist at alder ved kjønnsmodning er genetisk regulert på kompliserte måter (Ayllon mfl. 2015, Barson mfl. 2015, Verta mfl. 2020, Zueva mfl. 2020), noe som gjør det vanskelig å forutsi bestandsvise responser. For å forstå hvordan ulike bestander varierer i bestandsstørrelse i antall fisk over tid er det trolig nødvendig å gjøre analyser som omfatter biologien til laksen i havet og i ferskvann, samt hvordan ulike livsstadier påvirkes av ulike miljøfaktorer.

10.4 Effekter av klimaendring på sjørret

Sjørret har mange likheter med laks, også når det gjelder effekter av klimaendringer. Sjørret lever i de samme elvene som laks, men i tillegg finnes de i mange mindre elver og bekker. Sjørreten vandrer ikke til havet som laksen, men de holder seg vanligvis i fjorder og områder nær kysten under sjøvandringen.

Sjørret har relativt like temperaturkrav som laks, men har lavere toleranse for høye vanntemperaturer (dødelighet fra 27,8 ° C hos laks og 24,7 ° C hos sjørret, Jonsson & Jonsson 2009). Klimaendringer kan i økende grad gi vanntemperaturer som er langt utenfor det som er gunstig for ørret. Særlig i sørlige og lavereliggende områder der vanntemperaturen allerede kan være høy og vannføringen lav om sommeren, kan dette i økende grad påvirke bestandene. Sjørret i mindre elver og bekker, der det er få dype holer og kalde områder som fisken kan søke til når det er varmt kan rammes mest av økte vanntemperaturer. Mindre sjørretvassdrag vil også være mer utsatt ved sommertørke enn de store laksevassdragene, og det kan medføre at ekstremt varme og tørre forhold rammer sjørret oftere enn laks.

Ørreten har en mer variabel og tilpasningsdyktig livshistorie enn laks, ved at et individ kan leve i ferskvann hele livet eller vandre til sjøen. Det er også fleksibilitet i hvor lenge og til hvilke tidspunkt de befinner seg i sjøen. Det finnes rent ferskvannsstasjonære bestander av ørret, bestander som har en blanding av sjøvandrende og ferskvannsstasjonære individ, og bestander som er dominert av sjøvandrende individ (Jonsson 1981, Jonsson & Jonsson 2011, Jonsson & L'Abée-Lund 1993). Noen sjørretbestander lever i små bekker og elver som normalt tørker ut om sommeren. I slike bestander kan de voksne oppholde seg i ferskvann i bare kort tid under gytingen, og ungfisken kan ha kun en kort periode i ferskvann før de vandrer ut i brakkvann eller sjøen (oppsummert i Thorstad mfl. 2016). Sjørret har dermed større muligheter enn laks, både på individnivå og bestandsnivå, til å tilpasse seg variable forhold og klimaendringer. De kan slippe unna vanskelige forhold i ferskvann ved å oppholde seg mer av livet i sjøen, særlig hvis det er gunstige områder for sjørret i elvemunninger og brakkvannsområder utenfor vassdraget.

På samme måte som sjørret kan slippe unna vanskelige forhold i ferskvann ved å vandre ut i sjøen, kan de slippe unna vanskelige forhold i sjøen ved å vandre tilbake til ferskvann. Dette er en kjent strategi for sjørret som har problem med saltbalansen etter at de har blitt infisert med lakselus. Mange sjørret dør likevel av lakselus (Thorstad mfl. 2015). De som vender tilbake til ferskvann og overlever, går glipp av gode vekstmuligheter i sjøen og får redusert vekst (Thorstad mfl. 2015). Dette medfører reduserte sjørretbestander, men kan også medføre at flere ørretbestander blir småvokste ferskvannsbestander. De bestandene som både blir rammet av dårligere forhold i ferskvann på grunn av klimaendringer, og av luseinfeksjoner fra lakseoppdrett i sjøen, kan bli ekstra hardt rammet. Infeksjonstrykket fra lakselus er beregnet til å øke når klimaet blir varmere (Sandvik mfl. 2021). Med et varmere klima kan sjørretbestandene også helt nord i landet i økende grad bli negativt påvirket av lakselus, fordi varmere sjøvann i disse områdene vil være gunstig for lakselus.

Effekter av klimaendringer på sjørret kan medføre at balansen mellom fordeler og ulemper med å velge et liv som ferskvannsstasjonær eller sjøvandrende kan bli forskjøvet, ut fra hvilket leveområde som blir mest påvirket (se for eksempel (Bohlin mfl. 2001). Hvis ulempene med å være sjøvandrende øker mest, så kan det føre til flere ferskvannsstasjonære individ, som er mindre av størrelse, og av mindre verdi for fiske. Hvis ulempene med å være sjøvandrende øker, samtidig som klimaeffekter forringer forholdene i ferskvann betydelig, så kan de totale konsekvensene for bestandene bli særlig store. En ny undersøkelse av effekter av økt vanntemperatur på fysiologi hos sjørret og sjørøye, viste at de negative effektene på blodsirkulasjonssystemet var mye større hos sjøvandrende individ på vei opp i elva enn hos ferskvannsstasjonære individ (Mottola mfl. 2020). De fant også ut at de negative effektene hos vandrende fisk var relativt store selv ved små økninger i temperatur. Denne undersøkelsen peker altså mot større fysiologiske effekter av klimaendring for sjøvandrende enn for ferskvannsstasjonære individ.

Utfordringer for forvaltningen knyttet til sjørret og klimaendringer er at effektene er mer uforutsigbare enn for laks fordi individer er mer fleksible, det finnes flere ulike typer bestander, og leveområdene både i vassdrag og sjøen spenner over et bredere spekter av miljøforhold, så variasjonen i effekter er stor. Sjørret er mindre studert enn laks, så den generelle kunnskapen er også mindre. Tiltak rettet mot laks vil være til fordel for sjørret. I tillegg er det nødvendig med tiltak rettet mot mindre sjørretvassdrag. Fangststatistikken for sjørret er mangelfull, og en bedre fangststatistikk vil medføre at effekter av klimaendringer og tiltak kan overvåkes bedre. Generelt vil en styrking av bestandene medføre at de er bedre rustet til å møte klimaendringer. Særlig kan effekter av lakselus (Sandvik mfl. 2021) kombinert med effekter av klimaendringer som påvirker forholdene i ferskvann være store, så tiltak mot lakselus er spesielt viktig i et klima under endring. Effekter av kraftregulering, landbruk og samferdsel vil også kunne forsterke effektene av klimaendring, og ved vurderinger av konsekvenser og tiltak bør det tas hensyn til dette. Ivaretagelse og reetablering av kantvegetasjon langs sjørretbekker og små elver kan bidra til å redusere økninger i vanntemperaturen.

10.5 Effekter av klimaendring på sjørøye

Røya (*Salvelinus alpinus*) er sirkumpolar og har den nordligste utbredelsen av all ferskvannsfisk (Klemetsen mfl. 2003). Anadrom røye (sjørøye) finnes for det meste i den nordlige delen av utbredelsesområdet. Sjørøye finnes i minst 100 vassdrag i Nord-Norge fra sør i Nordland og nordover (65-71 °N), i det samme området er det laks i rundt 200 vassdrag og sjørret i minst 350 vassdrag (Svenning mfl. 2012). Mens flesteparten av de 200 vassdragene med laks er typiske elvesystemer, har vassdragene med sjørøye som regel én eller flere innsjøer tilgjengelig for røya. Rene elvebaserte bestander av sjørøye finnes bare i 19 vassdrag i Nord-Norge (Svenning mfl. 2012). Ett av disse vassdragene ligger i Nordland, sju i Troms og 11 i Finnmark (Halvorsen 2012).

Der andre mer sørlig utbredte fiskearter utvider utbredelsesområdet nordover, står røya i fare for å bli borte i den sørlige delen av utbredelsesområdet etter hvert som temperaturen øker (Reist mfl. 2006). Røya er på vei bort både i flere europeiske innsjøer (Jeppesen mfl. 2012) og i Storbritannia (Winfield mfl. 2010) og kan i årene fram mot 2100 miste inntil 73 % av utbredelsesområdet sitt i Sverige (Hein mfl. 2012).

Hvordan røya påvirkes av økte temperaturer avhenger av en rekke faktorer. Den optimale temperaturen for vekst når mattilgangen er ubegrenset ligger mellom 14 og 17 °C (Elliott & Elliott 2010), men den optimale temperaturen vil være lavere med den begrensede mattilgangen i naturen (Elliott 1982). Ulike livsstadier påvirkes også forskjellig, og det viktigste er kanskje at den øvre dødelige temperaturen for eggene er betydelig lavere enn for andre stadier (8 °C for egg mens for eksempel yngel får betydelig dødelighet ved temperaturer over 20 °C), og også lavere enn for andre

laksefisk som laks (16 °C) og ørret (13 °C) (Elliott & Elliott 2010). Eggene vil dermed være det livsstadiet som er klart mest sårbar for temperaturendring.

Tilstedeværelse av andre fiskearter og hva slags bestandsutvikling disse har vil også være et viktig element. I Veidneselva (Finnmark) er det en elvelevende sjørøyebestand og røyeunger dominerte fiskesamfunnet, særlig i den øvre og kaldeste delen av elva, i 1998 og 2000. Fangststatistikken i elva viste voksende laksebestand utover 2000-tallet, og i 2010 hadde laksunger blitt dominerende i alle deler av elva og røyeunger ble kun funnet i sakterennende områder nær elvebredden (Svenning mfl. 2016). I en gjennomgang av fangststatistikk i anadrome vassdrag i Nord-Norge og på Island fra 1993-2018 ble det funnet at andelen sjørøye i fangstene hadde blitt redusert i begge områdene, mens andelen laks hadde holdt seg konstant og andelen sjørøret hadde økt (Svenning mfl. 2021). Endringene var særlig klare i vassdrag uten innsjøer, noe som tyder på at innsjøene kan fungere som et alternativt habitat for røya.

Røya er en fleksibel fisk som viser en stor grad av variasjon i livshistorie både innenfor og mellom vassdrag. Det å bli sjøvandrende versus å forbli stasjonær i ferskvann er en slik type variasjon. I vassdrag med sjørøye er det som regel også stasjonær røye i varierende grad, og de to formene kan gyte sammen og gi opphav til avkom av begge former (Nordeng 1983). I denne variasjonen oppstår et viktig spørsmål: Hvorfor vandrer noen individer til sjøen mens andre blir igjen? Og hvordan påvirker miljøfaktorer dette valget?

I merkeforsøk i to ulike nord-norske vassdrag (Rungadalsvannet i Nordreisa og Storvannet i Hammerfest) ble røyeunger fanget levende i teiner og merket, og deretter gjenfanget og veid flere ganger i løpet av en periode på to og et halvt år. Resultatene viste at fisken med raskest vekst vandret først til sjøen, fisken med middels vekst vandret til sjøen ett år senere og fisken med lavest vekst forble i innsjøen (Rikardsen & Elliott 2000). En fisk med høyt stoffskifte og god vekst vil tidligst oppleve næringsmangel i ferskvann og derfor vandre til sjøen hvor mattilgangen er bedre. Dersom produktiviteten i ferskvann blir bedre, kan den økte næringstilgangen gjøre det mulig å fortsette vekst i ferskvann uten å måtte dra til sjøen. Dette er kanskje noe av grunnen til at vi finner sjørøya bare i nord, og er også et viktig moment ved vurdering av konsekvenser av klimaendringer. Dersom klimaendringene fører til økt primærproduksjon både i og rundt vassdragene, vil en konsekvens være at andel sjøvandrende individ i en røyebestand vil gå ned (Finstad & Hein 2012). Denne gjennomgangen viser at røya, og da spesielt sjørøya, står i fare for å bli spesielt negativt påvirket av klimaendringene. En slik utvikling vil ha som konsekvens at sjørøya står i fare, i første omgang som livshistoriestrategi og fiskbar ressurs og etter hvert også som art (Reist mfl. 2006).

10.6 Langtidseffekter og tilpasninger

Fiskeindivider har evnen til å reagere på miljøendringer ved å endre fysiologi og atferd. Slike tilpasninger kan skje raskt, men det er ikke garanti for at de er tilstrekkelig eller av riktig type for å sikre overlevelse. I tillegg til slike individuelle responser er de fleste egenskapene delvis arvelige, noe som gjør at de endres over tid gjennom seleksjon (naturlig utvalg). Dette skjer ved at individene som er best tilpasset miljøet til enhver tid er de som i størst grad overlever, formerer seg og bringer sine gener videre. De største usikkerhetene i å forutsi effekter av klimaendringer på laks er dermed knyttet til manglende kunnskap om hvordan de relativt raske klimaendringene på sikt vil medføre genetiske og økologiske (plastiske) tilpasninger hos de ulike bestandene. Det å undersøke hastigheten på evolusjonære endringer i forhold til hastigheten på klimaendringene er en utfordring i biologiske klimaeffektstudier (Hoffmann & Sgrò 2011, Radchuk mfl. 2019).

Siden laksebestander er genetisk ulike av ulike årsaker, er det sannsynlig at bestandene vil respondere ulikt på klimaendringer, selv om de utsettes for den samme påvirkningen. Forskjellige bestander vil dessuten oppleve ulike klimaendringer i ferskvannsfasen, og laks fra ulike regioner bruker ulike oppvekstområder i havet. (Todd mfl. 2011) påpekte at det bør legges vekt på å ta vare

på genetisk variasjon og genetiske tilpasninger, og minimere introduksjoner som kan redusere bestandenes genetiske variasjon og integritet og dermed deres evne til raskt å tilpasse seg miljøendringer. For norske bestander vil innkryssing av rømt oppdrettslaks kunne bidra til å gjøre bestandene mindre egnet til å møte klimaendringer (Glover mfl. 2013, Karlsson mfl. 2016, Wacker mfl. 2021). Det er potensiale for at økt forekomst av ekstremhendelser (storm etc.) kan føre til økt rømming av laks (Føre & Thorvaldsen 2021). Fiskeutsettinger kan i noen tilfeller også ha negativ effekt på den genetiske variasjon (Hagen mfl. 2020, Ryman & Laikre 1991) og kan dermed påvirke bestandenes mulighet til å tilpasse seg klimaendringer.

10.7 Råd om tilpasninger av forvaltning

Klimaendringer er en global trussel, som allerede påvirker laksebestander, og som kommer til å påvirke laksebestander i stor grad i framtida. Reduksjoner av karbonutslipp er nødvendige tiltak, men disse tiltakene ligger utenfor rekkevidden av lakseforvaltningen og forvaltningen av annen aktivitet som truer laksebestandene. Klimaendring er derfor en trussel mot laksebestandene som først og fremst får betydning for hvordan forvaltningen bør håndtere andre trusler mot laksebestandene.

Klimaendringer påvirker laksens leveområder og miljø i alle faser av laksens liv. Selv om noen lokale tiltak kan gjøres for å motvirke endringer av vannføring og vanntemperatur i vassdragene, så medfører klimaendring endringer i rammevilkårene for laks som bør tas hensyn til når andre trusler vurderes. Klimaendring er en trussel som først og fremst øker betydningen av å ha store og genetisk variable laksebestander som er i stand til å møte de raske endringene.

Klimaendringer forsterker de negative effektene av andre trusler mot laksebestandene. Trusler som rømt oppdrettslaks, lakselus, andre infeksjoner knyttet til lakseoppdrett, fysiske inngrep i vassdrag, negative effekter av fremmede arter, forurensing og andre blir enda større når de skjer i et endret klima. Klimaendringer medfører at behovene for tiltak mot disse andre truslene øker. Det samme er tilfelle for effekter av regulering av vassdrag for kraftproduksjon, men regulering kan i en del tilfeller tilpasses slik at det bidrar til reduserte effekter av klimaendring.

1. Klimaendringer vil trolig forskyve tyngdepunktet for utbredelsen av laks nordover slik at Norge i enda større grad enn i dag vil forvalte en stor del av verdens laksebestander, og at ansvaret for å ta vare på arten i enda større grad kommer til å hvile på Norge.
2. Økt dødelighet i sjøen som et resultat av klimaendringer er en utfordring for forvaltningen fordi det er vanskelig å sette inn målrettede tiltak. Forvaltningsstrategier som maksimerer naturlig smoltproduksjonen i ferskvann vil imidlertid bidra til å styrke laksebestander også mot negative påvirkninger i havet. Sterke smoltårsklasser bidrar til at flere gytefisk kommer tilbake, og i perioder med lav sjøoverlevelse er det viktigere enn noen gang å styrke bestandene i ferskvann.
3. Langtidsutviklingen i laksebestandene vil i stor grad avhenge av bestandenes tilpasningsevne. Det er derfor avgjørende at bestandenes genetiske integritet og genetiske variasjon innen og mellom bestander bevares slik at råmateriale for evolusjonær endring bevares. Klimaendringene forsterker dermed betydningen av at innblandingen av rømt oppdrettsfisk reduseres til ikke-skadelige nivå, kultiveringsutsettinger kommer innenfor trygge genetiske, økologiske og sykdomsmessige rammer, og den effektive bestandsstørrelsen holdes nær maksimum gjennom reguleringer av fiske og andre tiltak som sikrer tilstrekkelig antall gytefisk og at variasjonen i livshistorie opprettholdes (se også 4).

4. I regulerte vassdrag bør det settes søkelys på strategier for bruk av nye vannressurser (økt nedbør i deler av landet) som kommer laksen til gode. Dette er særlig aktuelt i de mange vilkårsrevisjonene som sannsynligvis kommer i årene som kommer. Her bør både flomdemping og vannslipp som beskytter mot lavvannsperioder i større grad vurderes. Tiltak knyttet til vannføring, men også fysiske tiltak i vassdragene, bør både ha økt produksjon og bevaring av livshistorievariasjon som mål.
5. Områder med stor negativ effekt av lakselus på villfiskbestander vil trolig øke og utvides nordover som en følge av at økt oppvarming av fjordområder og kyst vil skje tidligere på sesongen. Dette vil medføre større produksjon av lakselus. Dette bør tas det hensyn til i arealplanlegging knyttet til lakseoppdrett.
6. Tålegrensen for lakselus, i form av antall lakselus per smolt, vil reduseres for bestander der smoltstørrelsen avtar som følge av økt vekst og lavere smoltalder. Dette vil ha betydning for grenseverdier for lakselus i lakseoppdrett, fordi smolten som skal beskyttes tåler mindre smittepress. Tidligere smoltutvandring kan også gjøre at tidspunkt for tiltak bør justeres. Økning i temperatur vil også kunne endre skaden som påføres fra hver enkelt lakselus, ettersom utviklingsraten til lusen vil øke raskere enn veksten til laksesmolt.
7. Hyppigere flommer vil føre til behov for flomsikring for å verne bebyggelse og infrastruktur. Sikringstiltak bør i større grad enn i dag ta hensyn til fiskebestandene. En bør unngå å innsnevre, kanalisere og lukke vassdrag, og i stedet håndtere flomrisiko ved å restaurere naturlige elveløp og flomsoner langs elvene. Dette inkluderer å tilbakeføre elvesletter og sideløp, restaurere myr og våtmark, og gjenåpne bekker og fjerne terskler og dammer for å øke avløskapasitet. Nødvendig erosjonssikring bør utformes på en miljøvennlig måte, for eksempel ved å tillate naturlig kantvegetasjon og opprettholde naturlig elvemorfologi.

Tabell 10.1. Oversikt over mulige og sannsynlige effekter av klimaendringer (endringer i temperatur, vannføring og forekomst av ekstremhendelser) på ulike livsstadier av laks i ferskvann og sjøen.

Livsstadium /leveområde	Økt temperatur	Økt/reduert vannføring	Ekstremhendelser	Andre effekter	Referanser
Ferskvann:					
Gytefisk	Senere gyting og økte kostnader ved oppvandring og gyting (kan redusere overlevelse). Økt risiko for utbrudd av klimasensitive sykdommer.	Endringer i oppvandringstidspunkt (både senere og tidligere - vassdragsspesifikt).			Jonsson & Jonsson 2009, 2011, Mottola mfl. 2020, Ros mfl. 2021, Taranger & Hansen 1993
Rogn	Raskere utvikling og tidlig klekking. Påvirker vekst og utvikling seinere i livet.	Utgraving/ødeleggelse av gytegroper, eller uttørring/innefrysing.	Tidligere klekking ved flom vinter/tidlige vår. Redusert overlevelse ved store flommer.	Kan føre til endringer i vannkvalitet, sediment-transport og kvalitet på gyteplasser.	Casas-Mulet mfl. 2015, Crisp 1981, Jonsson & Jonsson 2009, 2011, 2019, Lapointe mfl. 2004, Skerlep mfl. 2020
Plommesekk- yngel	Redusert størrelse ved klekking. Tidligere klekking.	Økt overlevelse ved høyere vintervannføring.	Redusert overlevelse ved store flommer og tørke.		Jonsson & Jonsson 2009, 2011
Årsyngel	Økt vekst dersom næringstilgangen er god. Økt risiko for utbrudd av klimasensitive sykdommer.	Redusert vanndekt areal fører til redusert tetthet.	Redusert overlevelse ved store flommer og tørke, og ved store og flere isganger.		Jonsson & Jonsson 2009, 2011, Sundt-Hansen mfl. 2018
Parr	Økt vekst opp til 17-19 °C, deretter lavere vekst. Økt andel gyteparr. Økt risiko for utbrudd av klimasensitive sykdommer.	Økt vannføring kan gi større leveområde og lavere tetthetsavhengig dødelighet (sommer og vinter). Motsatt for redusert vannføring.	Redusert overlevelse ved store flommer og tørke.	Redusert isdekke kan gi økt dødelighet (økt energiforbruk og økt predasjonsrisiko).	Jonsson & Jonsson 2009, 2011, Mo & Jørgensen 2017, Sterud mfl. 2007, Sundt-Hansen mfl. 2018
Smolt	Redusert alder og størrelse (oftest). Tidligere utvandring.	Påvirker tidspunkt for utvandring. Økt forekomst av høstutvandring. Slik fisk har lav overlevelse.			Jonsson & Jonsson 2009, 2011, Harvey mfl. 2020, Hedger mfl. 2013, Otero mfl. 2014
Samlet ferskvann	Økt vekst, økt smoltproduksjon, redusert vinteroverlevelse. Trolig negative effekter i regulerte vassdrag.	Økt vinteroverlevelse ved økt vannføring, men avhengig av hvor i landet. Redusert vannføring, sammen med økt temperatur, vil være negativ om sommeren.	Stort sett negative effekter, uklart om de er varige.		Hedger mfl. 2013, Heggnes mfl. 2021
Fjord/kyst:					
Smolt	For tidlig utvandring kan gi redusert overlevelse.	Mindre synkron utvandring ved redusert vårflom kan gi økt predasjon.			Friedland 1998, Hvidsten mfl. 1998, Hvidsten mfl. 2009, Kennedy & Crozier 2010, Thorstad mfl. 2012
Postsmolt	For tidlig utvandring kan gi redusert vekst og overlevelse. Dersom smolten blir mindre kan overlevelse bli lavere.			Lavere toleranse for lakselus ved mindre størrelse. Trolig økt forekomst	Davidsen mfl. 2009, Friedland mfl. 1998, Friedland mfl. 2000,

Livsstadium /leveområde	Økt temperatur	Økt/reduert vannføring	Ekstremhendelser	Andre effekter	Referanser
				av lakselus nordover. Økt produksjon av lakselus med økende temperatur.	Jonsson & Jonsson 2009, 2011, Medcalf mfl. 2021, Sandvik mfl. 2021
Samlet fjord/kyst	Redusert smoltoverlevelse der smoltstørrelsen avtar. Kan kompenseres ved økt smoltproduksjon.	Redusert smoltoverlevelse der vårfloppen reduseres.		Økt dødelighet og redusert vekst pga. lakselus. Risikoen for infeksjon kan øke, også i nord, pga. økte sjøtemperaturer og tidligere oppvarming.	
Hav:					
Postsmolt	Påvirker vekst og overlevelse, uten at mekanismene er avklart.	-			Jonsson & Jonsson 2011, McCarthy mfl. 2008, Todd mfl. 2011
Ensjøvinter laks	Oftest redusert vekst og forsinket kjønnsmodning.	-		Indirekte effekter av økosystemendring som påvirker tilgang på byttedyr. Økt risiko for sykdomsutbrudd.	Jonsson & Jonsson 2011, Otero mfl. 2011, Otero mfl. 2012, Todd mfl. 2011
Flersjøvinterlaks	Økt forekomst ved dårlige vekstforhold?	-		Indirekte effekter av økosystemendring som påvirker tilgang på byttedyr. Økt risiko for sykdomsutbrudd.	Jonsson & Jonsson 2011, Otero mfl. 2011, Otero mfl. 2012, Todd mfl. 2011, Tréhin mfl. 2020
Repeterte gytere	Meget lite kunnskap om dette. Laksen ser ut til å være tilpasningsdyktig i havet.	-			Halttunen 2011, Strøm mfl. 2020
Samlet sjøfase	Perioder med redusert innsig av smålaks som rammer smålaksvassdrag. Perioder med økt innsig av flersjøvinter. Generelt redusert sjøoverlevelse.			Økt risiko for sykdomsutbrudd.	Jonsson & Jonsson 2011, Todd mfl. 2011
Lakseproduksjon samlet	Redusert produktivitet i sør (sørlig Europa), mer usikkert i nord.				Almodovar mfl. 2019, Olmos mfl. 2020, Todd mfl. 2011

11 KLASSIFISERING AV TILSTANDEN I NORSKE LAKSEBESTANDER ETTER KVALITETSNORMEN ELLER FORENKLET VURDERING FOR 2015-2019

Kvaliteten til laksebestandene skal klassifiseres etter kvalitetsnormen for villaks hvert femte år. Første periode var fra 2010-2014, mens andre periode er fra 2015-2019. Klassifiseringen av tilstanden i de ulike bestandene og effekter av menneskeskapte påvirkninger for første periode ble gjort i flere trinn (VRL 2016a,b, 2017a, 2018a, 2019b). Til sammen ble 188 bestander vurdert etter kvalitetsnorm for villaks. De øvrige 260 bestandene som ikke kunne vurderes etter kvalitetsnormen fordi det ikke fantes tilstrekkelige data til å beregne størrelse på gytebestanden, oppnåelse av gytebestandsmål eller høstbart overskudd – som en vurdering etter kvalitetsnormen krever - ble vurdert etter et forenklet system som samsvarer med kvalitetsnormen. En samlet oversikt over tilstanden til alle 448 laksebestander ut fra enten kvalitetsnormen eller forenklet system basert på data fra 2010-2014, er gitt i VRL (2018a). Her gis en oppdatert klassifisering av tilstanden i alle de 449 laksebestandene ut fra bestandsdata fra perioden 2015-2019, samt klassifisering av påvirkningsfaktorer. Antallet vurderte bestander har økt fra 448 til 449 fordi vi valgte å vurdere to delbestander i Årgårdsvassdraget hver for seg. For 185 bestander fantes det tilstrekkelig data for en vurdering etter kvalitetsnormen (begge delnormene), mens det var 264 bestander som ble vurdert etter forenklet system. Blant disse 264 bestandene var det 21 bestander som hadde ordinær vurdering etter delnorm gytebestandsmål og høstingspotensial, men ikke vurdering av genetisk integritet. Det var derfor 243 bestander som fikk forenklet vurdering av gytebestandsmål og høstingspotensial.

11.1 Vurdering av tilstand etter kvalitetsnorm

Kvalitetsnormen ble vedtatt under Naturmangfoldloven i kongelig statsråd i 2013. Formålet er å bidra til at laksebestander skal ivaretas og gjenoppbygges til en størrelse og sammensetning som sikrer mangfold innenfor arten og utnytter laksens produksjons- og høstingsmuligheter. Normen er retningsgivende for myndighetenes forvaltning og skal gi et best mulig grunnlag for forvaltningen av laksebestandene og faktorene som påvirker dem.

For at en laksebestand skal nå kvalitetsmålet etter normen må den ikke være genetisk påvirket av rømt oppdrettslaks eller andre menneskelige påvirkninger, den må nå gytebestandsmålet, og den må ha et normalt høstbart overskudd (høstingspotensial). Kvalitetsnormen består av to delnormer: a) gytebestandsmål og høstingspotensial, og b) genetisk integritet, som bestandene klassifiseres etter i fem kategorier, fra svært god til svært dårlig kvalitet (**tabell 11.1**). De to delnormene samles til en felles klassifisering, der den dårligste er styrende for fastsettelse av kvalitet. I praktisk bruk har klassene god og svært god blitt slått sammen til én klasse for delnorm genetisk integritet.

For å nå målet etter kvalitetsnormen må den samlede klassifiseringen vise god eller svært god kvalitet. Det tillates at bestander har dårligere enn god kvalitet dersom produksjonen er redusert på grunn av fysiske inngrep det allerede er gitt tillatelse til, og der hensynet til andre viktige samfunnsinteresser veier tyngre enn hensynet til en laksebestand. Målet kan i slike tilfeller oppdateres av Klima- og miljødepartementet.

Tabell 11.1. System for klassifisering av laksebestander etter kvalitetsnormen. Bestander klassifiseres i fem kategorier etter de to delnormene a) gytebestandsmål og høstingspotensial og b) genetisk integritet, som samles til en felles klassifisering. Målet er at bestandene minst skal ha god kvalitet – det vil si at bestanden plasseres innenfor en av de fire grønne rutene.

		Gytebestandsmål og høstingspotensial				
		Svært dårlig	Dårlig	Moderat	God	Svært god
Genetisk integritet	Svært Dårlig					
	Dårlig					
	Moderat					
	God					
	Svært god					

11.1.1 Delnorm gytebestandsmål og høstingspotensial

Delnorm gytebestandsmål og høstingspotensial har to akser; oppnåelse av gytebestandsmål i prosent og høstingsnivå i prosent av normalt (eller høstbart overskudd i prosent av normalt overskudd). Disse kombineres til en felles klassifisering der den dårligste av de to er styrende for fastsettelse av kvalitet. Grenseverdiene for oppnåelse av gytebestandsmål er avhengig av bestandsstørrelsen og er strengere i de minste bestandene (sortert ut fra gytebestandsmålets størrelse, **tabell 11.2**). Begge aksene vurderes basert på et gjennomsnitt over fem år.

Tabell 11.2. System for klassifisering av laksebestander etter delnorm gytebestandsmål og høstingspotensial, som viser hvordan grenseverdier for oppnåelse av gytebestandsmål er avhengig av bestandsstørrelsen.

Naturlig store bestander (Gytebestandsmål > 250 hunner):

Høstingsnivå i % av normalt		Oppnåelse av gytebestandsmål i %				
		Svært dårlig	Dårlig	Moderat	God	Svært god
		< 50	50-69	70-79	80-90	> 90
Normalt	> 90					
Redusert	80-89					
Lavt	60-79					
Svært lavt	< 60					

Middels store bestander (Gytebestandsmål 25-250 hunner):

Høstingsnivå i % av normalt		Oppnåelse av gytebestandsmål i %				
		Svært dårlig	Dårlig	Moderat	God	Svært god
		< 60	60-69	70-89	90-95	> 95
Normalt	> 90					
Redusert	80-89					
Lavt	60-79					
Svært lavt	< 60					

Små bestander (Gytebestandsmål < 25 hunner):

Høstingsnivå i % av normalt		Oppnåelse av gytebestandsmål i %				
		Svært dårlig	Dårlig	Moderat	God	Svært god
		-	-	<100	100	100
Normalt	> 90					
Redusert	80-89					
Lavt	60-79					
Svært lavt	< 60					

I noen tilfeller nedskrives klassifiseringen av oppnåelse av gytebestandsmål med én klasse. Dette gjelder der utsetting av kultivert fisk medfører at effektiv bestandsstørrelse reduseres (det vil si når et lavt antall stamfisk gir opphav til en høy andel kultivert fisk i smoltbestanden), samt for mellomstore bestander der oppnåelsen av gytebestandsmålet varierer mye mellom år. I tillegg skal inngrep som har medført redusert produksjonskapasitet synliggjøres i kvalitetsnormen (som i utgangspunktet henviser til naturtilstanden), selv om det er etablert en ny stabil tilstand og det fra før er gitt tillatelse til inngrepet. Gytebestandsmålene er gitt for dagens tilstand. Synliggjøringen gjøres ved at måloppnåelsen i regulerte vassdrag hvor vann er fraført nedskrives etter følgende system:

Netto reduksjon i vanndekt areal (%)	5-15	16-30	31-60	> 60
Antall klasser nedskriving	1	2	3	4

Arbeidet med nedskriving etter dette systemet har startet ved at det har blitt utviklet metoder for å anslå reduksjon i vanndekt areal ut fra hvor mye vann som er fraført i ulike regulerte vassdrag (Foldvik mfl. 2021). Vitenskapsrådet vil i en senere rapport gjøre slike nedskrivinger.

Normalt høstingsnivå i et gitt år er det høstingsnivået bestanden skal kunne tåle på bakgrunn av normal sjøoverlevelse, samtidig som bestanden når gytebestandsmålet. Vitenskapsrådet har i årsrapportene brukt begrepet «normalt høstbart overskudd» i stedet for «normalt høstingsnivå» (VRL 2014, 2015), fordi denne aksen henviser til det normale høstbare overskuddet en bestand skal kunne ha ut fra normal sjøoverlevelse og ikke til det faktiske høstingsnivået i bestanene. Begrunnelsen for at denne aksen inngår i delnormen er at bærekraftig beskatning av laks, det vil si høsting av et overskudd, er et mål for forvaltningen (VRL 2011a). Dersom andre menneskeskapte faktorer enn beskatning reduserer bestanden, kan gytebestandsmålet fortsatt nås gjennom restriksjoner på fisket. En bestand kan dermed karakteriseres som i god tilstand til tross for at det høstbare overskuddet er betydelig redusert av andre menneskeskapte påvirkninger, gitt at beskatningen er tilstrekkelig redusert slik at gytebestandsmålet er nådd. Oppnåelse av gytebestandsmålet er dermed en måleparameter med begrenset betydning dersom man samtidig ikke tar hensyn til beskatningsnivået (VRL 2011a). I den samlede vurderingen av delnormen gytebestandsmål og høstingspotensial innebærer dette at god kvalitet for en bestand bare er nådd dersom gytebestandsmålet er nådd selv etter normal høsting av bestanden - og at en bestand som når gytebestandsmålet, men hvor det er lite eller ikke høstbart overskudd, ikke har god kvalitet. I en slik bestand er det sannsynligvis menneskeskapte påvirkninger i vassdraget eller sjøfasen som har redusert innsiget og det høstbare overskuddet.

11.1.2 Delnorm genetisk integritet

Delnorm genetisk integritet består av delene artshybridisering, grad av genetisk påvirkning fra rømt oppdrettslaks og seleksjon (**tabell 11.3**). Dersom én av disse tre tilsier at minst god kvalitet i delnormen ikke er oppnådd, gjelder dette for hele delnormen genetisk integritet. I den første klassifiseringen etter kvalitetsnormen (Anon. 2016a) og i denne rapporten er det bare genetisk påvirkning fra rømt oppdrettslaks som har blitt vurdert. I og med at den dårligste vurderingen er styrende, vil hele kvalitetsnorm genetisk integritet, inkludert artshybridisering og seleksjon, være minst så dårlig som kvaliteten vurdert ut fra genetisk påvirkning fra rømt oppdrettslaks alene.

Tabell 11.3. System for klassifisering av laksebestander etter delnorm genetisk integritet, som består av elementene artshybridisering, grad av genetisk påvirkning fra rømt oppdrettslaks og seleksjon.

Artshybridisering:

	Svært dårlig	Dårlig	Moderat	God	Svært god
Artshybrider blant gytefisk	Funn av forplantningsdyktig (diploid) avkom av artshybrider	Funn av sterilt (triploid) avkom av artshybrider	Registrert flere ganger	Registrert, men sjelden	Ikke registrert

Grad av genetisk påvirkning fra rømt oppdrettslaks (målt med genetiske markører):

Grad av påvirkning	Svært dårlig	Dårlig	Moderat	Svært god/god
	Store genetiske endringer er påvist. Store og tydelige genetiske forandringer observert over tid for de fleste eller alle de genetiske parametrene.	Moderate genetiske endringer er påvist. Tre eller flere av de genetiske parametrene viser statistisk signifikant forandring.	Svake genetiske endringer indikert.	Ingen genetiske endringer observert. Ingen av de genetiske parametrene viser tydelig forandring over tid.

Seleksjon:

	Svært dårlig	Dårlig	Moderat	God	Svært god
Selektiv fangst	Betydelige dokumenterte endringer i livshistorie/ bestandsstruktur	Påvist endring i livshistorie/ bestandsstruktur	Endring sannsynlig ut fra fangstregime	Endringer ikke dokumentert/ lite sannsynlig	Endringer ikke dokumentert/ ikke sannsynlig
Endret seleksjon grunnet miljøendringer	Betydelige dokumenterte endringer i livshistorie/ bestandsstruktur	Påvist endring i livshistorie/ bestandsstruktur	Endring sannsynlig ut fra miljøendring	Endringer ikke observert /lite sannsynlig	Endringer ikke observert/ ikke sannsynlig

11.1.3 Metoder for klassifisering etter kvalitetsnormen

Metodene som brukes i klassifiseringen etter delnorm gytebestandsmål og høstingspotensial er beskrevet i kapittel 5.1 og i tidligere rapporter (VRL 2016a) og disse gjentas ikke her. Data- og vurderingsgrunnlaget for hver enkelt bestand er gitt i vitenskapsrådets kartløsning på nettsidene (<https://www.vitenskapsradet.no/VurderingAvEnkeltbestander/#/map>). I noen tilfeller ble klassifiseringen basert på færre enn fem år, fordi tilstrekkelig sikre estimater for måloppnåelse ikke forelå for alle år.

Klassifiseringen av genetisk integritet i form av innkryssing av rømt oppdrettslaks ble som tidligere basert på genetiske analyser og klassifiseringer gjennomført av Norsk institutt for naturforskning og Havforskningsinstituttet i samarbeid. Datagrunnlag, metoder og klassifiseringene er rapportert av Diserud mfl. (2020). Diserud mfl. (2020) har også gitt en genetisk klassifisering av 43 bestander som ikke kan klassifiseres etter kvalitetsnormen, men som har fått tilstanden vurdert etter det forenklete systemet. For disse bestandene brukte vi klassifiseringen av genetisk integritet fra Diserud mfl. (2020) i klassifiseringen av tilstanden.

11.2 Forenklet vurdering av tilstand

For 243 laksebestander fantes det ikke tilstrekkelige data til å gjøre årlige vurderinger av oppnåelse av gytebestandsmål, og bestandstilstanden kunne derfor ikke vurderes etter kvalitetsnormen. Dette er i hovedsak små bestander i mindre vassdrag der det enten ikke var fiske (av praktiske årsaker eller fordi det ikke har vært åpnet for fiske), eller det kun var sporadisk fiske og rapportering av fangster. Vitenskapsrådet vurderer kontinuerlig om vi har tilstrekkelig grunnlag for ordinær vurdering av måloppnåelse i de ulike bestandene, og fra 2022 vil noen nye bestander bli vurdert.

Vitenskapsrådet utviklet i 2017 og 2018 metoder og prosedyrer for å klassifisere tilstanden i bestandene som ikke kan vurderes etter kvalitetsnormen, til klassene «god eller svært god», «moderat» eller «dårlig/svært dårlig» etter et forenklet vurderingssystem (VRL 2017b, 2018a). Prosedyrene besto av å bruke en prediksjonsmodell til å estimere sannsynlighet for at høstingspotensialet (høstbart overskudd i prosent av normalt overskudd) var for lavt (under 80 %), vurdere tilgjengelige bestandsdata (fangstrapper, gytefisketellinger og andre tellinger av voksenfisk, ungfiskettheter), klassifisere beskatningsnivå, og gjennomføre en høring gjennom Statsforvaltere av forslag til klassifisering av bestandstilstand. Prediksjonsmodellen var basert på en forklaringsmodell for sammenhengen mellom estimert høstingspotensiale i bestander med ordinær vurdering, påvirkningsfaktorer, størrelsen på gytefisken og avstand til grunnlinja, samt romlig samvariasjon mellom bestander (VRL 2018a).

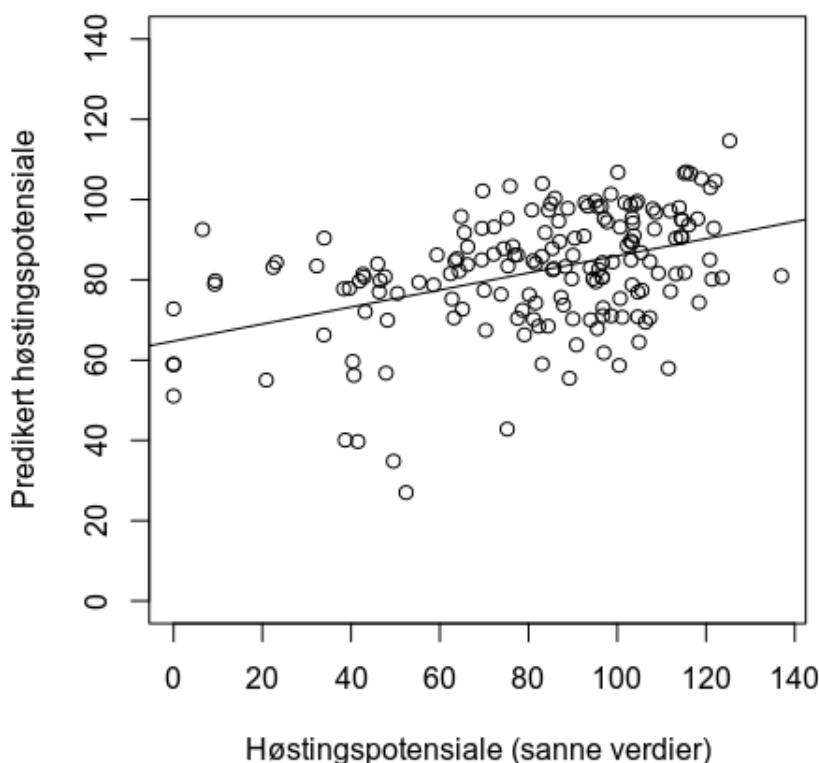
I vurdering av bestandstilstand for perioden 2015-2019 brukte vi en lignende tilnærming, men det ble ikke gjennomført en ny høring hos Statsforvalter. Det ble gjennomført nye analyser av sammenhenger mellom beregnet høstingspotensial i den nye perioden og de samme responsvariablene, som deretter dannet grunnlag for en ny prediksjonsmodell (se under). Fordi den forrige klassifiseringen var gjennom en grundig høring, valgte vi å ta som utgangspunkt at denne klassifiseringen bare skulle endres dersom:

- 1) Gytefisketellinger eller andre registreringer av gytefisk viser at gytebestanden har økt eller avtatt, eller at tellinger som bare har blitt gjort i den nye perioden antyder bedre eller dårligere tilstand.
- 2) Rapporterte fangster hadde økt eller avtatt fra 2010-2014 til 2015-2019 uten at endringene kunne forklares med endret fiskeinnsats.
- 3) Prediksjonen fra den nye modellen tilsa med sannsynlighet på over 75 % at høstingspotensialet var redusert når tilstanden i forrige vurdering ble vurdert som god eller svært god, alternativt at modellen tilsa at sannsynligheten for redusert

høstingspotensialet var lav (ca. 30 %) i bestander som ut fra forrige vurdering var i moderat eller dårligere tilstand.

Kriteriene ble brukt i prioritert rekkefølge, og bestander ble aldri opp- eller nedklassifisert bare basert på modellprediksjonen.

For å utvikle prediksjonsmodellen ble det først gjennomført analyser av sammenhenger mellom gjennomsnittlig estimert høstingspotensial i perioden 2015-2019 i 173 bestander (de med ordinær vurdering, og som samtidig ikke hadde store fiskeutsettinger), påvirkningsfaktorene (se kapittel 11.3), gjennomsnittlig størrelse på gytefisken og avstand fra elvemunningen til grunnlinja. Av påvirkningsfaktorene var det påvirkning fra lakselus og miljøgifter som best forklarte variasjonen, mens de andre variablene bidro i liten grad. I en modellseleksjonsprosedyre der vi også tok inn sjøoverlevelsesregion (se kapittel 5.1.4), inkluderte den beste modellen både avstand til grunnlinja og region i tillegg til forsuring, men ikke lakselus og miljøgifter. Avstand fra grunnlinja og estimert smoltdødelighet på grunn av lakselus (bestandsvise data fra Johnsen mfl. 2020, Johnsen & Karlsen 2021) er sterkt korrelert fordi vandringslengde ut til grunnlinja har stor betydning for samlet smittepress fra lakselus og estimert dødelighet. Vi endte med en modell som inkluderte region, forsuring, avstand til grunnlinja og interaksjoner mellom region og avstand til grunnlinja. I den endelige prediksjonsmodellen ble romlig samvariasjon (basert på at nærliggende bestander varierer mer i takt enn bestander som har munning langt fra hverandre; VRL 2017 og 2018) tatt inn. Prediksjonsmodellen hadde likevel lav forklaringsgrad (knappe 18 %) og derfor lav prediktiv verdi (**figur 11.1**). Prediksjonsmodellen ble brukt til å estimere høstingspotensialet og sannsynligheten for at potensialet var under 80 % (grenseverdien for moderat eller dårligere tilstand) for hver av bestandene, men ble som det framgår ovenfor, bare brukt som støtte i klassifiseringen av bestandstilstand.



Figur 11.1. Sammenhengen mellom beregnet høstingspotensiale i 173 bestander og høstingspotensiale predikert fra prediksjonsmodellen for de samme bestandene. Sammenhengen har en forklaringsgrad på 17,8 %.

11.3 Klassifisering av bestandseffekter av ulike påvirkninger

Flere av påvirkningsfaktorene ble klassifisert på samme måte som tidligere klassifisering (VRL 2018), men det ble gjort endringer for noen av påvirkningene. Endringene ble gjort dels fordi vi har skaffet et bedre datagrunnlag og dels fordi vi gjennom kartleggingen av vandringshindre i sidebekker i forbindelse med klassifisering av sjørretbestander (VRL under utarbeidelse) hadde bedre kunnskap om laksens totale leveområde i vassdragene. Metodene for å kartlegge vandringshindre er beskrevet i **Vedlegg 3**, og ytterligere informasjon om prosedyrer og resultat blir beskrevet i den kommende rapporten om sjørret.

I forrige runde klassifiserte vi effekten av jordbruksaktivitet dels ut fra andel jordbruksareal i en 1 km sone på hver side hovedelva, under antagelse om at de viktigste sidebekkene befant seg i denne sonen, og dels ut fra målinger av fosfat registrert i vann-nett. Siden vi nå også hadde kartlagt strekning tilgjengelig for sjøvandrende laksefisk i sidebekker, brukte vi andel jordbruksareal i en sone på 100 m på begge sider av alle elve- eller bekkestrekninger. Vi justerte grenseverdien, slik at en andel jordbruksareal i denne sonen på over 35 % tilsa negativ effekt. Kantvegetasjon kan være spesielt viktig for produktiviteten og som beskyttelse mot effektene av jordbruksaktivitet (oppsummert i Blankenberg mfl. 2017). Fra kartdata beregnet vi derfor andel skog i en 10 m bred sone til begge sider av elve- og bekkestrekningene. Dersom andelen kantskog var over 50 % ble det ikke gitt noen effekt av landbruk selv om andelen av jordbruksareal var over 35 %. Skalaen går til liten effekt (1), fordi jordbruksaktivitet sjelden har særlig effekt i store vassdrag.

Fordi det nå finnes årlige og bestandsvise estimater av lakselusrelatert smolt dødelighet (Johnsen mfl. 2020, Johnsen & Karlsen 2021), brukte vi gjennomsnittet av disse for perioden direkte i klassifiseringen. I forrige runde brukte vi luseindeks fra Veterinærinstituttet.

Påvirkningen fra rømt oppdrettslaks var som tidligere primært basert på beregningene av årsprosent for innslag av rømt fisk i sportsfisket og høstfisket. I noen tilfeller ble også registreringer i gytetellinger brukt. Data er hentet fra Wennevik mfl. (2021) og databasen som har blitt etablert i rømtfiskovervåkingen. Nivåene i vassdrag uten estimater ble satt skjønnsmessig ut fra nivåene i nærliggende vassdrag og avstand til nærmeste oppdrettsanlegg. Skalaen går til moderat effekt (2), fordi tilstedeværelse av oppdrettslaks i et vassdrag ikke er forventet å gi stor effekt. Det er den mulige innkryssingen som har størst effekt på bestandene, og den måles i delnorm genetisk integritet.

Effekter av miljøgifter ble som tidligere vurdert ut fra overskridelse av grenseverdier i vannforskriften for kopper og nikkel, og opplysningene er hentet fra Vann-nett. Vi er ikke kjent med at slik forurensing rammer hele leveområdet til laks i vassdragene, og skalaen går derfor til liten effekt (1). I noen tilfeller fikk vi opplysninger i høringene om andre miljøgifter enn kopper og nikkel, og slike ble inkludert i vurderingen.

Feilkonstruerte eller defekte kulverter kan fungere som vandringshindre eller barrierer (Bergan 2012, 2014, 2015, 2018, Bækken & Bergan 2012a, 2012b, 2012c), og gjøre produksjonsareal i sidebekker utilgjengelig (Bergan & Nøst 2017, Bergan & Solem 2018). Samferdsel som påvirkningsfaktor ble i forrige runde klassifisert ut fra antall veikryssinger per km av hovedelva og alle sidebekker som det er sannsynlig at laksen bruker. I forbindelse med sjørretklassifiseringen (VRL under utarbeidelse) skaffet vi kartinformasjon om registrerte bruer og vi brukte antall veikryssinger minus antall bruer som vår beste beregning av antall kulverter. Antall sannsynlige kulverter ble brukt til å klassifisere effekten på en skala som bare gikk til liten effekt (1), fordi det meste av lakseproduksjonen foregår i hovedelva.

Arealinngrep ble som tidligere klassifisert ut fra skjønnsmessige grenseverdier for andel av registrerte sikringstiltak (i Norges vassdrags- og energidirektorat NVE Atlas) langs lakseførende strekning. De fleste av inngrepene i de små vassdragene er imidlertid ikke registrert i denne databasen. I bekker gjelder dette spesielt kanalisering og lukking, og disse ble kartlagt fra flyfoto og

i høringen og klassifisert skjønnsmessig. Gjennom høringer hos Statsforvalterne har det kommet inn mer informasjon om slike inngrep. Det antas at sikringstiltak bare unntaksvis har stor effekt, og skalaen går til moderat effekt (2).

Som et mål på avløy fra industri og husholdninger brukte vi tidligere andel urbane arealer i nedbørsfeltet (fra NVE, NEVINA). I denne rapporten brukte vi i stedet en bebyggelsesindeks (**Vedlegg 3**) med verdi fra 1-15 i en sone på 250 meter til hver side av hovedelv og sidebekker. Fordelen er at denne indeksen er basert på bebyggelse i nærområdene til de lakseførende strekningene, og ikke hele nedbørsfeltet som i mange tilfeller er mindre relevant, og at indeksen er basert på en bedre metode for å beregne hvor bebygd områdene er. Påvirkningen ble klassifisert som 0 eller 1 (under eller over indeksverdi 12). Det ble også gitt verdi 1 der spesifikke utslipp var identifisert i Vann-nett.

For forsuring brukte vi samme klassifisering som tidligere, med verdiene fra ingen forsuring (0), via forsuret men kalket (1), til forsuret og ikke kalket (2). Opplysningene ble i utgangspunktet hentet fra Vann-nett, og var de samme som i forrige runde.

For vannkraftreguleringer ble det gjort en ny gjennomgang av alle vassdrag. Vi fikk en oversikt fra NVE over vassdragene som hadde en eller flere vannkraftreguleringer i nedbørsfeltet. Alle kraftverkene ble klassifisert etter størrelse som mikro/minikraftverk (< 1 MW), småkraftverk (1-10 MW) eller store kraftverk (over 10 MW), basert på opplysninger om kraftverkene i NVE Atlas. Fra spesifikasjoner fra kraftverket (fallhøyde og effekt) estimerte vi også kraftverkernes slukekapasitet (m³/s), som ble sammenlignet med medianvannføringen. Vi antok 90 % virkningsgrad i store kraftverk og 85 % virkningsgrad i de mindre. I noen tilfeller var slukekapasiteten oppgitt i konsesjonsdokumenter. Der det ikke var oppgitt fallhøyder, anslo vi disse fra kart. Årstall for utbygging ble også angitt. Der det var flere kraftverk ble årstall for oppstart av det kraftverket som var forventet å ha størst effekt på laksebestandene brukt. Kraftverkernes størrelse og utbyggingsår vil inngå i kommende analyser av vannkraftverk som påvirkningsfaktor på både laks og sjørret.

Effekten av vannkraftreguleringene ble deretter klassifisert som tidligere med to indekser, det vi si én indeks for effekten av fraføring av vann fra hele eller deler av lakseførende strekning, og som gir redusert produksjonspotensial (på grunn av redusert vanddekt areal), og én for andre effekter av reguleringene. Samlet effekt av kraftverkene var summen av de to indeksene, trunkert på score 3 (stor effekt).

Fraførte nedbørsfelt ble identifisert fra kart i NVE Atlas og prosent fraført avrenning av nedbørsfeltets samlede avrenning ble beregnet. I utgangspunktet ble følgende klassifisering brukt:

- Under 10 % fraføring gir effekt 0
- 10-30 % fraføring gir effekt 1
- 30-60 % fraføring gir effekt 2
- Over 60 % fraføring gir effekt 3.

Det ble imidlertid skjønnsmessig tatt hensyn til vassdragets størrelse (nedbørsfelt og/eller vannføring) og elvesengas utforming (bred eller smal) som observert på flyfoto. I små vassdrag med flat elveprofil ble grensene generelt redusert. I noen tilfeller fant vi opplysninger om fraføring og effekter i rapporter.

I den andre vannkraftindeksen som ble benyttet klassifiseres andre effekter av vannkraftutbygginger enn fraføring som bidrar til redusert fiskeproduksjon. Dette kan være omfordeling av vann over året, temperaturendringer, habitatdegradering og effektkjøring som gir stranding av fisk og bunndyr (Johnsen mfl. 2010). I mange bestander ble disse effektene klassifisert fra rapporter som beskriver effekten (utredninger under konsesjonsbehandling eller etterundersøkelser), og der slik kunnskap manglet ble det brukt skjønn ut fra type regulering.

Annen vannbruk enn til kraftproduksjon kan også påvirke laksebestander, særlig i små vassdrag, og slik vannbruk kan være til oppdrett (i hovedsak smoltproduksjon), industri, jordbruksvanning og drikkevann. For uttak av vann til oppdrett har vi nå gjort en mer grundig gjennomgang enn tidligere, og vi har endret skalaen for å ta hensyn til de store effektene i noen vassdrag. Fra NVE fikk vi tilgang til en oversikt over anlegg som tar inn vann fra lakseførende vassdrag, og kombinert med oversikt over oppdrettslokaliteter fra Fiskeridirektoratets kartløsning har vi en tilnærmet full oversikt for hvor slik aktivitet er relevant. NVE sin oversikt inneholdt også opplysninger om sperrer som er bygd for å sikre vanninntak til anleggene ovenfor lakseførende strekning. Det er en utvikling mot at flere av anleggene bruker RAS teknologi (resirkulerende akvakultursystem) med lavere vannbehov per produsert fisk og rensing av inntaksvann, slik at kravet om inntak ovenfor anadrom strekning faller bort. I slike tilfeller kan sperrer fjernes, men dette har ikke alltid blitt gjort. Vi har i tillegg til data fra NVE brukt flyfoto og nettsøk for å skaffe informasjon om både vannuttakets størrelse og eventuelle sperrer. Opplysningene er spredt og ikke lett tilgjengelig, og noen ganger har vi brukt skjønn ut fra anleggets størrelse (produksjonskapasiteten er oppgitt i Fiskeridirektoratets kartbase). Mens vi tidligere klassifiserte effekt av annen vannbruk til ingen eller liten (score 1), og bemerket der annen vannbruk hadde større effekt, lot vi denne gangen skalaen gå til stor effekt (3). Stor effekt ble gitt ved svært store vannuttak som gir helt eller delvis tørrlegging, eller der oppgangen av laks har blitt sperret nær munningen.

Påvirkningen fra fremmede fiskearter ble klassifisert som i kvalitetsnormens påvirkningsanalyse (Anon. 2016b) med indeksverdier fra 0 til 2 ut fra rapporterte forekomst av pukkellaks (Berntsen mfl. 2020) og indikasjoner eller dokumentasjon på gyting og produksjon av ungfisk av pukkellaks. Merk at invasjonen av pukkellaks i 2021 ikke er hensyntatt i klassifiseringen, og at vi ikke har vurdert regnbueørret, der vi bare har fangststatistikk fra 2019 og lite annen informasjon (men se kapittel 7.1.17).

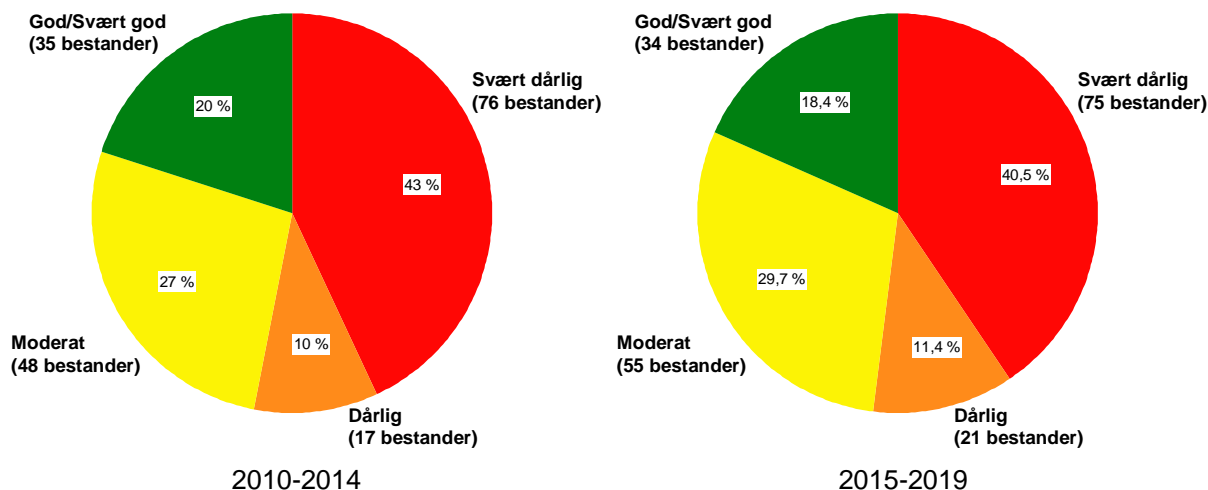
For bestander vurdert etter kvalitetsnormen brukte vi estimert overbeskatning til klassifiseringen. Det er ikke mulig å vurdere eller klassifisere overbeskatning for bestander med dårlig eller manglende fangststatistikk, og denne faktoren ble ikke klassifisert for bestandene vurdert etter forenklet tilstandsvurdering. For disse har vi imidlertid gitt en oppdatert vurdering av beskatningsnivå (fra ingen eller svært lav til høy).

Tabell 11.4. Klassifisering av menneskeskapte påvirkningsfaktorer med score for effekt på bestandsstørrelse hos laks fra 0 (ingen effekt) til 3 (stor effekt). Kryssene angir hvor langt opp på skalaen hver faktor kan nå. I kommentarfeltet angis hvordan hver faktor ble klassifisert.

Påvirkning	0	1	2	3	Forklaring
Miljøgifter (Cu, Ni)	x	x			0 = ingen overskridelse av grenseverdier. 1 = overskridelse av grenseverdier. Grenseverdier som definert i vannforskriften og kvalitetsnorm for villaks. I noen tilfeller ble det gitt score 1 der det var andre kjente miljøgifter som påvirker fisken.
Samferdsel (kulverter)	x	x			0 = $\leq 0,7$ sannsynlige kulverter per km anadrom strekning, 1 = 0,7 kulverter per km.
Arealinngrep	x	x	x		0 = $< 50\%$, 1 = 50-100 % og 2 = $> 100\%$ av anadrom strekning (til sammen mer enn en elvebredd) med sikringstiltak. Det ble også gis score 1 eller 2 ved store kjente inngrep ikke registrert av NVE.
Avløp (bebyggelsesindeks)	x	x			0 = indeksverdi ≤ 12 og 1 = indeksverdi > 12 . Indeksen beregnes fra antall bygninger i en 250 m sone på hver side av anadrom strekning.
Landbruk (andel jordsbruksareal)	x	x			0 = $< 35\%$ jordbruksareal i en 100 m sone på begge sider av anadrom strekning, 1 = $> 35\%$ jordbruksareal i en 100 m sone på begge sider av anadrom strekning, og $< 50\%$ kantskog i en 10 m sone på hver side av strekningene.
Forsuring	x	x	x		0 = uten kjent forsuring, 1 = forsuret, men kalket, 2 = forsuret, ukalket.
Vannkraftregulering	x	x	x	x	Sum av de to indeksene som inngår i kvalitetsnormens påvirkningsanalyse (én indeks er knyttet til redusert produksjonskapasitet på grunn av fraføring av vann, og én er knyttet til redusert produksjon på grunn av andre endringer i miljøforhold), trunkert på 3. Inkluderer bare reguleringer for kraftproduksjon.
Annen vannbruk	x	x	x	x	0 = ikke registrert, 1 = vann tas ut til fiskeoppdrett eller annet bruk som reduserer produksjonen, 2 = store uttak og sperrer som blokkerer adgang til deler av anadrom strekning og 3 = svært store uttak som gir hel eller delvis tørlegging eller vassdrag der oppgangen er sperret.
Lakselus	x	x	x	x	Grenseverdier som i kvalitetsnormens påvirkningsanalyse, basert på estimer av smolt dødelighet i Havforskningsinstituttets virtuelle smoltmodell.
Rømt oppdrettslaks (årsprosent)	x	x	x		Som i kvalitetsnormens påvirkningsanalyse, men hvor 0 = < 1 , 1 = 1-10 % (liten og moderat sammenslått) og 2 = $> 10\%$.
Overbeskatning	x	x	x		Basert på beregnet overbeskatning og klassifisert som i kvalitetsnormens påvirkningsanalyse.

11.4 Kvalitetsnormvurdering

Det var 185 bestander som ble klassifisert etter kvalitetsnormen for perioden 2015-2019. Dette var ni flere enn for perioden 2010-2014. Til tross for at flere bestander var inkludert var det en bestand mindre som nådde kvalitetsnormens krav om minst god kvalitet i denne andre perioden enn i første periode (**figur 11.2**). Andelen med god nok kvalitet sank fra 20,0 til ca. 18,5 %. Omtrent halvparten av bestandene var i dårlig eller svært dårlig tilstand, både ved denne og den forrige vurderingen. Kvalitetsnormvurderingen for de enkelte bestandene er gitt i **tabell 11.5**.

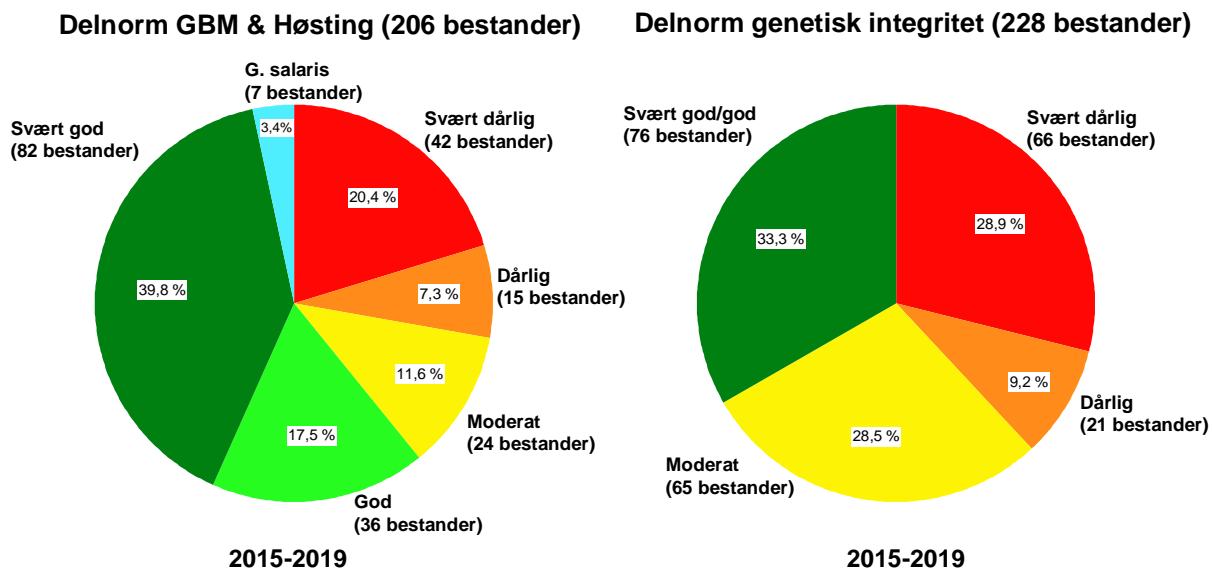


Figur 11.2. Klassifisering av tilstand i laksebestander etter kvalitetsnormen for villaks for periodene 2010-2014 og 2015-2019. Det var 176 bestander som ble klassifisert i første periode og 185 bestander i andre. Kvalitetsnormens krav er minst god tilstand (grønn farge).

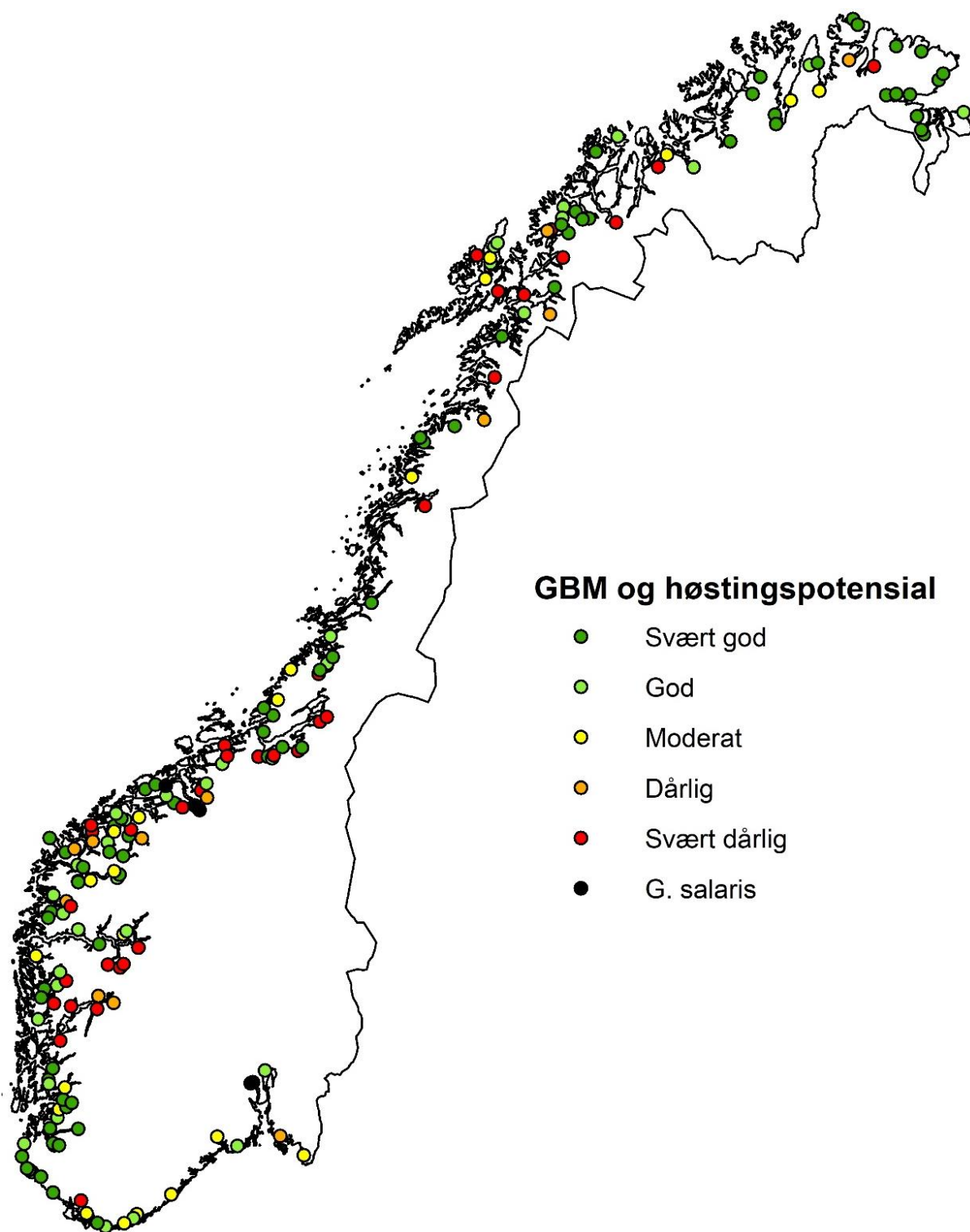
Klassifiseringen etter de to delnormene ble gjort for flere bestander enn de som hadde samlet klassifisering. Dette skyldes dels at det er bestander som har ordinær vurdering av delnorm gytebestandsmål og høstingspotensial, men som ikke har blitt undersøkt for genetisk integritet, og dels at det er bestander som er undersøkt for genetisk integritet, men som kun har forenklet vurdering av gytebestandsmål og høstingspotensial.

Som ved vurderingen av perioden 2010-2014, var det en mye større andel bestander i god eller svært god status etter delnorm gytebestandsmål og høstingspotensial enn etter delnorm genetisk integritet (**figur 11.3**). Dette mønsteret holder seg også om vi bare ser på bestander som har begge delnormene klassifisert. Som vist i kapittel 5 er det en stor andel av bestandene som når gytebestandsmålene, men nesten 40 % nådde ikke delnormens minimumskrav på grunn av for lavt høstbart overskudd. Dette er bestander der fisket i de aller fleste tilfellene har blitt redusert tilstrekkelig til at gytebestandsmålene har blitt nådd, men hvor andre menneskeskapte påvirkninger har redusert det høstbare overskuddet. Det var bestander i svært dårlig tilstand etter denne delnormen i hele landet, men få i Finnmark og på Østlandet, og mange i Vestland (**figur 11.4**). Om statusen i Finnmark skal det bemerkes at Tana er i svært dårlig tilstand.

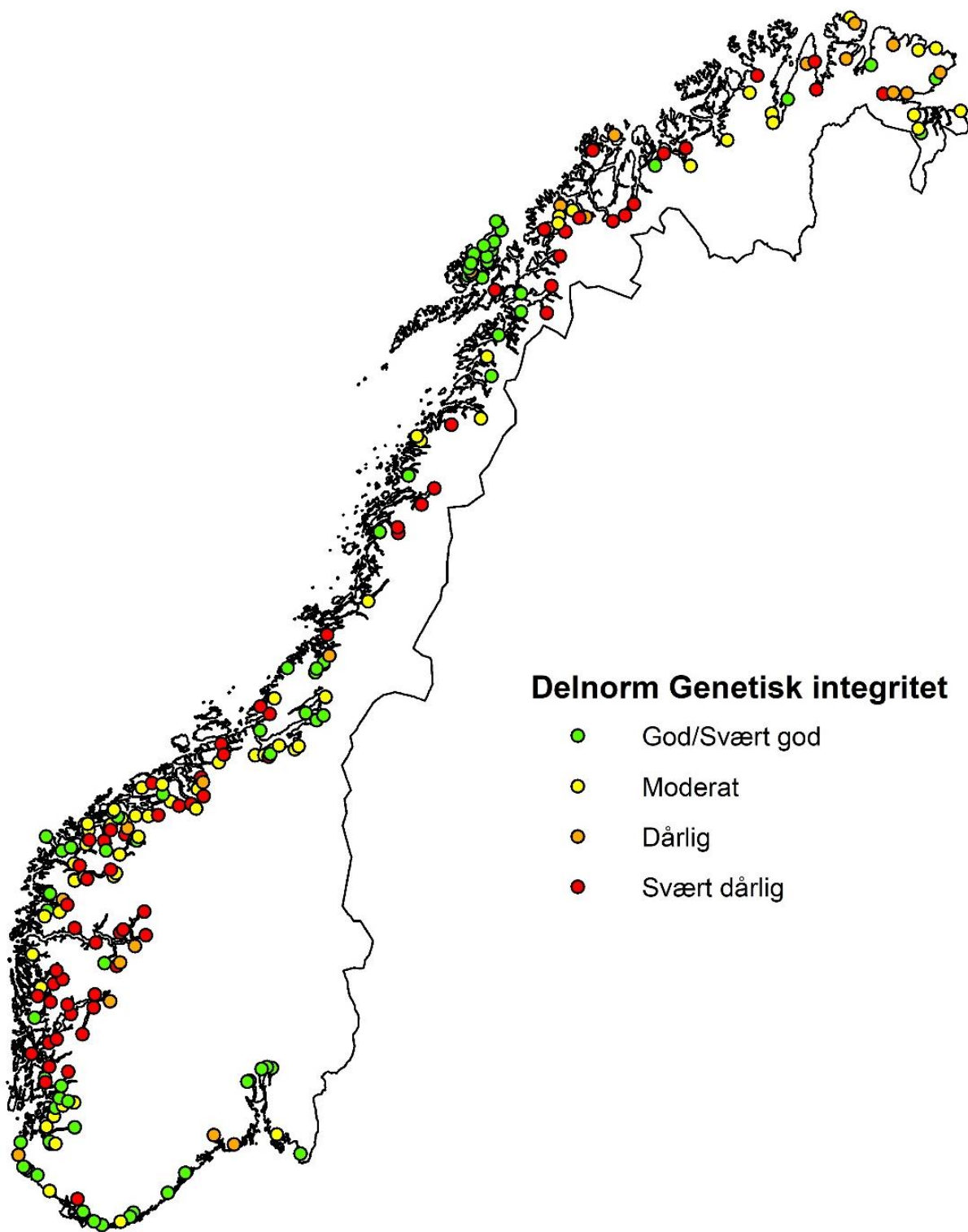
To tredjedeler av bestandene nådde ikke tilstrekkelig kvalitet etter delnorm genetisk integritet. En viktig årsak til svak forverring av tilstand i den samlede normen fra første til andre vurderingsperiode er at flere bestander ble undersøkt og fikk påvist effekter av rømt oppdrettslaks på genetisk integritet. Dette tilsier ikke nødvendigvis at tilstand i bestandene har blitt forverret, men at genetisk integritet nå har blitt klassifisert i flere bestander, og at tilstanden er for dårlig i mange av disse. Også for delnorm genetisk integritet var det bestander i svært dårlig tilstand i det meste av landet, men få fra Jæren og østover (**figur 11.5**). Vestland, deler av Møre og Romsdal og Troms er områder med mange bestander med høy innkryssing av rømt oppdrettslaks og dårlig genetisk integritet.



Figur 11.3. Klassifisering av tilstand i laksebestander etter de to delnormene gytebestandsmål og høstingspotensial (GBM & Høsting) og genetisk integritet for perioden 2015-2019. Merk at dette er alle bestander som kunne klassifiseres etter de respektive delnormene, mens det bare var 185 bestander som ble klassifisert etter samlet kvalitetsnorm (se figur 11.2).



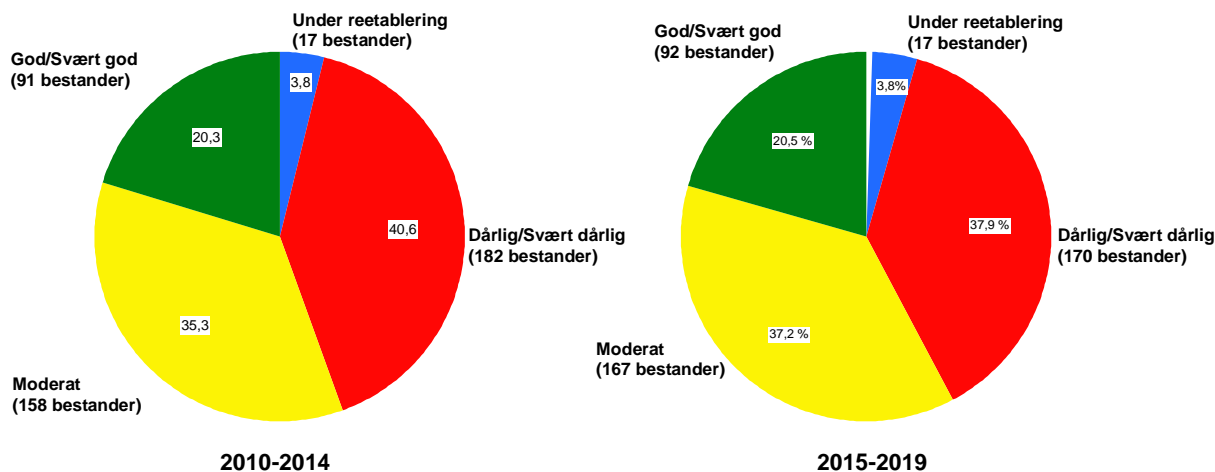
Figur 11.4. Kart med klassifisert tilstand etter delnorm gytebestandsmål og høstingspotensial i 198 laksebestander for perioden 2015-2019.



Figur 11.5. Kart med klassifisert tilstand etter delnorm genetisk integritet i 228 laksebestander for perioden 2015-2019.

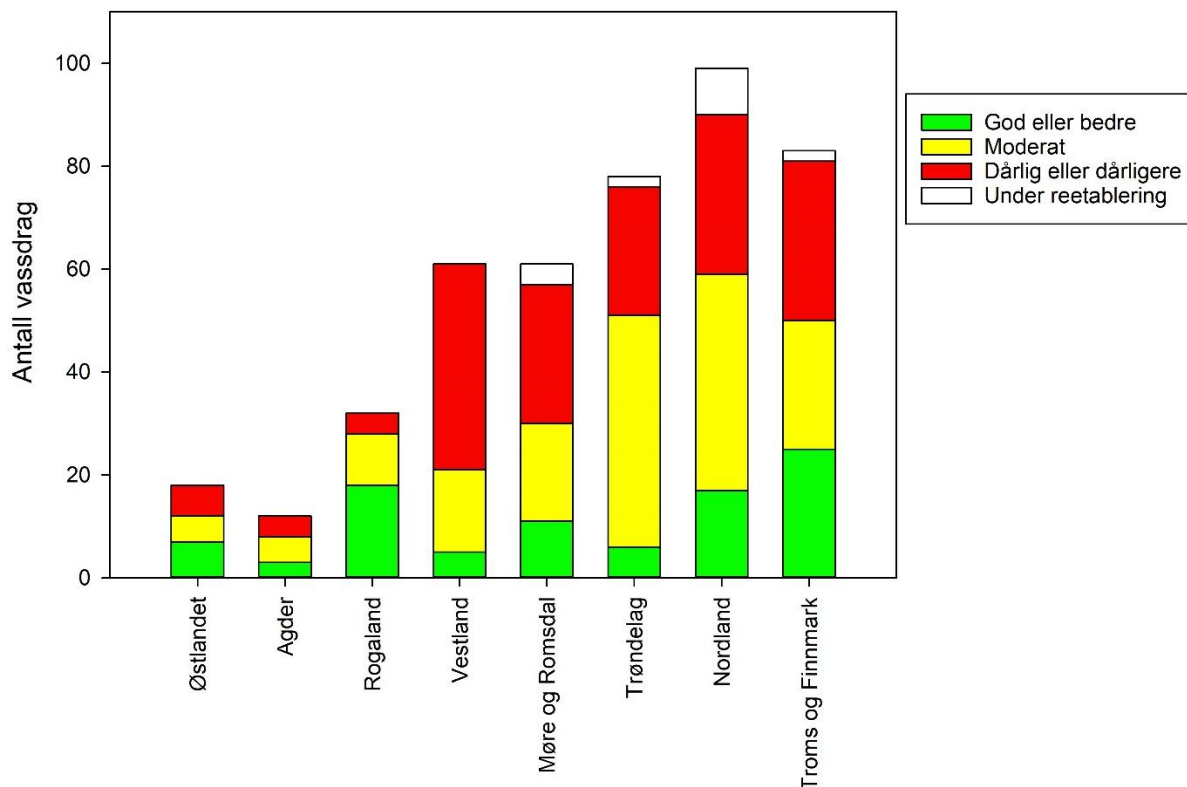
11.5 Tilstand i alle bestander

Tilstanden for laks i alle de ulike laksebestandene er gitt i **tabell 11.5**. Når vi slår kvalitetsnormvurderingen sammen med forenklet vurdering får vi en samlet beskrivelse av tilstanden i alle registrerte laksebestander i Norge (449 bestander) for perioden 2015-2019. Denne klassifiseringen kan også sammenlignes med tilstanden for perioden 2010-2014 (**figur 11.6**). Det var svært små endringer i fordelingen mellom tilstandsklasser mellom de to periodene, selv om en del bestander fikk dårligere eller bedre vurderinger i den siste perioden. Det er bare 20 % av bestandene som var i god eller svært god tilstand, og ca. 40 % i dårlig eller svært dårlig tilstand.

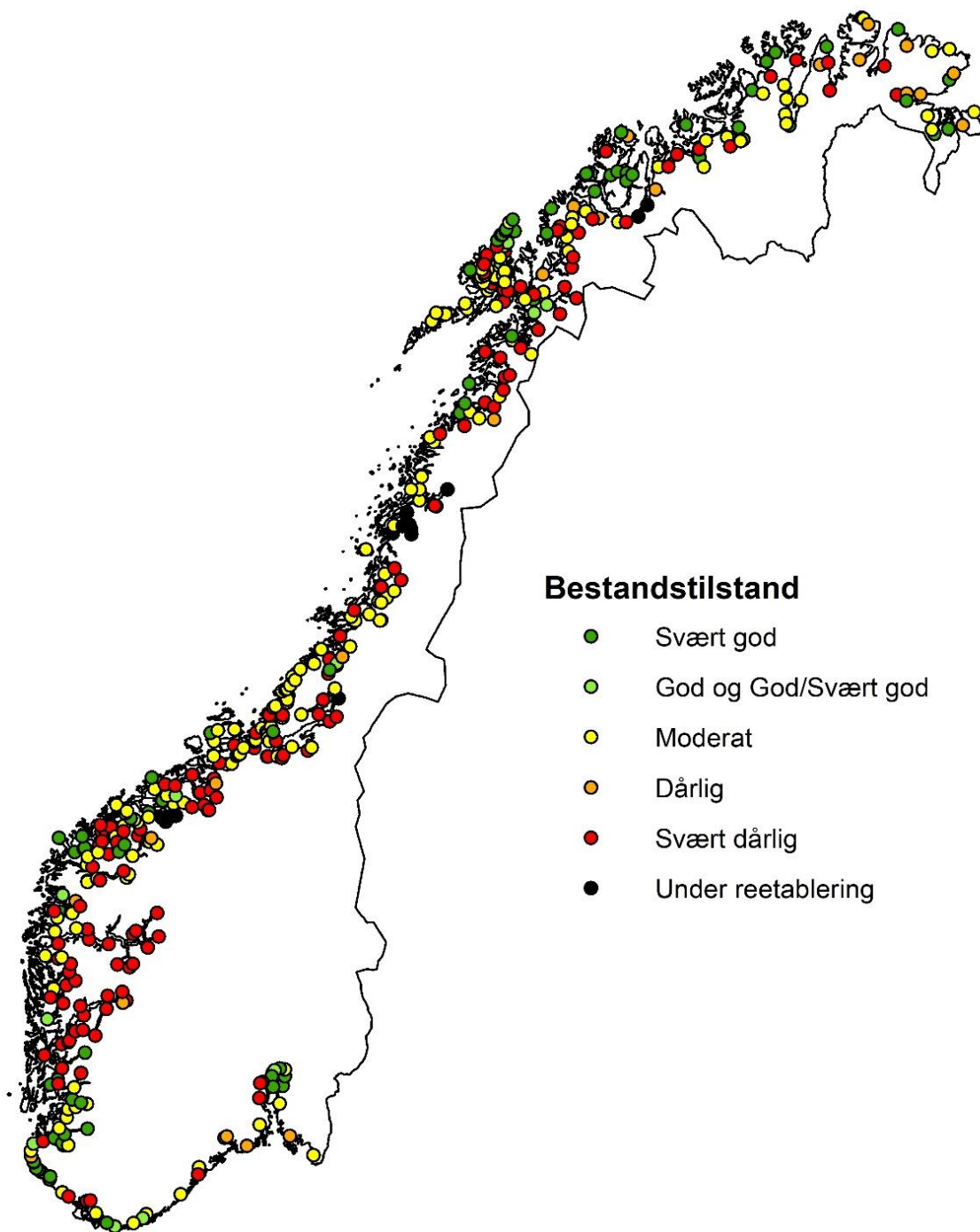


Figur 11.6. Klassifisering av tilstand i alle laksebestander etter enten kvalitetsnormen eller forenklet vurdering for periodene 2010-2014 og 2015-2019. I siste periode var det tre vurderte bestander som av ulike årsaker ikke ble klassifisert (hvit del av figuren til høyre). I 2010-2014 var det 448 bestander som ble vurdert, mens i 2015-2019 ble de to delene av Årgårdsvassdraget vurdert hver for seg slik at det da var 449 bestander som ble vurdert.

Det var bestander i dårlig tilstand over hele landet, men spesielt mange i Vestland, der de fleste bestandene var i svært dårlig eller dårlig tilstand og bare noen bestander i ytre deler var i bedre tilstand (**figur 11.7** og **11.8**). Det er også klynger med bestander i svært dårlig tilstand i Møre og Romsdal, og dette var fylket etter Vestland som hadde høyest andel bestander i dårlig eller svært dårlig tilstand. Det var høyest andel bestander i god tilstand i Rogaland, fulgt av Østlandet (fylkene øst for Agder) og mange bestander i god tilstand i ytre deler av Troms og Finnmark.



Figur 11.7. Geografisk fordeling av tilstand i 449 laksebestander for perioden 2015-2019. Høyden på søylene angir antall vurderte bestander og fargene fordelingen i de ulike tilstandsklassene (god og svært god og dårlig og svært dårlig sammenslått). Østlandet er fylkene øst for Agder.

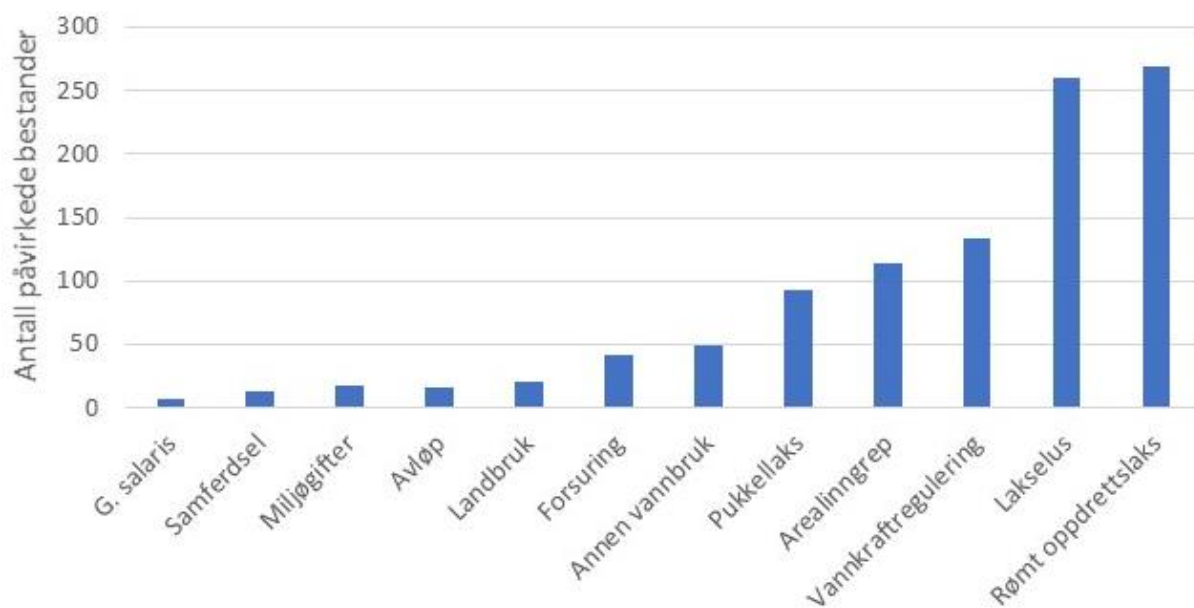


Figur 11.8. Kart som viser tilstanden i 446 laksebestander for perioden 2015-2019.

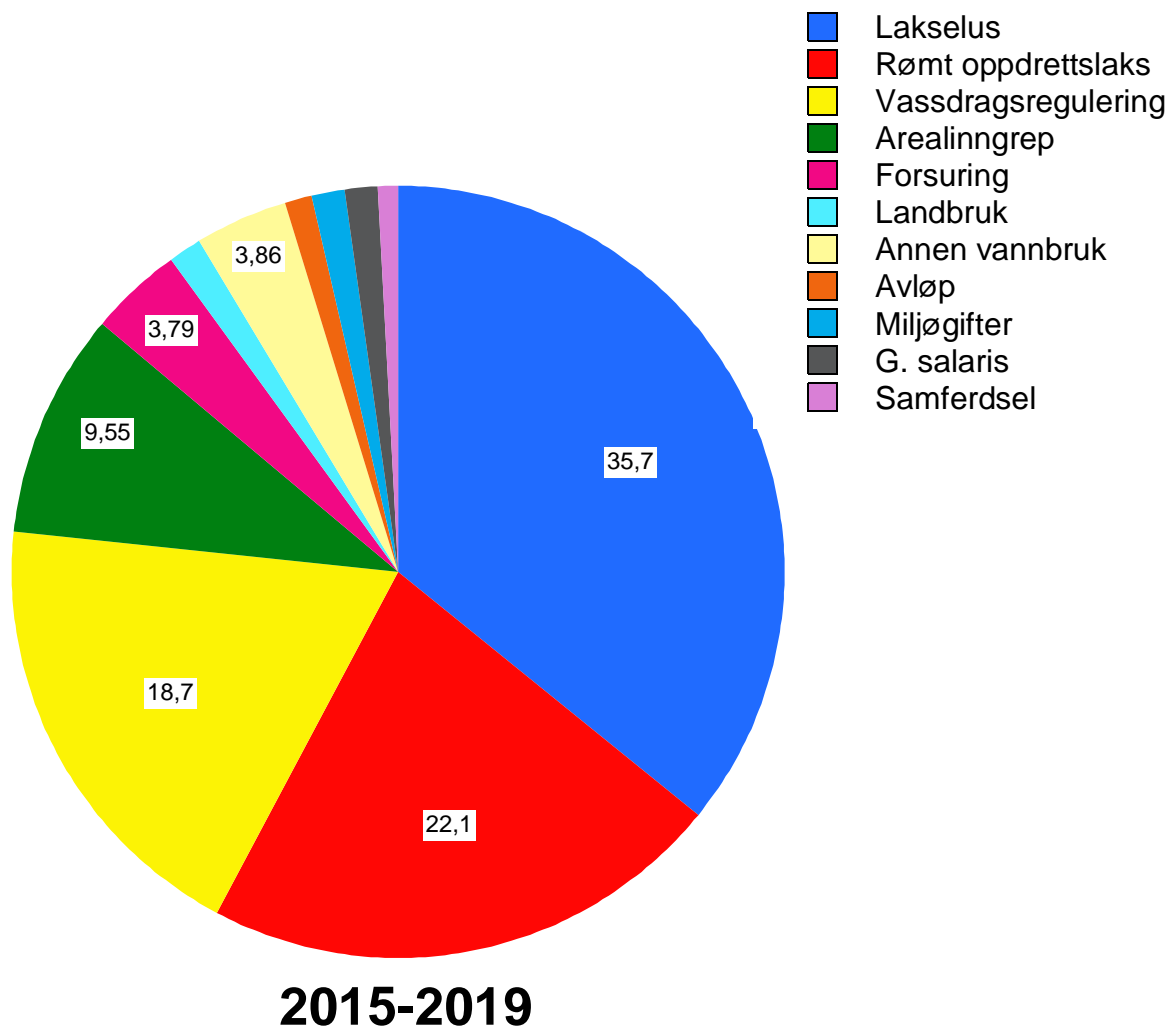
11.6 Bestandseffekter av påvirkninger

Blant påvirkningsfaktorene var det flest bestander som var påvirket negativt (uavhengig av hvor stor effekten var) av rømt oppdrettslaks og lakselus, fulgt av vannkraftreguleringer og arealinngrep (**figur 11.9**). Vi ser nå også at pukcellaks har blitt en påvirkning i relativt mange vassdrag (nesten 100 vassdrag i 2019). Overbeskatning har ikke blitt beregnet for alle bestandene og er ikke inkludert i figurene under. Overbeskatning og beskatningsnivå behandles separat lengre ned.

For å uttrykke hvor mye av den totale påvirkningen på alle bestandene samlet som kommer fra de ulike påvirkningsfaktorene, summerte vi alle effektscorene (tallene i **tabell 11.4**) og beregnet deretter andeler hver enkelt påvirkning utgjør av totalsummen. På grunn av den store usikkerheten om de faktiske bestandseffektene av pukkellaks har vi ikke inkludert denne påvirkningen i sammenstillingen. Ut fra denne beregningen bidro lakselus mest til å redusere bestandsstørrelse for laks, fulgt av rømt oppdrettslaks, vannkraftreguleringer og arealinngrep (**figur 11.10**). Rømt oppdrettslaks har imidlertid ikke bare effekt på bestandsstørrelse, men medfører også negative genetiske endringer av bestandene. Sammenlignet med perioden 2010-2014 (VRL 2018) var det større effekt av arealinngrep og annen vannbruk, men dette skyldes at vi har fått bedre oversikt og ikke at disse påvirkningene har økt i omfang og effekt. Det var også små reduksjoner i samlet effekt av oppdrettslaks og lakselus. For lakselus har vi nå fått et bedre datagrunnlag gjennom estimater fra virtuell smoltmodell (Johnsen mfl. 2020, Johnsen & Karlsen 2021).

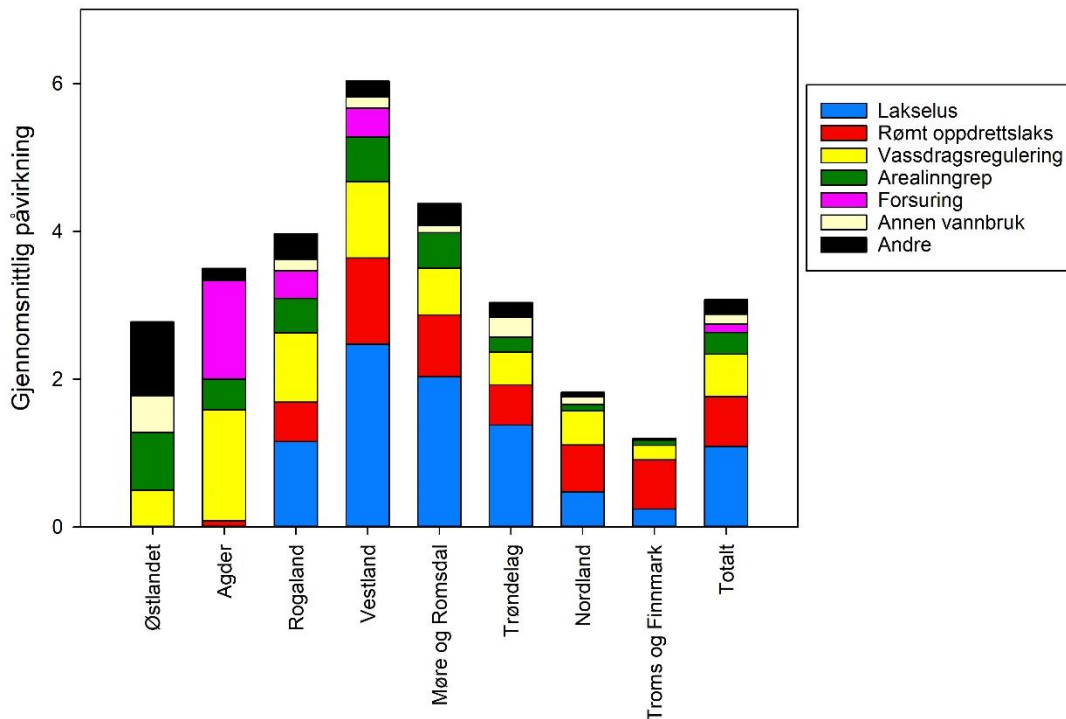


Figur 11.9. Antall laksebestander som var negativt påvirket av ulike påvirkningsfaktorer for perioden 2015-2019. Totalt ble 449 bestander vurdert. Hver bestand kan være påvirket av flere påvirkningsfaktorer.



Figur 11.10. Effekt av ulike påvirkningsfaktorer på redusert bestandsstørrelse hos norsk laks, beregnet etter prosentandel hver enkelt påvirkning utgjør av totalsummen, for perioden 2015-2019. Totalt ble 449 bestander vurdert. Tallene i figuren angir prosentandeler

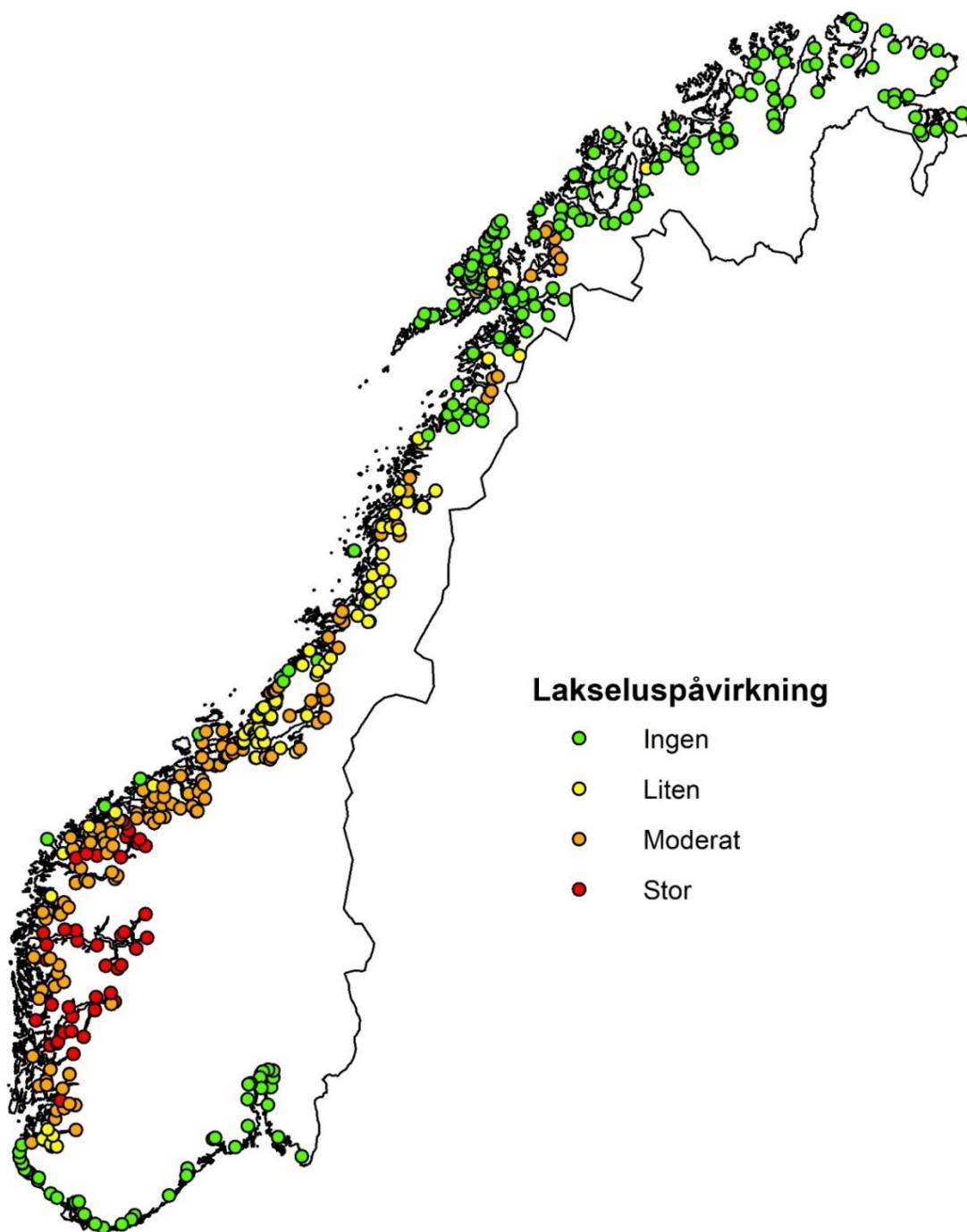
Det var regionale forskjeller både i samlet belastning og i hvordan de ulike påvirkningene var fordelt (**figur 11.11**). Den gjennomsnittlige samlede påvirkningen fra alle faktorene var størst i fylkene Vestland og Møre og Romsdal, og minst i Troms og Finnmark. Negative effekter av vassdragsreguleringer (til vannkraft) ble funnet i alle fylker, mens rømt oppdrettslaks hadde negativ effekt fra Agder og nordover og lakselus fra Rogaland og nordover. Forsuring har en klar regional utbredelse fra Agder til og med Vestland. Det ble registrert arealinngrep i alle fylker, men lite i de to nordligste fylkene. Nedenfor ser vi nærmere på den geografiske fordelingen av påvirkningene, og i **vedlegg 4** presenteres en fylkesvis beskrivelse av bestandstilstand og påvirkningene.



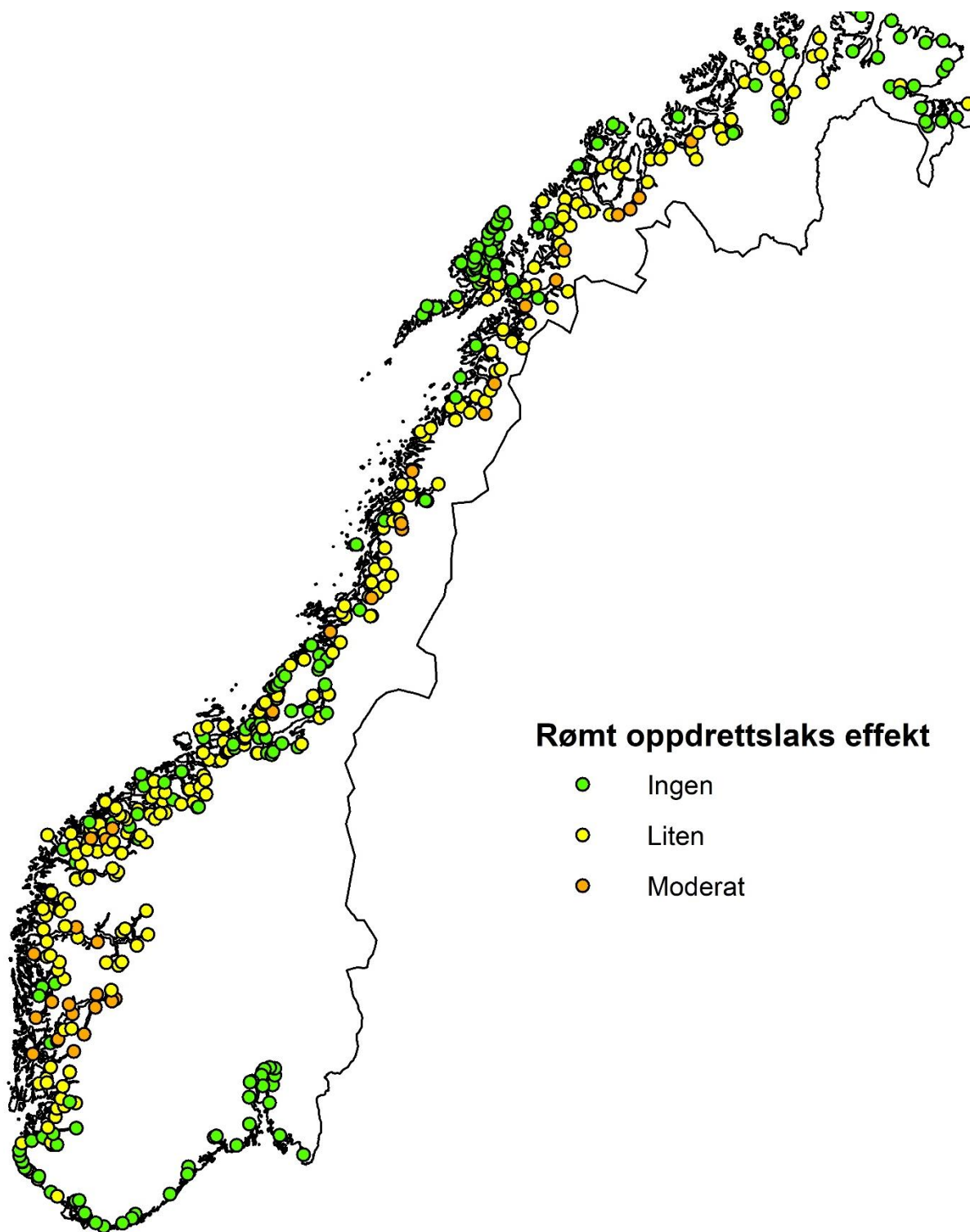
Figur 11.11. Gjennomsnittlig samlet påvirkning av menneskeskapte faktorer (høyden på søylene) i de ulike fylkene i form av negative effekter på bestandsstørrelser av laks (fylkene øst for Agder er slått sammen til Østlandet) og prosentvis fordeling mellom de viktigste påvirkningene (fargene på søylene). Samlet påvirkning er gitt som et gjennomsnitt for bestandene av total påvirkning ut fra score i klassifiseringsystemet, mens andelen av ulike påvirkninger ble beregnet ut fra prosentandel hver enkelt av dem utgjorde av totalsummen i klassifiseringsystemet. Andre påvirkninger er avløp, miljøgifter, G. salaris og samferdsel.

Lakselus påvirket bestander fra Ryfylke i sør til Senja i Troms, med stor effekt i mange bestander i Vestland og Sunnmørsfjordene (**figur 11.12**). I de hardest rammende områdene var det særlig bestander i indre deler av fjordene som hadde stor effekt. Det var mange moderat hardt påvirkede bestander lengre nord i Møre og Romsdal, i Trøndelag og i deler av Nordland og Troms. Rømt oppdrettslaks påvirket mange bestander fra Rogaland og nordover, og det var bare i områdene øst for Rogaland, ytre deler av Lofoten og Vesterålen og øst i Finnmark at det var lite rømt oppdrettslaks (**figur 11.13**). Det var bestander med stor eller moderat effekt av vannkraftreguleringer over hele landet, men særlig mange i Rogaland og Vestland (**figur 11.14**). Det var bestander påvirket av arealinngrep i store deler av landet, men færre jo lengre nord man kommer (**figur 11.15**). Annen vannbruk påvirker spredte bestander i hele landet nord til Vesterålen (**figur 11.16**). Fordelingen av bestander påvirket av annen vannbruk gjenspeiler dels utbredelsen av lakseoppdrett (fordi 24 av de 49 påvirkede bestandene var påvirket av vannuttak til smoltproduksjon), men særlig på Østlandet var det flere bestander som er påvirket av andre typer vannbruk som vanning og uttak av drikkevann. Pukkellaks har klar dominans i Troms og Finnmark, og forsuredde vassdrag finnes primært på Sørlandet og deler av Vestlandet. For de andre påvirkningene er det for få påvirkede bestander til at det framkommer klare geografiske mønstre.

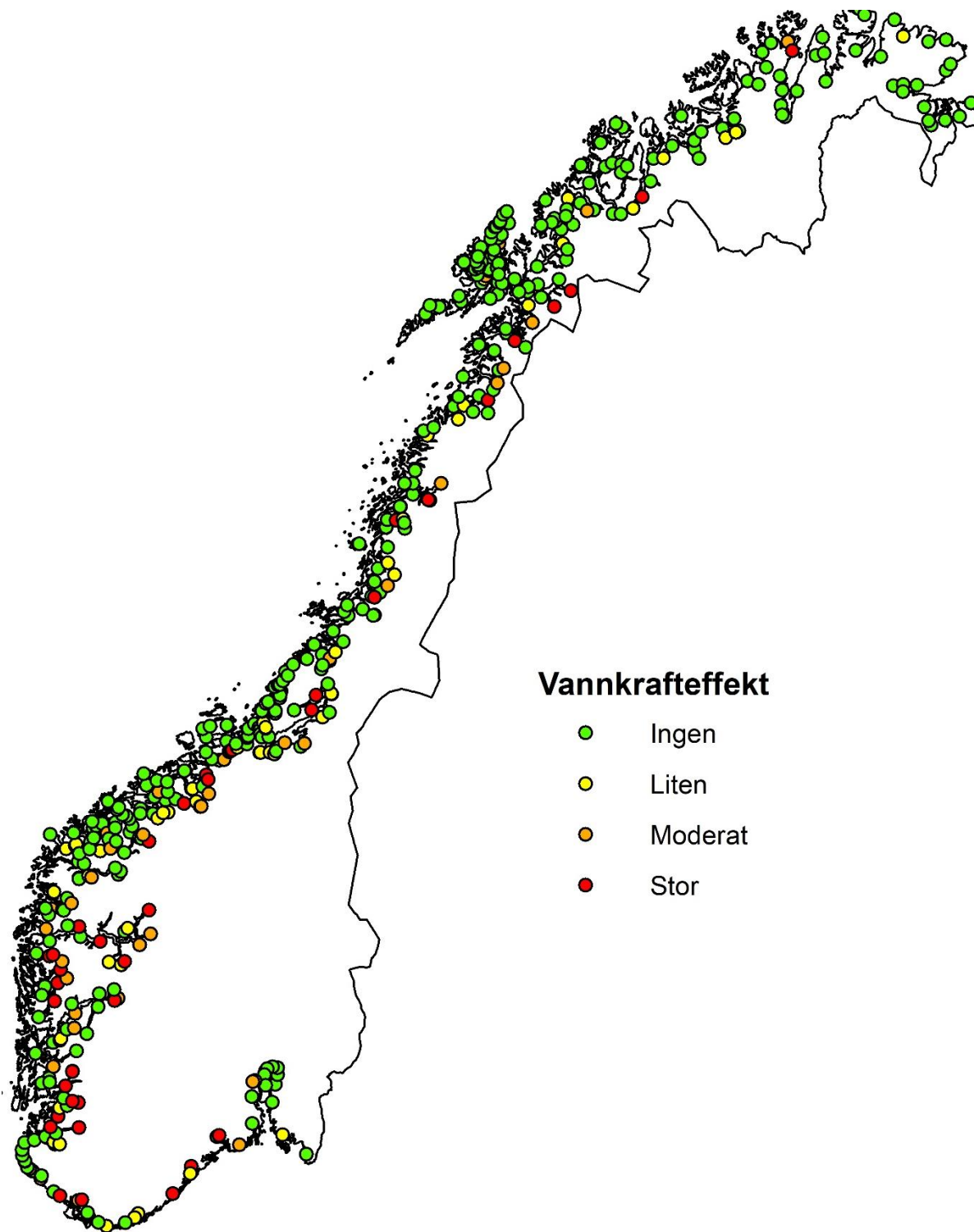
Samlet sett er det et mønster der bestandene på Vestlandet nord for Jæren er påvirket av mange av faktorene, og flere med stor effekt (se også **figur 11.11**) Dette gjelder både eldre inngrep som vannkraftreguleringer og arealinngrep, og nyere påvirkninger fra fiskeoppdrett som ikke har blitt stabilisert.



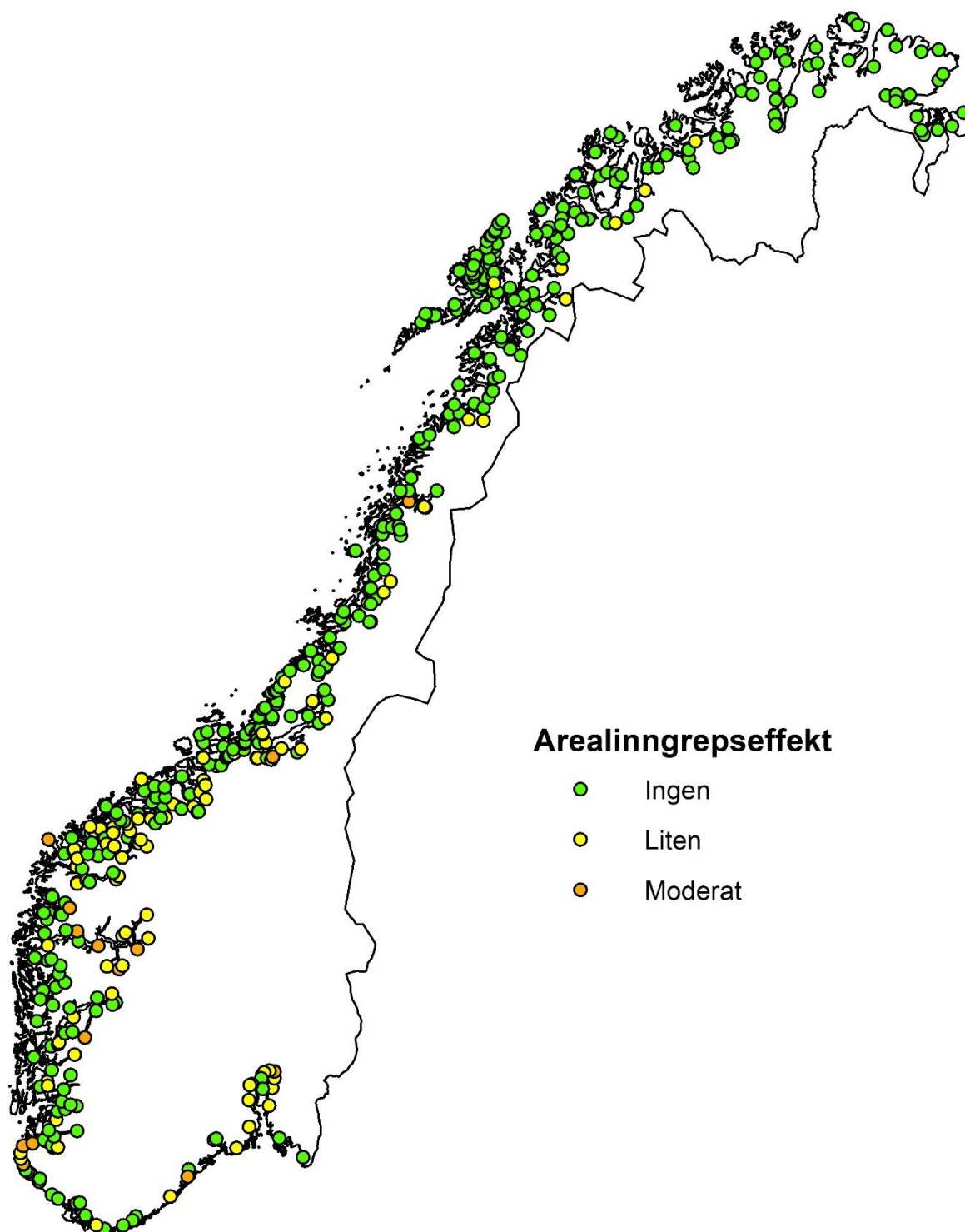
Figur 11.12. Kart som viser klassifisert effekt av lakselus i 449 laksebestander for perioden 2015-2019. Klassifiseringen er basert på gjennomsnittlig estimert lakselusrelatert smoltdødelighet fra Havforskningsinstituttets virtuelle smoltmodell (Johnsen mfl. 2020, Johnsen & Karlsen 2021).



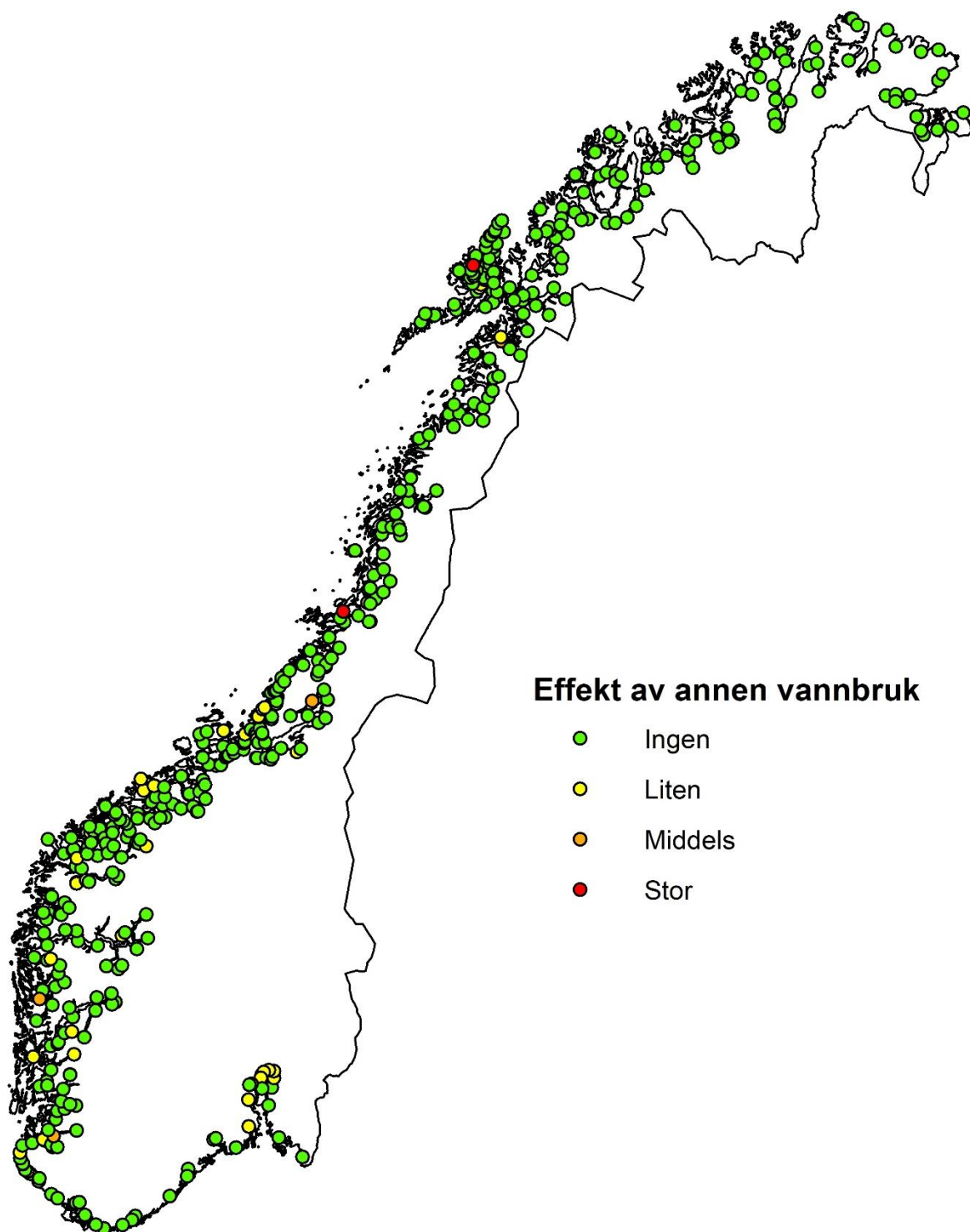
Figur 11.13. Kart som viser klassifisert effekt av rømt oppdrettslaks i 449 laksebestander for perioden 2015-2019. Klassifiseringen er basert på innslaget av rømt oppdrettslaks i bestandene (årsprosent).



Figur 11.14. Kart som viser klassifisert effekt av vannkraft i 449 laksebestander for perioden 2015-2019. Det var 162 av vassdragene som hadde vannkraftverk i nedbørsfeltet og 133 av disse hadde klassifisert effekt på laksebestandene.



Figur 11.15. Kart som viser klassifisert effekt av ulike typer arealinngrep (unntatt vannkraftregulering, som er vurdert for seg) i 449 laksebestander for perioden 2015-2019.

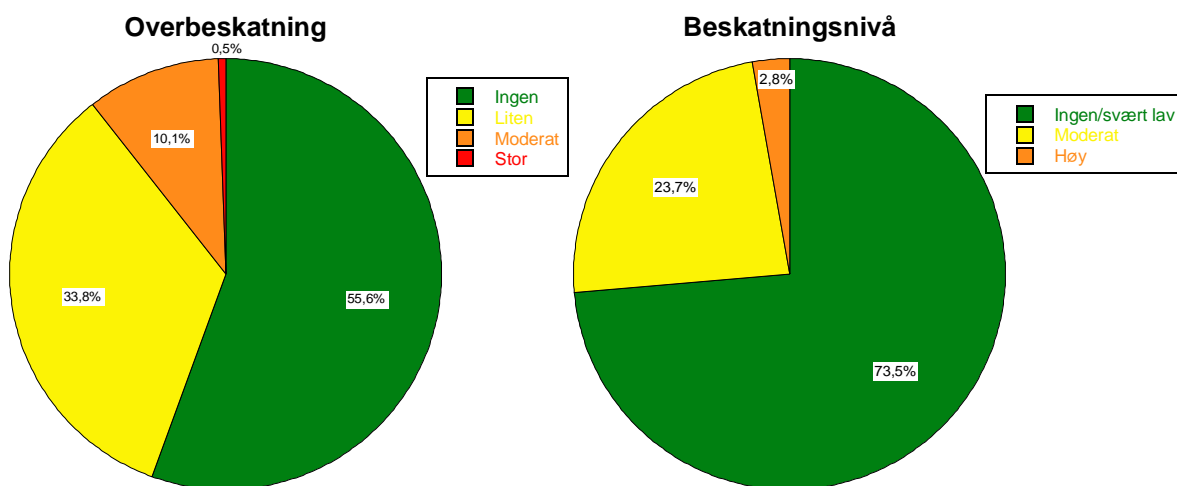


Figur 11.16. Kart som viser klassifisert effekt av annen vannbruk i 449 laksebestander for perioden 2015-2019. Annen vannbruk er uttak av vann til fiskeoppdrett, industri, vanning og drikkevann. I noen tilfeller omfatter inngrepet bygging av dammer eller sperrer som hindrer oppvandring og reduserer produktjonsarealet for laks. Det var 54 vassdrag som hadde annen vannbruk og det ble klassifisert at 49 av disse påvirket laksebestandene i ulike grad.

11.6.1 Overbeskatning og beskatningsnivå

Overbeskatning oppstår når fisken fra en bestand er utsatt for beskatning i elv, i fjord eller langs kysten samtidig som gytebestandsmålet for bestanden ikke blir nådd. Overbeskatning er derfor definert som graden av reduksjon i gytebestand under gytebestandsmålet som skyldes beskatning, og uttrykkes i prosent av gytebestandsmålet. Dette innebærer at det kan være overbeskatningen i en bestand som ikke beskattes i elvefiske, men som beskattes i fjorden utenfor eller langs kysten. Overbeskatning i perioden 2015-2019 er her beregnet for alle bestander som ble vurdert etter delnorm gytebestandsmål og høstingspotensial under kvalitetsnormen. Det var bare én bestand som ble klassifisert til å være utsatt for stor overbeskatning (over 30 %), og i overkant av 10 % av de vurderte bestandene hadde moderat overbeskatning (10-30 %). Nesten 90 % av bestandene hadde altså lav eller ingen overbeskatning (**figur 11.17**).

For bestandene med forenklet vurdering er det ikke mulig å beregne eller klassifisere overbeskatning. For disse bestandene ble beskatningsnivået klassifisert fra ingen/svært lav, via moderat til høyt, basert på fiskeregler, tilgjengelig fangststatistikk, beskatningsnivå i sjøen utenfor vassdraget og vassdragets egnethet for fiske (VRL 2018a). Klassifiseringen av beskatningsnivå for perioden 2010-2014 inngikk i høringen hos Statsforvalter (VRL 2018a), og vi har i klassifiseringen for perioden 2015-2019 bare oppdatert denne klassifiseringen basert på endringer i fiskeregler og eventuell annen informasjon vi har mottatt. Blant bestandene med forenklet vurdering var det knappe 3 % (7 bestander) som ble klassifisert til å ha høy beskatning (over 45 % beskatning), og nesten 75 % av bestandene hadde ingen eller svært lav beskatning (**figur 11.17**). Årsaken til at så mange som 183 bestander hadde ingen eller svært lav beskatning (under 15 % beskatning) er dels at det i mange av vassdragene ikke har vært åpnet for fiske, eller fisket er praktisk vanskelig slik at det ikke eller sjelden fiskes, og dels at størrelsen på gytefisken er så liten at relativt lave andeler av fisken inngår i sjølaksefisket. Blant de syv bestandene med høy beskatning var det fire som var i dårlig eller svært dårlig tilstand, og hvor det er sannsynlig at bestandene er overbeskattet. Blant de 59 bestandene med moderat beskatning var det 12 bestander i dårlig eller svært dårlig tilstand, og det er sannsynlig at disse også er overbeskattet, men i mindre grad enn bestandene med høy beskatning og dårlig tilstand. Samlet sett tyder disse beregningene og vurderingene at om lag en tredjedel av bestandene er påvirket av for høy beskatning, men at effekten er stor bare i et fåtall bestander.



Figur 11.17. Klassifisert effekt av overbeskatning (ingen = 0, liten < 10 %, moderat 10-30 % og stor > 30 %) for bestander vurdert etter kvalitetsnormen og beskatningsnivå (ingen eller lav beskatning=under 15 %, moderat 15-45 % og høy > 45 %) for bestander med forenklet vurdering. Merk at mens overbeskatning er beregnet og uttrykt i prosent av gytebestandsmålet er beskatningsnivå anslått fra fisketrykke i elv og sjøfisket (regler, fiskemuligheter, fiskestørrelse) og i noen tilfeller informasjon om ulovlig fiske og uttrykt i sannsynlig beskatningsrate.

Tabell 11.5. Klassifisering av bestandstilstand i 449 laksebestander etter kvalitetsnorm for villaks (185 bestander) eller forenklet tilstandsvurdering (264 bestander) fra svært dårlig til svært god tilstand for perioden 2015-2019. Bestandene er identifisert ved vassdragsnummer, vassdragsnavn, fylke og om de er nasjonale laksevasdrag. I tillegg er det gitt informasjon om vassdragets gytebestandsmål, om det er vurdert etter kvalitetsnormen eller forenklet tilstandsvurdering, oppnåelse av gytebestandsmål i prosent, og høstingspotensial. Deretter er vurderingen av tilstand for vassdraget gitt ut fra oppnåelse av gytebestandsmål og høstingspotensial, genetisk integritet, samt en samlet vurdering av bestandstilstand. Grønn farge angir god tilstand, gul moderat, oransje dårlig og rød svært dårlig tilstand. Menneskeskapte påvirkningsfaktorer er klassifisert til å ha ingen effekt (grønt), liten effekt (gult), moderat effekt (oransje) og stor effekt (rødt) på bestandsstørrelse. For vannkraftregulering er det en kolonne som oppgir årstallet for utbygging, og der årstall ikke er oppgitt er vassdraget ikke regulert for vannkraftproduksjon. Om det forekommer annen vannbruk eller ikke i vassdraget er også gitt i en egen kolonne. Beskatningsnivået i vassdraget er beskrevet, og for noen vassdrag er det gitt spesifikke merknader.

Vassdragsnummer	Vassdragsnavn	Fylke	Nasjonalt laksevasdrag (1=a, 0=nei)	Gytebestandsmål (kg hummer)	Vurdert etter kvalitetsnorm (1) eller forenklet tilstandsvurdering (0)	Oppnåelse av gytebestandsmål 2015-2019 (%)	Høstingspotensial 2015-2019 (% av normal)	Tilstand ut fra gytebestandsmål og høstingspotensial	Tilstand ut fra genetisk integritet	Bestandsstilstand, samlet vurdering (etter kvalitetsnorm, eller forenklet tilstandsvurdering)	Miljøgifter (effekt)	Samferdsel (effekt)	Arealinngrep (effekt)	Landbruk (effekt)	Avløp (effekt)	Forsuring (effekt)	Utbygd for vannkraft (år)	Vannkraftregulering (effekt)	Annen vannbruk (1=a, 0=nei)	Annen vannbruk (effekt)	Lakselus (effekt)	Rømt oppdrettslaks (effekt)	Pukkellaks (effekt)	Overbeskatning (effekt)	Beskatningsnivå	Merknader
001.1Z	Enningdal	Viken	1	453	1	100	70	Moderat	Svært god/god	Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0		
002.Z	Glomma	Viken	0	960	1	97	65	Dårlig	Moderat	Dårlig	0	0	0	0	1	0		1	0	0	0	0	1	1		Nedskrevet en klasse pga. kultivering
004.Z	Holenelva	Viken	0	42	0			Moderat		Moderat	0	0	1	0	0	0		0	0	0	0	0	0			Ingen eller svært lav
005.3Z	Årungselva	Viken	0	28	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	1	0	0	0		0	0	0	0	0	0			Ingen eller svært lav
005.4Z	Gjersjøelva	Viken	0	20	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	1	0	0	0		0	1	1	0	0	0			Ingen eller svært lav
006.Z	Nordmarkvassdraget (Akerselva)	Oslo	0	37	0			Moderat	Svært god/god	Moderat	1	0	2	0	1	0		0	1	1	0	0	1			Moderat
007.Z	Lysakerelva	Oslo	0	53	0			God/Svært god	Svært god/god	God/Svært god	1	0	1	0	1	0		0	1	1	0	0	1			Moderat

Vassdragsnummer	Vassdragsnavn	Fylke	Nasjonalt laksevassdrag (1=ja, 0=nei)	Gytebestandsmål (kg hummer)	Vurdert etter kvalitetsnorm (1) eller forenklet tilstandsvurdering (0)	Oppnåelse av gytebestandsmål 2015-2019 (%)	Høstingspotensial 2015-2019 (% av normalt)	Tilstand ut fra gytebestandsmål og høstingspotensial	Tilstand ut fra genetisk integritet	Bestands tilstand, samlet vurdering (etter kvalitetsnorm, eller forenklet tilstandsvurdering)	Miljøgifter (effekt)	Samferdsel (effekt)	Arealinngrep (effekt)	Landbruk (effekt)	Avløp (effekt)	Forsuring (effekt)	Utbygd for vannkraft (år)	Vannkraftregulering (effekt)	Annen vannbruk (1=ja, 0=nei)	Annen vannbruk (effekt)	Lakselus (effekt)	Rømt oppdrettslaks (effekt)	Pukkellaks (effekt)	Overbeskanning (effekt)	Beskatningsnivå	Merknader	
008.2Z	Neselva	Viken	0	9	0			Moderat		Moderat	0	0	1	0	1	0		0	0	0	0	0	0	0	1	Ingen eller svært lav	
008.Z	Sandvik	Viken	0	331	1	99	80	God	Svært god/god	God	0	0	1	0	1	0		0	1	1	0	0	0	0	1		
009.1Z	Askerelva	Viken	0	3	0			God/Svært god		God/Svært god	0	1	0	0	1	0		0	1	1	0	0	0	0		Ingen eller svært lav	
009.Z	Åroselva	Viken	0	247	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0		Moderat	
011.Z	Lier	Viken	0	494	1			G. salaris	Moderat	Svært dårlig	1	0	1	0	0	0	2012	1	1	1	0	0	0				
012.Z	Drammen	Viken	0	4355	1			G. salaris	Svært god/god	Svært dårlig	0	0	1	0	0	0	1953	2	0	0	0	0	0				
013.Z	Sande-vassdraget	Vestfold og Telemark	0	171	0			G. salaris		Svært dårlig	1	0	1	0	0	0		0	1	1	0	0	0			Ingen eller svært lav	
014.Z	Aulivassdraget	Vestfold og Telemark	0	442	0			Moderat		Moderat	0	0	1	1	0	0	1950	0	1	1	0	0	0			Ingen eller svært lav	
015.Z	Numedal	Vestfold og Telemark	1	12296	1	100	85	God	Dårlig	Dårlig	0	0	1	0	0	0		2	0	0	0	0	0	0	0		
016.4Z	Herre-vassdraget	Vestfold og Telemark	0	80	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	1	0	0	0		0	1	1	0	0	0			Moderat	
016.Z	Skien	Vestfold og Telemark	0	1496	1	100	88	Moderat	Dårlig	Dårlig	0	0	0	0	0	0	1953	3	0	0	0	0	1	0			Nedskrevet en klasse pga. kultivering
018.2Z	Gjerstad-vassdraget	Agder	0	60	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	2	1939	3	0	0	0	0	0			Ingen eller svært lav	

Vassdragsnummer	Vassdragsnavn	Fylke	Nasjonalt laksevasdrag (1=ja, 0=nei)	Gytebestandsmål (kg humner)	Vurdert etter kvalitetsnorm (1) eller forenklet tilstandsvurdering (0)	Oppnåelse av gytebestandsmål 2015-2019 (%)	Høstingspotensial 2015-2019 (% av normalt)	Tilstand ut fra gytebestandsmål og høstingspotensial	Tilstand ut fra genetisk integritet	Bestandsstatus, samlet vurdering (etter kvalitetsnorm, eller forenklet tilstandsvurdering)	Miljøgifter (effekt)	Samferdsel (effekt)	Arealinngrep (effekt)	Landbruk (effekt)	Avløp (effekt)	Forsuring (effekt)	Utbygd for vannkraft (år)	Vannkraftregulering (effekt)	Annen vannbruk (1=ja, 0=nei)	Annen vannbruk (effekt)	Lakselus (effekt)	Rømt oppdrettslaks (effekt)	Pukkellaks (effekt)	Overbeskaining (effekt)	Beskatningsnivå	Merknader	
018.Z	Vegår-vassdraget	Agder	0	565	0			Dårlig/ Svært dårlig	Svært god/god	Dårlig/ Svært dårlig	0	0	2	0	0	1	2008	1	0	0	0	0	0	0	0	Ingen eller svært lav	
019.Z	Nidelva	Agder	0	1574	1	99	62	Moderat	Svært god/god	Moderat	0	0	1	0	0	1	1978	3	0	0	0	0	0	0	0		
020.Z	Tovdal	Agder	0	3721	1	99	63	Moderat	Svært god/god	Moderat	0	0	0	0	0	1	2021	1	0	0	0	0	0	0	0		
021.Z	Otra	Agder	0	2341	1	100	87	God	Svært god/god	God	0	0	0	0	0	1	1973	1	0	0	0	0	1	0			
022.1Z	Søgne	Agder	0	559	1	96	65	Moderat	Moderat	Moderat	0	0	0	0	0	2		0	0	0	0	0	0	0	1		
022.Z	Mandal	Agder	1	5155	1	100	88	God	Svært god/god	God	0	0	0	0	0	1	1981	1	0	0	0	0	0	0	0		
023.Z	Audna	Agder	0	1210	1	100	103	Svært god	Svært god/god	Svært god/god	0	0	1	0	0	1		0	0	0	0	0	0	0	0		
024.Z	Lygna	Agder	0	1889	1	93	64	Moderat	Svært god/god	Moderat	0	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	0	1		
025.3Z	Feda	Agder	0	73	0			Dårlig/ Svært dårlig		Dårlig/ Svært dårlig	0	0	1	0	0	2	1951	2	0	0	0	0	0	0	0	Ingen eller svært lav	
025.Z	Kvina	Agder	0	1353	1	86	34	Svært dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig	1	0	0	0	0	1	1968	3	0	0	0	0	0	0	2		
026.4Z	Sokndal	Rogaland	0	861	1	100	97	Svært god	Moderat	Moderat	0	0	0	0	0	1	1953	0	1	0	0	0	1	0			
026.Z	Sira	Agder	0	163	0			Dårlig/ Svært dårlig		Dårlig/ Svært dårlig	1	0	0	0	0	2	1971	3	0	0	0	1	0	0		Moderat	
027.3Z	Hellelands-elva	Rogaland	0	123	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	2	1969	2	0	0	0	1	0	0		Moderat	
027.6Z	Ogna	Rogaland	1	1162	1	100	103	Svært god	Svært god/god	Svært god/god	0	0	0	0	0	1	1983	0	0	0	0	1	0	0			

Vassdragsnummer	Vassdragsnavn	Fylke	Nasjonalt laksevasdrag (1=ja, 0=nei)	Gytebestandsmål (kg humner)	Vurdert etter kvalitetsnorm (1) eller forenklet tilstandsvurdering (0)	Oppnåelse av gytebestandsmål 2015-2019 (%)	Høstingspotensial 2015-2019 (% av normalt)	Tilstand ut fra gytebestandsmål og høstingspotensial	Tilstand ut fra genetisk integritet	Bestands tilstand, samlet vurdering (etter kvalitetsnorm, eller forenklet tilstandsvurdering)	Miljøgifter (effekt)	Samferdsel (effekt)	Arealinngrep (effekt)	Landbruk (effekt)	Avløp (effekt)	Forsuring (effekt)	Utbygd for vannkraft (år)	Vannkraftregulering (effekt)	Annen vannbruk (1=ja, 0=nei)	Annen vannbruk (effekt)	Lakselus (effekt)	Rømt oppdrettslaks (effekt)	Pukkellaks (effekt)	Overbeskatning (effekt)	Beskatningsnivå	Merknader
027.7Z	Fuglestadåna	Rogaland	0	387	1	100	99	Svært god	Svært god/god	Svært god/god	0	0	0	0	0	0	1983	2	1	1	0	1	0	0		
027.Z	Bjerkreim	Rogaland	1	4319	1	100	103	Svært god	Svært god/god	Svært god/god	0	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	1	0		
028.1Z	Kvassheimsåna	Rogaland	0	67	1	100	105	Svært god	Svært god/god	Svært god/god	0	0	0	1	0	0		0	0	0	0	0	0	0		
028.21Z	S. Varhaugelv	Rogaland	0	73	0	100	104	Svært god		Svært god	0	0	2	1	0	0		0	0	0	0	0	0	0		2015 ikke med i vurdering pga. usikkerhet om rapportering og beskatning
028.22Z	N. Varhaugelv	Rogaland	0	83	0	100	108	Svært god		Svært god	0	0	2	1	0	0		0	0	0	0	0	0	0		2015 og 2016 ikke med i vurdering pga. usikkerhet om rapportering og beskatning
028.3Z	Hæelva	Rogaland	1	1821	1	100	93	Svært god	Dårlig	Dårlig	0	0	1	0	1	0		0	0	0	0	0	0	0		
028.4Z	Orreåna	Rogaland	0	88	0			Moderat		Moderat	1	0	1	0	0	0		0	1	1	0	0	0		Ingen eller svært lav	
028.Z	Figgjo	Rogaland	1	2246	1	99	85	God	Svært god/god	God	0	0	2	0	0	0		0	0	0	0	1	0	0		
029.1Z	Sandneselva	Rogaland	0	230	0			Dårlig/Svært dårlig		Dårlig/Svært dårlig	0	1	2	0	1	0		0	0	0	2	0	0		Ingen eller svært lav	
029.22Z	Holeelva	Rogaland	0	7	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	0	0		Ingen eller svært lav	
029.2Z	Imselva (Sandnes)	Rogaland	0	Mangler	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	0		0	1	1	1	0	0		Ingen eller svært lav	
030.2Z	Dirdal	Rogaland	0	310	1	100	125	Svært god	Moderat	Moderat	0	0	1	0	0	0	1980	1	1	0	1	0	0	0		

Vassdragsnummer	Vassdragsnavn	Fylke	Nasjonalt laksevasdrag (1=ja, 0=nei)	Gytebestandsmål (kg humner)	Vurdert etter kvalitetsnorm (1) eller forenklet tilstandsvurdering (0)	Oppnåelse av gytebestandsmål 2015-2019 (%)	Høstingspotensial 2015-2019 (% av normalt)	Tilstand ut fra gytebestandsmål og høstingspotensial	Tilstand ut fra genetisk integritet	Bestands tilstand, samlet vurdering (etter kvalitetsnorm, eller forenklet tilstandsvurdering)	Miljøgifter (effekt)	Samferdsel (effekt)	Arealinngrep (effekt)	Landbruk (effekt)	Avløp (effekt)	Forsuring (effekt)	Utbygd for vannkraft (år)	Vannkraftregulering (effekt)	Annen vannbruk (1=ja, 0=nei)	Annen vannbruk (effekt)	Lakselus (effekt)	Rømt oppdrettslaks (effekt)	Pukkellaks (effekt)	Overbeskaining (effekt)	Beskatningsnivå	Merknader
030.4Z	Espedal	Rogaland	0	648	1	100	119	Svært god	Svært god/god	Svært god/god	0	0	0	0	0	1	1947	1	0	0	1	1	0	0		
030.Z	Frafjord	Rogaland	0	239	1	100	122	Svært god	Moderat	Moderat	0	0	1	0	0	1	1938	1	0	0	1	0	0	0		
031.1Z	Eiaelva	Rogaland	0	Mangler	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	0	2001	0	1	2	1	0	0		Ingen eller svært lav	
031.Z	Lyse	Rogaland	0	166	1	100	100	Svært god	Svært god/god	Svært god/god	0	0	0	0	0	1	1953/1984	3	0	0	2	0	0	0		
032.Z	Jørpeland	Rogaland	0	111	1	100	114	Svært god	Moderat	Moderat	0	0	0	0	0	1	2010	3	0	0	1	1	0	0		
033.Z	Årdal	Rogaland	0	892	1	100	112	God	Moderat	Moderat	0	0	1	0	0	0	1986	3	0	0	2	1	0	0		Nedskrevet en klasse pga. kultivering
035.2Z	Hjelmelandselva	Rogaland	0	97	1	100	76	Moderat	Svært god/god	Moderat	0	0	0	0	0	0	1993	1	0	0	2	1	0	0		
035.3Z	Vormo	Rogaland	0	300	1	100	117	Svært god	Moderat	Moderat	0	0	0	0	0	0		0	1	0	2	1	0	0		
035.4Z	Førreelva	Rogaland	0	57	0			Moderat	Moderat	Moderat	0	1	0	0	0	0	1986	3	0	0	2	1	0		Ingen eller svært lav	
035.7Z	Håland	Rogaland	0	119	1	100	121	Svært god	Svært god/god	Svært god/god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	3	1	0	0		
035.Z	Ulla	Rogaland	0	178	1	100	115	Svært god	Svært god/god	Svært god/god	0	0	0	0	0	0	1985	3	0	0	2	0	0	0		
036.Z	Suldals	Rogaland	1	2318	1	100	81	Moderat	Svært god/god	Moderat	0	0	0	0	0	1	1980	3	0	0	2	1	0	0		Nedskrevet en klasse pga. kultivering
037.2Z	Nordelva Sauda (Åboelva)	Rogaland	0	55	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	1	0	2003	1	0	0	3	1	0		Ingen eller svært lav	

Vassdragsnummer	Vassdragsnavn	Fylke	Nasjonalt laksevassdrag (1=ja, 0=nei)	Gytebestandsmål (kg humner)	Vurdert etter kvalitetsnorm (1) eller forenklet tilstandsvurdering (0)	Oppnåelse av gytebestandsmål 2015-2019 (%)	Høstingspotensial 2015-2019 (% av normalt)	Tilstand ut fra gytebestandsmål og høstingspotensial	Tilstand ut fra genetisk integritet	Bestands tilstand, samlet vurdering (etter kvalitetsnorm, eller forenklet tilstandsvurdering)	Miljøgifter (effekt)	Samferdsel (effekt)	Arealinngrep (effekt)	Landbruk (effekt)	Avløp (effekt)	Forsuring (effekt)	Utbygd for vannkraft (år)	Vannkraftregulering (effekt)	Annen vannbruk (1=ja, 0=nei)	Annen vannbruk (effekt)	Lakselus (effekt)	Rømt oppdrettslaks (effekt)	Pukkellaks (effekt)	Overbeskanning (effekt)	Beskatningsnivå	Merknader
037.Z	Storelva (Saudavassdraget)	Rogaland	0	174	0			Dårlig/Svært dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig	1	0	0	0	0	0	1930	3	0	0	2	1	0		Ingen eller svært lav	
038.3Z	Rødneelva (Sandeidelva)	Rogaland	0	123	1	100	98	Svært god	Svært god/god	Svært god/god	0	0	1	0	0	1	2006	0	0	0	2	1	0	0		
038.5Z	Åmselva i Vats	Rogaland	0	Mangler	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	0	2002	0	0	0	2	1	0		Moderat	
038.Z	Vikedal	Rogaland	0	736	1	100	89	God	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	1	1	0	1		0	0	0	2	1	0	0		
041.Z	Etne	Vestland	1	1025	1	100	105	Svært god	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0	1963	2	0	0	2	1	1	0		
042.3Z	Fjæraelva (Rullestadelva)	Vestland	0	38	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	1	0	0	0	2006	0	1	1	3	2	0		Ingen eller svært lav	
044.3Z	Ådlands-vassdraget (Frugardselva)	Vestland	0	Mangler	0			Dårlig/Svært dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0	1934	0	1	1	2	2	0		Ingen eller svært lav	
045.2Z	Uskedalselva	Vestland	0	Mangler	0			God/Svært god	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	0	0	0	1	2017	0	0	0	3	0	1		Moderat	
045.3Z	Guddalselva	Vestland	0	Mangler	0			Moderat		Moderat	0	0	2	0	0	0		0	0	0	3	1	1		Ingen eller svært lav	
045.4Z	Rosendal	Vestland	0	99	1	90	40	Svært dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	1	0	0	0	1957	1	0	0	3	2	0	1		
046.1Z	Æneselva	Vestland	0	Mangler	0			Dårlig/Svært dårlig		Dårlig/Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	3	1	0		Moderat	
046.3Z	Bondhuselva	Vestland	0	Mangler	0			Dårlig/Svært dårlig		Dårlig/Svært dårlig	0	0	0	0	0	0	1974	2	1	1	3	1	0		Moderat	
047.2Z	Jondalselva	Vestland	0	54	0			Dårlig/Svært dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig	0	1	1	0	0	0	1974	2	0	0	3	2	0		Ingen eller svært lav	

Vassdragsnummer	Vassdragsnavn	Fylke	Nasjonalt laksevasdrag (1=j, 0=nej)	Gytebestandsmål (kg humner)	Vurdert etter kvalitetsnorm (1) eller forenklet tilstandsvurdering (0)	Oppnåelse av gytebestandsmål 2015-2019 (%)	Høstingspotensial 2015-2019 (% av normalt)	Tilstand ut fra gytebestandsmål og høstingspotensial	Tilstand ut fra genetisk integritet	Bestandsstatus, samlet vurdering (etter kvalitetsnorm, eller forenklet tilstandsvurdering)	Miljøgifter (effekt)	Samferdsel (effekt)	Arealinngrep (effekt)	Landbruk (effekt)	Avløp (effekt)	Forsuring (effekt)	Utbygd for vannkraft (år)	Vannkraftregulering (effekt)	Annen vannbruk (1=j, 0=nej)	Annen vannbruk (effekt)	Lakselus (effekt)	Rømt oppdrettslaks (effekt)	Pukkellaks (effekt)	Overbeskaining (effekt)	Beskatningsnivå	Merknader
048.Z	Opo m/ Sandvin-vatnet	Vestland	0	798	0			Dårlig/ Svært dårlig	Svært dårlig	Dårlig/ Svært dårlig	0	0	2	0	0	0		0	0	0	3	2	0		Ingen eller svært lav	
050.1Z	Kinso	Vestland	0	126	1	84	39	Svært dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	3	2	0	1		
050.4Z	Simadalselva (Sima)	Vestland	0	Mangler	0			Dårlig/ Svært dårlig		Dårlig/ Svært dårlig	0	0	0	0	0	0	1981	2	0	0	3	2	0		Ingen eller svært lav	
050.Z	Eio	Vestland	0	427	1	96	56	Dårlig	Dårlig	Dårlig	0	0	0	0	0	0	1980	3	0	0	2	2	1	1		
051.1Z	Austdola	Vestland	0	7	0			Dårlig/ Svært dårlig		Dårlig/ Svært dårlig	0	0	1	0	0	0		0	0	0	3	1	0		Ingen eller svært lav	
052.1Z	Granvin	Vestland	0	187	1	99	42	Dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0	2008	0	0	0	3	2	1	0		
052.7Z	Steinsdal	Vestland	0	233	1	53	0	Svært dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig	0	1	0	1	0	0		0	0	0	3	2	1	1		
055.7Z	Oselva	Vestland	0	425	1	100	87	God	Svært god/god	God	0	0	0	0	0	0		0	0	0	3	2	1	0		
055.Z	Tysselva i Samnanger	Vestland	0	247	1	73	28	Svært dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	0	0	0	1	1962	3	0	0	3	2	0	1		2015 og 2017 ikke med pga. manglende tellinger
060.4Z	Lone	Vestland	0	153	1	96	90	Svært god	Moderat	Moderat	0	0	0	0	0	0		0	1	0	2	0	0	1		
061.2Z	Storelva	Vestland	0	167	1	100	117	Svært god	Svært dårlig	Svært dårlig	0	1	0	0	0	0		0	1	2	2	0	0	0		
061.Z	Dalcelva	Vestland	0	195	1	100	111	God	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	0	0	0	1	1990	3	0	0	2	0	1	0		Nedskrevet en klasse pga. kultivering
062.Z	Vosso	Vestland	1	2110	1			Svært dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0	1969	2	0	0	2	1	0		Ingen eller svært lav	Skjønsmessig klassifisering
063.Z	Ekso	Vestland	0	219	1	100	84	God	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	0	0	0	1	1986	3	0	0	2	1	1	0		

Vassdragsnummer	Vassdragsnavn	Fylke	Nasjonalt laksevasdrag (1=ja, 0=nei)	Gytebestandsmål (kg humner)	Vurdert etter kvalitetsnorm (1) eller forenklet tilstandsvurdering (0)	Oppnåelse av gytebestandsmål 2015-2019 (%)	Høstingspotensial 2015-2019 (% av normalt)	Tilstand ut fra gytebestandsmål og høstingspotensial	Tilstand ut fra genetisk integritet	Bestands tilstand, samlet vurdering (etter kvalitetsnorm, eller forenklet tilstandsvurdering)	Miljøgifter (effekt)	Samferdsel (effekt)	Arealinngrep (effekt)	Landbruk (effekt)	Avløp (effekt)	Forsuring (effekt)	Utbygd for vannkraft (år)	Vannkraftregulering (effekt)	Annen vannbruk (1=ja, 0=nei)	Annen vannbruk (effekt)	Lakselus (effekt)	Rømt oppdrettslaks (effekt)	Pukkellaks (effekt)	Overbeskanning (effekt)	Beskatningsnivå	Merknader
064.Z	Moelva (Modalselva)	Vestland	0	598	0			Dårlig/ Svært dårlig		Dårlig/ Svært dårlig	0	0	0	0	0	1	1992	2	0	0	2	1	1		Moderat	
067.2Z	Haugdalselva	Vestland	0	139	0			Dårlig/ Svært dårlig		Dårlig/ Svært dårlig	0	0	0	0	0	0	1963	3	0	0	3	1	0		Moderat	
067.3Z	Matreelva	Vestland	0	150	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0	1962	3	1	1	2	1	0		Moderat	
067.6Z	Froyset	Vestland	0	169	1	97	70	Moderat	Moderat	Moderat	0	0	0	0	0	1	2006	0	0	0	2	2	0	1		
069.31 Z	Storelva- Brekkeelva	Vestland	0	75	0			Dårlig/ Svært dårlig		Dårlig/ Svært dårlig	0	0	1	1	0	2		0	0	0	3	1	0		Ingen eller svært lav	
070.2Z	Ortnevikelva	Vestland	0	0	0			Dårlig/ Svært dårlig		Dårlig/ Svært dårlig	0	0	0	0	0	1		0	0	0	3	1	0		Moderat	
070.Z	Vikja	Vestland	1	43	1	100	124	Svært god	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	2	1	1	0	1969	3	0	0	3	2	1	0		2019 ikke tillagt full vekt på grunn av stor usikkerhet i tellingene dette året.
071.Z	Nærøydal	Vestland	1	513	1	94	50	Svært dårlig	Svært god/god	Svært dårlig	0	0	1	0	0	0	1967	1	0	0	3	1	0	1		
072.2Z	Flåm	Vestland	1	196	1	74	52	Svært dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	2	0	0	0	1994	1	0	0	3	1	0	1		
072.Z	Aurland	Vestland	0	596	1	35	0	Svært dårlig	Dårlig	Svært dårlig	0	0	1	0	0	0	1980	3	0	0	3	1	0	1		
073.Z	Lærdalselva	Vestland	1	5017	1	73	19	Svært dårlig	Dårlig	Svært dårlig	0	0	2	0	0	0	1988	2	0	0	3	1	0	1		
074.Z	Årdals- vassdraget	Vestland	0	Mangler	0			Dårlig/ Svært dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	1	0	0	0	1944	2	0	0	3	1	0		Moderat	
075.4Z	Mørkridselva	Vestland	0	206	0			Moderat	Moderat	Moderat	0	0	1	0	0	0		0	0	0	3	1	0		Ingen eller svært lav	
075.Z	Fortun- vassdraget	Vestland	0	Mangler	0			Dårlig/ Svært dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	1	0	0	0	1960	3	0	0	3	1	0		Moderat	

Vassdragsnummer	Vassdragsnavn	Fylke	Nasjonalt laksevasdrag (1=ja, 0=nei)	Gytebestandsmål (kg humner)	Vurdert etter kvalitetsnorm (1) eller forenklet tilstandsvurdering (0)	Oppnåelse av gytebestandsmål 2015-2019 (%)	Høstingspotensial 2015-2019 (% av normalt)	Tilstand ut fra gytebestandsmål og høstingspotensial	Tilstand ut fra genetisk integritet	Bestands tilstand, samlet vurdering (etter kvalitetsnorm, eller forenklet tilstandsvurdering)	Miljøgifter (effekt)	Samferdsel (effekt)	Arealinngrep (effekt)	Landbruk (effekt)	Avløp (effekt)	Forsuring (effekt)	Utbygd for vannkraft (år)	Vannkraftregulering (effekt)	Annen vannbruk (1=ja, 0=nei)	Annen vannbruk (effekt)	Lakselus (effekt)	Rømt oppdrettslaks (effekt)	Pukkellaks (effekt)	Overbeskanning (effekt)	Beskatningsnivå	Merknader
077.3Z	Sogndal	Vestland	0	114	1	96	75	Moderat	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	1	0	0	0		0	1	1	3	1	0	1		
077.Z	Årøy	Vestland	1	128	1	100	122	God	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	1	0	0	0	1983	1	0	0	3	1	0	0		Nedskrevet pga. kultivering
079.Z	Daleelva	Vestland	0	271	1	95	92	God	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	2	0	0	1	1978	3	0	0	3	2	0	1		Nedskrevet en klasse pga. kultivering
080.1Z	Hovlandselva-Indredal	Vestland	0	51	0			Dårlig/Svært dårlig		Dårlig/Svært dårlig	0	0	1	0	0	2	1978	3	0	0	3	1	0			Ingen eller svært lav
080.21 Z	Ytredalselva	Vestland	0	88	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	2	1965	0	0	0	3	1	0			Ingen eller svært lav
080.4Z	Boelva (Leirvikelva)	Vestland	0	22	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	2	1965	2	0	0	3	1	0			Moderat
082.5Z	Dals	Vestland	0	142	1	100	103	Svært god	Svært god/god	Svært god/god	0	1	0	1	0	0	1955	2	0	0	2	1	0	0		
082.Z	Flekkje	Vestland	0	277	1	100	124	Svært god	Moderat	Moderat	0	0	0	0	0	1		0	0	0	2	1	0	0		
083.2Z	Kvamselva i Gaular	Vestland	0	172	0	100	65	Moderat		Moderat	0	0	1	1	0	0		0	0	0	2	1	0	0		2017 og 2018 ikke med pga. manglende data
083.4Z	Rivedalselva	Vestland	0	38	0			Dårlig/Svært dårlig		Dårlig/Svært dårlig	0	0	0	1	0	2	2005	0	0	0	2	1	0			Ingen eller svært lav
083.Z	Gaula	Vestland	1	1443	1	100	88	God	Moderat	Moderat	0	0	0	0	0	1	1998	0	0	0	2	1	0	0		
084.7Z	Nausta	Vestland	1	2171	1	99	59	Dårlig	Dårlig	Dårlig	0	0	0	0	0	1		0	0	0	2	1	0	0		
084.Z	Jølstra	Vestland	0	1153	1	84	40	Svært dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	2	0	1	1	1934	2	0	0	2	1	1	1		
085.5Z	Osenelva	Vestland	0	1019	1	100	83	God	Svært god/god	God	0	0	0	0	0	1	1986	1	0	0	1	1	0	0		
086.8Z	Hopselva	Vestland	0	94	1	96	70	Moderat	Moderat	Moderat	0	0	2	0	0	1	2005	0	0	0	2	1	0	1		2017 ikke tillagt full vekt

Vassdragsnummer	Vassdragsnavn	Fylke	Nasjonalt laksevasdrag (1=ja, 0=nei)	Gytebestandsmål (kg humner)	Vurdert etter kvalitetsnorm (1) eller forenklet tilstandsvurdering (0)	Oppnåelse av gytebestandsmål 2015-2019 (%)	Høstingspotensial 2015-2019 (% av normalt)	Tilstand ut fra gytebestandsmål og høstingspotensial	Tilstand ut fra genetisk integritet	Bestands tilstand, samlet vurdering (etter kvalitetsnorm, eller forenklet tilstandsvurdering)	Miljøgifter (effekt)	Samferdsel (effekt)	Arealinngrep (effekt)	Landbruk (effekt)	Avløp (effekt)	Forsuring (effekt)	Utbygd for vannkraft (år)	Vannkraftregulering (effekt)	Annen vannbruk (1=ja, 0=nei)	Annen vannbruk (effekt)	Lakselus (effekt)	Rømt oppdrettslaks (effekt)	Pukkellaks (effekt)	Overbeskanning (effekt)	Beskatningsnivå	Merknader	
086.Z	Aelva	Vestland	0	435	1	100	95	Svært god	Moderat	Moderat	0	0	1	0	0	0	0	2006	0	1	1	2	1	0	0		
087.1Z	Ryggelva	Vestland	0	56	0			Moderat	Moderat	Moderat	0	0	1	0	0	0	0	2018	1	1	1	2	1	0		Moderat	
087.Z	Gloppen	Vestland	0	443	1	88	69	Moderat	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0	0	1949	2	0	0	2	1	0	2		2019 ikke tillagt full vekt
088.1Z	Olden	Vestland	1	151	1	99	97	God	Moderat	Moderat	0	0	1	1	0	0	0		0	0	0	2	1	0	0		
088.2Z	Loen	Vestland	0	127	1	100	101	Svært god	Moderat	Moderat	0	0	1	0	0	0	0		0	0	0	2	1	0	0		
088.Z	Stryn	Vestland	1	540	1	97	64	Moderat	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2	1	0	1		
089.4Z	Hjalma	Vestland	0	121	1	100	87	God	Moderat	Moderat	0	0	1	0	0	0	0		0	0	0	2	0	0	0		
089.Z	Eidselva	Vestland	1	763	1	100	103	Svært god	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2	1	0	0		
091.3Z	Ervikelva	Vestland	0	123	1	100	116	Svært god	Svært god/god	Svært god/god	0	0	2	0	0	0	0		0	0	0	0	1	0	0		
092.Z	Aheim	Møre og Romsdal	0	468	1	100	96	Svært god	Svært god/god	Svært god/god	0	0	0	0	0	0	0	1977	1	0	0	0	1	0	0		
093.2Z	Oselva i Syvde (Sordalsvatnet)	Møre og Romsdal	0	173	1	93	64	Dårlig	Svært god/god	Dårlig	0	0	1	0	0	0	0	2019	1	0	0	2	1	1	1		
093.3Z	Norddalselva (Vikelva)	Møre og Romsdal	0	32	0			God/Svært god		God/Svært god	0	1	1	1	0	0	0	1977	1	0	0	2	1	0		Ingen eller svært lav	
094.21 Z	Steinvikelva Dalsfjord	Møre og Romsdal	0	4	0			Moderat		Moderat	0	0	1	0	0	0	0		0	1	1	3	1	0		Moderat	
094.4Z	Austefjordleva (Fyrdselva)	Møre og Romsdal	0	233	0	84	54	Svært dårlig		Svært dårlig	0	0	0	0	0	0	0	1998	1	0	0	3	1	0	2		
094.6Z	Øyraelva	Møre og Romsdal	0	9	0			Dårlig/Svært dårlig	Moderat	Dårlig/Svært dårlig	1	0	1	0	1	0	0		0	0	0	2	1	0		Moderat	

Vassdragsnummer	Vassdragsnavn	Fylke	Nasjonalt laksevasdrag (1=ja, 0=nei)	Gytebestandsmål (kg humner)	Vurdert etter kvalitetsnorm (1) eller forenklet tilstandsvurdering (0)	Oppnåelse av gytebestandsmål 2015-2019 (%)	Høstingspotensial 2015-2019 (% av normalt)	Tilstand ut fra gytebestandsmål og høstingspotensial	Tilstand ut fra genetisk integritet	Bestands tilstand, samlet vurdering (etter kvalitetsnorm, eller forenklet tilstandsvurdering)	Miljøgifter (effekt)	Samferdsel (effekt)	Arealinngrep (effekt)	Landbruk (effekt)	Avløp (effekt)	Forsuring (effekt)	Utbygd for vannkraft (år)	Vannkraftregulering (effekt)	Annen vannbruk (1=ja, 0=nei)	Annen vannbruk (effekt)	Lakselus (effekt)	Rømt oppdrettslaks (effekt)	Pukkellaks (effekt)	Overbeskanning (effekt)	Beskatningsnivå	Merknader
094.Z	Kilselva (Bjørkedalsvassdraget)	Møre og Romsdal	0	121	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	3	1	0		Moderat	
095.3Z	Storelva	Møre og Romsdal	0	324	1	66	50	Svært dårlig	Moderat	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0	2002	0	1	1	2	1	0	2		
095.41 Z	N. Vartdalselv	Møre og Romsdal	0	145	0			Moderat		Dårlig/ Svært dårlig	0	0	1	0	0	0		0	0	0	2	1	0		Moderat	
095.4Z	Barstadvikelva	Møre og Romsdal	0	165	0	67	46	Svært dårlig		Svært dårlig	0	0	1	0	0	0		0	0	0	2	1	0	1		
095.Z	Ørsta	Møre og Romsdal	1	1353	1	84	63	Dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2	2	1	2		
096.1Z	Hareidvassdraget	Møre og Romsdal	0	388	1	90	48	Svært dårlig	Moderat	Svært dårlig	0	0	1	0	0	0		0	0	0	1	0	0	1		
096.41 Z	Vågselva	Møre og Romsdal	0	26	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2	1	0		Ingen eller svært lav	
097.11 Z	Standalelva (Store Standal)	Møre og Romsdal	0	Mangler	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0	2012	2	0	0	2	1	0		Ingen eller svært lav	
097.1Z	Bondal	Møre og Romsdal	0	582	1	94	107	God	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	1	0	0	0		0	0	0	2	2	0	1		
097.2Z	Vikelva	Møre og Romsdal	0	169	1	100	121	Svært god	Svært god/god	Svært god/god	0	0	0	0	0	0	1961	2	0	0	2	1	0	0		
097.4Z	Norangdalselva	Møre og Romsdal	0	127	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	1	0	0	0		0	0	0	2	1	0		Ingen eller svært lav	
097.72 Z	Aureelva	Møre og Romsdal	0	323	1	96	94	Svært god	Moderat	Moderat	0	0	1	0	0	0		0	0	0	2	0	0	1		
097.7Z	Velledal	Møre og Romsdal	0	484	1	91	82	Moderat	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	1	0	0	0		0	0	0	2	2	1	1		

Vassdragsnummer	Vassdragsnavn	Fylke	Nasjonalt laksevasdrag (1=ja, 0=nei)	Gytebestandsmål (kg humner)	Vurdert etter kvalitetsnorm (1) eller forenklet tilstandsvurdering (0)	Oppnåelse av gytebestandsmål 2015-2019 (%)	Høstingspotensial 2015-2019 (% av normalt)	Tilstand ut fra gytebestandsmål og høstingspotensial	Tilstand ut fra genetisk integritet	Bestandsstatus, samlet vurdering (etter kvalitetsnorm, eller forenklet tilstandsvurdering)	Miljøgifter (effekt)	Samferdsel (effekt)	Arealinngrep (effekt)	Landbruk (effekt)	Avløp (effekt)	Forsuring (effekt)	Utbygd for vannkraft (år)	Vannkraftregulering (effekt)	Annen vannbruk (1=ja, 0=nei)	Annen vannbruk (effekt)	Lakselus (effekt)	Rømt oppdrettslaks (effekt)	Pukkellaks (effekt)	Overbeskanning (effekt)	Beskatningsnivå	Merknader
098.3Z	Stranda	Møre og Romsdal	0	343	1	100	113	Svært god	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	3	1	0	0		
098.6Z	Korsbrekk	Møre og Romsdal	0	161	1	100	118	Svært god	Moderat	Moderat	0	0	1	0	0	0		0	0	0	3	1	0	0		
099.1Z	Eidsdalselva (Ytterdalselva)	Møre og Romsdal	0	172	0			Dårlig/Svært dårlig	Svært god/god	Dårlig/Svært dårlig	0	0	1	0	0	0	2006	1	0	0	3	1	0		Ingen eller svært lav	
099.2Z	Norddalselva (Dalsbygdelva) i Norddal	Møre og Romsdal	0	86	0			Moderat	Svært god/god	Moderat	0	0	1	1	0	0		0	0	0	3	0	0		Ingen eller svært lav	
099.Z	Tafjordelva	Møre og Romsdal	0	37	0			Moderat		Moderat	0	0	1	0	0	0	1968	3	1	1	3	1	0		Ingen eller svært lav	
100.2Z	Stordalselva	Møre og Romsdal	0	724	1	83	66	Svært dårlig	Dårlig	Svært dårlig	0	0	1	0	0	0		0	0	0	3	0	0	2		
100.3Z	Vaksvikelva	Møre og Romsdal	0	25	0			Moderat		Moderat	0	0	1	0	0	0		0	0	0	3	1	0		Ingen eller svært lav	
100.Z	Valldalselva (Sylteelva)	Møre og Romsdal	0	808	1	90	75	Dårlig	Moderat	Dårlig	0	0	1	0	0	0	2007	2	0	0	3	1	0	1		
101.1Z	Ørskogelva	Møre og Romsdal	0	99	1	92	90	God	Moderat	Moderat	0	0	0	0	1	0		0	0	0	3	1	0	0		2018 ikke med på grunn av mangelfull fangst-rapportering dette året
101.2Z	Solnørelva	Møre og Romsdal	0	128	1	100	99	Svært god	Svært god/god	Svært god/god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2	1	0	0		
101.6Z	Tennfjord	Møre og Romsdal	0	346	1	100	90	God	Svært god/god	God	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	1	0	0		
102.11 Z	Hildreelva	Møre og Romsdal	0	20	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	0		Moderat	
102.2Z	Vatneelva	Møre og Romsdal	0	31	0			Moderat	Moderat	Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	1	0		Moderat	

Vassdragsnummer	Vassdragsnavn	Fylke	Nasjonalt laksevasdrag (1=ja, 0=nei)	Gytebestandsmål (kg humner)	Vurdert etter kvalitetsnorm (1) eller forenklet tilstandsvurdering (0)	Oppnåelse av gytebestandsmål 2015-2019 (%)	Høstingspotensial 2015-2019 (% av normalt)	Tilstand ut fra gytebestandsmål og høstingspotensial	Tilstand ut fra genetisk integritet	Bestands tilstand, samlet vurdering (etter kvalitetsnorm, eller forenklet tilstandsvurdering)	Miljøgifter (effekt)	Samferdsel (effekt)	Arealinngrep (effekt)	Landbruk (effekt)	Avløp (effekt)	Forsuring (effekt)	Utbygd for vannkraft (år)	Vannkraftregulering (effekt)	Annen vannbruk (1=ja, 0=nei)	Annen vannbruk (effekt)	Lakselus (effekt)	Rømt oppdrettslaks (effekt)	Pukkellaks (effekt)	Overbeskaining (effekt)	Beskatningsnivå	Merknader
102.5Z	Skorgeelva	Møre og Romsdal	0	152	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2	1	0		Ingen eller svært lav	
102.6Z	Tressa	Møre og Romsdal	0	262	1	98	76	Moderat	Moderat	Moderat	0	0	1	0	0	0		0	0	0	2	0	0	1		
103.1Z	Måna (Måndalselva)	Møre og Romsdal	0	363	0			Under reetablering	Moderat	Under reetablering	0	0	1	0	0	0		0	0	0	2	1	0		Ingen eller svært lav	
103.2Z	Innfjordelva	Møre og Romsdal	0	275	0			Under reetablering		Under reetablering	0	0	0	0	0	0	1999	1	0	0	2	1	0		Ingen eller svært lav	
103.4Z	Isa (Hensselva)/m/Glutra	Møre og Romsdal	0	566	0			Under reetablering		Under reetablering	0	0	1	0	0	0	1975/2018	1	0	0	2	1	0		Ingen eller svært lav	
103.Z	Rauma-vassdraget	Møre og Romsdal	1	5216	0			Under reetablering	Svært dårlig	Under reetablering	0	0	0	0	0	0	1975	1	0	0	2	1	0		Ingen eller svært lav	
104.1Z	Mittetelva	Møre og Romsdal	0	64	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2	1	0		Ingen eller svært lav	
104.2Z	Visa	Møre og Romsdal	0	185	1	100	106	Svært god	Moderat	Moderat	0	0	1	0	0	0		0	0	0	2	0	0	0		
104.Z	Eira	Møre og Romsdal	0	761	1	81	83	Svært dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0	1975	3	0	0	2	1	0	2		Nedskrevet pga. kultivering
105.1Z	Roa (Hovdenakken)	Møre og Romsdal	0	224	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2	1	0		Ingen eller svært lav	
105.3Z	Oltrelva/Istadelva	Møre og Romsdal	0	36	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0	1947	2	0	0	2	0	0		Ingen eller svært lav	
105.4Z	Oppdølselva	Møre og Romsdal	0	252	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0	1947	2	0	0	2	1	0		Ingen eller svært lav	
105.Z	Oselva	Møre og Romsdal	0	892	1	97	81	God	Svært god/god	God	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2	1	0	1		

Vassdragsnummer	Vassdragsnavn	Fylke	Nasjonalt laksevasdrag (1=ja, 0=nei)	Gytebestandsmål (kg humner)	Vurdert etter kvalitetsnorm (1) eller forenklet tilstandsvurdering (0)	Oppnåelse av gytebestandsmål 2015-2019 (%)	Høstingspotensial 2015-2019 (% av normalt)	Tilstand ut fra gytebestandsmål og høstingspotensial	Tilstand ut fra genetisk integritet	Bestands tilstand, samlet vurdering (etter kvalitetsnorm, eller forenklet tilstandsvurdering)	Miljøgifter (effekt)	Samferdsel (effekt)	Arealinngrep (effekt)	Landbruk (effekt)	Avløp (effekt)	Forsuring (effekt)	Utbygd for vannkraft (år)	Vannkraftregulering (effekt)	Annen vannbruk (1=ja, 0=nei)	Annen vannbruk (effekt)	Lakselus (effekt)	Rømt oppdrettslaks (effekt)	Pukkellaks (effekt)	Overbeskanning (effekt)	Beskatningsnivå	Merknader
107.3Z	Sylte/Moaelva	Møre og Romsdal	0	406	1	100	115	Svært god	Moderat	Moderat	0	0	0	0	0	0		0	1	1	2	0	1	0		
107.6Z	Hustadelva	Møre og Romsdal	0	444	0	100	116	Svært god		Svært god	0	0	1	0	0	0		0	1	1	0	0	0	0		
108.22 1Z	Vassgårdselva	Møre og Romsdal	0	30	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	1	0		Moderat	
108.2Z	Vågsbøelva (Nosvassdraget)	Møre og Romsdal	0	344	1	99	93	Svært god	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	1	1	1	1	0	0		
108.3Z	Batnfjordelva	Møre og Romsdal	0	875	1			G. salaris	Moderat	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2	0	1		Høy	
109.4Z	Usma (Øksendalselva)	Møre og Romsdal	0	370	1			G. salaris	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	1	0	0	0	2004	1	0	0	2	1	0		Ingen eller svært lav	
109.5Z	Litledalselva	Møre og Romsdal	0	252	0			G. salaris		Svært dårlig	0	0	0	0	0	0	1955	3	0	0	2	1	0		Moderat	
109.Z	Driva	Møre og Romsdal	1	6073	1			G. salaris	Moderat	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0	1973	2	0	0	2	0	0		Høy	
111.2Z	Ulsetelva	Møre og Romsdal	0	9	0			Dårlig/ Svært dårlig		Dårlig/ Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2	0	0		Ingen eller svært lav	
111.4Z	Storelva (Hanemsvatnet)	Møre og Romsdal	0	35	0			Dårlig/ Svært dårlig		Dårlig/ Svært dårlig	0	0	0	0	0	0	1920	1	0	0	2	1	0		Ingen eller svært lav	
111.7Z	Søya	Møre og Romsdal	0	828	1	87	43	Svært dårlig	Moderat	Svært dårlig	0	0	1	0	0	0		0	0	0	2	1	0	2		2018 ikke med på grunn av usikkert datagrunnlag (tørt sommer)
111.Z	Toåa	Møre og Romsdal	0	426	1	91	75	Dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	1	0	0	0	1973	2	0	0	2	1	0	1		

Vassdragsnummer	Vassdragsnavn	Fylke	Nasjonalt laksevasdrag (1=ja, 0=nei)	Gytebestandsmål (kg humner)	Vurdert etter kvalitetsnorm (1) eller forenklet tilstandsvurdering (0)	Oppnåelse av gytebestandsmål 2015-2019 (%)	Høstingspotensial 2015-2019 (% av normalt)	Tilstand ut fra gytebestandsmål og høstingspotensial	Tilstand ut fra genetisk integritet	Bestands tilstand, samlet vurdering (etter kvalitetsnorm, eller forenklet tilstandsvurdering)	Miljøgifter (effekt)	Samferdsel (effekt)	Arealinngrep (effekt)	Landbruk (effekt)	Avløp (effekt)	Forsuring (effekt)	Utbygd for vannkraft (år)	Vannkraftregulering (effekt)	Annen vannbruk (1=ja, 0=nei)	Annen vannbruk (effekt)	Lakselus (effekt)	Rømt oppdrettslaks (effekt)	Pukkellaks (effekt)	Overbeskanning (effekt)	Beskatningsnivå	Merknader
112.3Z	Bævra (Svorka)	Møre og Romsdal	0	1074	0			Dårlig/ Svært dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	1	0	0	0	1963	3	0	0	2	1	0		Moderat	
112.Z	Surna	Møre og Romsdal	1	4836	1	97	88	God	Dårlig	Dårlig	0	0	1	0	0	0	1968	3	0	0	2	1	0	1		
113.5Z	Staurstebekken	Trøndelag	0	31	0			Moderat		Moderat	0	0	1	0	0	0		0	0	0	3	0	0		Ingen eller svært lav	
113.6Z	Todalselva i Aure	Møre og Romsdal	0	164	0			Dårlig/ Svært dårlig		Dårlig/ Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2	1	0		Moderat	
113.8Z	Aureelva i Aure	Møre og Romsdal	0	5	0			Moderat		Moderat	0	0	1	0	0	0		0	0	0	2	1	0		Ingen eller svært lav	
113.Z	Fjelna	Trøndelag	0	108	1	96	80	God	Moderat	Moderat	0	0	0	0	0	0	1987	2	0	0	2	1	0	1		
116.Z	Ælva (Røsta)	Trøndelag	0	436	1	78	59	Svært dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2	1	0	2		
117.1Z	Lakselva	Trøndelag	0	45	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	1	1	2	1	0		Ingen eller svært lav	
117.23 Z	Kvernavassdraget	Trøndelag	0	19	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2	0	0		Ingen eller svært lav	
117.3Z	Sagelva	Trøndelag	0	52	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	0		Ingen eller svært lav	
117.4Z	Grytelvassdraget	Trøndelag	0	140	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2	1	0		Ingen eller svært lav	
119.11 Z	Haugelva	Trøndelag	0	58	0			Moderat		Moderat	0	0	1	0	1	0		0	1	1	2	1	0		Ingen eller svært lav	
119.1Z	Soa i Hemne	Trøndelag	0	171	1	81	66	Svært dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0	1967	3	1	1	2	1	0	1		2018 ikke med i beregningene på grunn av mangelfulle data.
119.2Z	Hagaelva	Trøndelag	0	23	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0	1967	3	0	0	2	0	0		Ingen eller svært lav	

Vassdragsnummer	Vassdragsnavn	Fylke	Nasjonalt laksevasdrag (1=ja, 0=nei)	Gytebestandsmål (kg humner)	Vurdert etter kvalitetsnorm (1) eller forenklet tilstandsvurdering (0)	Oppnåelse av gytebestandsmål 2015-2019 (%)	Høstingspotensial 2015-2019 (% av normalt)	Tilstand ut fra gytebestandsmål og høstingspotensial	Tilstand ut fra genetisk integritet	Bestandsstatus, samlet vurdering (etter kvalitetsnorm, eller forenklet tilstandsvurdering)	Miljøgifter (effekt)	Samferdsel (effekt)	Arealinngrep (effekt)	Landbruk (effekt)	Avløp (effekt)	Forsuring (effekt)	Utbygd for vannkraft (år)	Vannkraftregulering (effekt)	Annen vannbruk (1=ja, 0=nei)	Annen vannbruk (effekt)	Lakselus (effekt)	Rømt oppdrettslaks (effekt)	Pukkellaks (effekt)	Overbeskanning (effekt)	Beskatningsnivå	Merknader	
119.3Z	Hollaelva	Trøndelag	0	86	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0	1967	3	0	0	2	1	0		Ingen eller svært lav		
119.41 1Z	Veneelva	Trøndelag	0	2	0			Ikke bestand		Ikke bestand	0	0	1	0	0	0	2013	1	0	0	2	0	0		Ingen eller svært lav		
119.42 Z	Snilldalselva	Trøndelag	0	113	0			Dårlig/ Svært dårlig		Dårlig/ Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2	1	0		Ingen eller svært lav		
119.4Z	Bergselva (Snillford)	Trøndelag	0	36	0			Dårlig/ Svært dårlig		Dårlig/ Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2	1	0		Ingen eller svært lav		
119.5Z	Tannvikelva	Trøndelag	0	8	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2	0	0		Ingen eller svært lav		
119.61 Z	Slørdalselva	Trøndelag	0	66	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	1	2	1	0	0		Ingen eller svært lav		
119.6Z	Åstelva	Trøndelag	0	3	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	1	0		Ingen eller svært lav	
119.8Z	Terningselva	Trøndelag	0	4	0			Dårlig/ Svært dårlig		Dårlig/ Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	1	1	1	0	0		Ingen eller svært lav		
119.9Z	Fremstadelva	Trøndelag	0	29	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	0	0		Ingen eller svært lav		
120.11 Z	Grønningselva	Trøndelag	0	2	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	0	0		Ingen eller svært lav	
120.1Z	Størdalselva	Trøndelag	0	31	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	0	0		Ingen eller svært lav	
120.2Z	Lena	Trøndelag	0	18	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	1	1	1	1	0		Ingen eller svært lav		
120.3Z	Tenneelva	Trøndelag	0	5	0			Moderat		Moderat	0	1	0	0	0	0		0	0	0	0	1	0	0		Ingen eller svært lav	
121.1Z	Skjenaldelva	Trøndelag	0	395	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0	1900	1	1	1	1	1	0		Moderat		

Vassdragsnummer	Vassdragsnavn	Fylke	Nasjonalt laksevasdrag (1=ja, 0=nei)	Gytebestandsmål (kg humner)	Vurdert etter kvalitetsnorm (1) eller forenklet tilstandsvurdering (0)	Oppnåelse av gytebestandsmål 2015-2019 (%)	Høstingspotensial 2015-2019 (% av normalt)	Tilstand ut fra gytebestandsmål og høstingspotensial	Tilstand ut fra genetisk integritet	Bestands tilstand, samlet vurdering (etter kvalitetsnorm, eller forenklet tilstandsvurdering)	Miljøgifter (effekt)	Samferdsel (effekt)	Arealinngrep (effekt)	Landbruk (effekt)	Avløp (effekt)	Forsuring (effekt)	Utbygd for vannkraft (år)	Vannkraftregulering (effekt)	Annen vannbruk (1=ja, 0=nei)	Annen vannbruk (effekt)	Lakselus (effekt)	Rømt oppdrettslaks (effekt)	Pukkellaks (effekt)	Overbeskaining (effekt)	Beskatningsnivå	Merknader
121.Z	Orkla	Trøndelag	1	18911	1	86	47	Svært dårlig	Moderat	Svært dårlig	1	0	1	0	0	0	1979	1	0	0	1	1	0	2		
122.1Z	Borsa	Trøndelag	0	137	1	100	97	Svært god	Moderat	Moderat	0	0	0	1	0	0	1921	1	0	0	2	0	0	0		
122.2Z	Vigda	Trøndelag	0	309	1	93	90	God	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	1	0	0	0	1916	1	0	0	2	0	0	1		
122.Z	Gaula	Trøndelag	1	25817	1	85	43	Svært dårlig	Svært god/god	Svært dårlig	0	0	2	0	0	0	1964	0	0	0	2	0	0	2		
123.4Z	Homla	Trøndelag	0	250	1	58	32	Svært dårlig	Moderat	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	1	1	1	0	0	1		Fiskedød i 2018
123.Z	Nidelva	Trøndelag	1	2730	1	100	105	Svært god	Moderat	Moderat	0	0	1	0	1	0	1977	2	0	0	1	0	0	0		
124.Z	Stjørdal	Trøndelag	1	6763	1	99	100	Svært god	Moderat	Moderat	1	0	1	0	0	0	1994	2	0	0	2	1	0	0		
126.6Z	Levangerelva	Trøndelag	0	1033	1	86	48	Svært dårlig	Svært god/god	Svært dårlig	0	0	0	1	0	0	1988	1	0	0	2	1	0	2		2015 ikke med på grunn av mangelfulle data
127.Z	Verdal	Trøndelag	1	4016	1	83	41	Svært dårlig	Svært god/god	Svært dårlig	0	0	1	0	0	0		0	0	0	2	0	0	2		
128.3Z	Figga	Trøndelag	1	Mangler	0			Under reetablering	Svært god/god	Under reetablering	0	0	0	0	0	0	2011	0	0	0	2	1	0			Ingen eller svært lav
128.Z	Steinkjer-vassdraget	Trøndelag	1	1743	0			Under reetablering	Moderat	Under reetablering	1	0	0	0	0	0	1957	1	0	0	2	1	0			Ingen eller svært lav
129.2Z	Moldelva	Trøndelag	0	326	0			Moderat		Moderat	0	0	0	1	0	0	2007	0	0	0	2	0	0			Ingen eller svært lav
129.Z	Follavassdraget	Trøndelag	0	17	0			Dårlig/Svært dårlig		Dårlig/Svært dårlig	0	0	1	0	1	0	1940	3	1	2	2	1	0			Ingen eller svært lav
130.32 Z	Tangstadelva	Trøndelag	0	42	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2	0	0			Ingen eller svært lav
131.1Z	Mossa	Trøndelag	0	154	0			Dårlig/Svært dårlig	Svært god/god	Dårlig/Svært dårlig	0	0	0	0	0	0	1984	3	0	0	1	0	0			Ingen eller svært lav

Vassdragsnummer	Vassdragsnavn	Fylke	Nasjonalt laksevassdrag (1=ja, 0=nei)	Gytebestandsmål (kg humner)	Vurdert etter kvalitetsnorm (1) eller forenklet tilstandsvurdering (0)	Oppnåelse av gytebestandsmål 2015-2019 (%)	Høstingspotensial 2015-2019 (% av normalt)	Tilstand ut fra gytebestandsmål og høstingspotensial	Tilstand ut fra genetisk integritet	Bestands tilstand, samlet vurdering (etter kvalitetsnorm, eller forenklet tilstandsvurdering)	Miljøgifter (effekt)	Samferdsel (effekt)	Arealinngrep (effekt)	Landbruk (effekt)	Avløp (effekt)	Forsuring (effekt)	Utbygd for vannkraft (år)	Vannkraftregulering (effekt)	Annen vannbruk (1=ja, 0=nei)	Annen vannbruk (effekt)	Lakselus (effekt)	Rømt oppdrettslaks (effekt)	Pukkellaks (effekt)	Overbeskanning (effekt)	Beskatningsnivå	Merknader
131.9Z	Prestelva	Trøndelag	0	68	0			Dårlig/ Svært dårlig		Dårlig/ Svært dårlig	0	1	1	0	0	0		0	0	0	1	0	0		Ingen eller svært lav	
132.1Z	Flyta	Trøndelag	0	67	0			Dårlig/ Svært dårlig		Dårlig/ Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	0	0		Ingen eller svært lav	
132.2Z	Hasselvassdraget	Trøndelag	0	56	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0	1980	1	0	0	1	0	0		Ingen eller svært lav	
132.Z	Skauga	Trøndelag	0	1179	1	100	97	Svært god	Svært god/god	Svært god/god	0	0	1	1	0	0	1959	1	0	0	1	1	0	0		
133.2Z	Osaelva Sørfjorden	Trøndelag	0	130	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0	2001	0	0	0	1	1	0		Ingen eller svært lav	
133.3Z	Nordelva	Trøndelag	0	575	1	99	95	Svært god	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	2	0	0		
134.2Z	Brekkelva	Trøndelag	0	25	0			Dårlig/ Svært dårlig		Dårlig/ Svært dårlig	0	0	1	0	0	0		0	0	0	1	1	0		Ingen eller svært lav	
134.31 Z	Okla	Trøndelag	0	5	0			Dårlig/ Svært dårlig		Dårlig/ Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	1	1	1	1	0		Ingen eller svært lav	
134.Z	Teksdal	Trøndelag	0	49	1	100	137	Svært god	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	0	1	0	0	1943	2	1	1	0	2	0	0		
135.1Z	Oldenelva i Bjugn	Trøndelag	0	177	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	1	1	1	1	0		Ingen eller svært lav	
135.31 Z	Mørreelva	Trøndelag	0	7	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	1	0		Ingen eller svært lav	
135.42 Z	Imselva	Trøndelag	0	14	0			Moderat		Moderat	0	0	0	1	0	0		0	0	0	1	0	0		Ingen eller svært lav	
135.43 Z	Grytelvassdraget	Trøndelag	0	16	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	1	0		Ingen eller svært lav	
135.A Z	Norddalselva i Åfjord	Trøndelag	1	834	1	99	95	Svært god	Moderat	Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	0	0	0		2016 ikke med pga. mangelfulle data

Vassdragsnummer	Vassdragsnavn	Fylke	Nasjonalt laksevasdrag (1=ja, 0=nei)	Gytebestandsmål (kg humner)	Vurdert etter kvalitetsnorm (1) eller forenklet tilstandsvurdering (0)	Oppnåelse av gytebestandsmål 2015-2019 (%)	Høstingspotensial 2015-2019 (% av normal)	Tilstand ut fra gytebestandsmål og høstingspotensial	Tilstand ut fra genetisk integritet	Bestandsstatus, samlet vurdering (etter kvalitetsnorm, eller forenklet tilstandsvurdering)	Miljøgifter (effekt)	Samferdsel (effekt)	Arealinngrep (effekt)	Landbruk (effekt)	Avløp (effekt)	Forsuring (effekt)	Utbygd for vannkraft (år)	Vannkraftregulering (effekt)	Annen vannbruk (1=ja, 0=nei)	Annen vannbruk (effekt)	Lakselus (effekt)	Rømt oppdrettslaks (effekt)	Pukkellaks (effekt)	Overbeskanning (effekt)	Beskatningsnivå	Merknader
135.Z	Stordalselva	Trøndelag	1	3090	1	97	72	Moderat	Moderat	Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	1	1	1		
136.13 Z	Lianselva (Gårdaelva)	Trøndelag	0	9	0			Moderat		Moderat	0	1	0	0	0	0		0	0	0	2	0	0		Ingen eller svært lav	
136.2Z	Sunnskjør-vassdraget	Trøndelag	0	9	0			Dårlig/ Svært dårlig		Dårlig/ Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	1	3	2	0	0		Ingen eller svært lav	
136.31 Z	Håvikelva	Trøndelag	0	19	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2	0	0		Ingen eller svært lav	
136.3Z	Nordskjørelva	Trøndelag	0	35	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2	0	0		Ingen eller svært lav	
136.51 Z	Einarsdalselva	Trøndelag	0	7	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0		Ingen eller svært lav	
136.52 Z	Straum-vassdraget	Trøndelag	0	48	0			Moderat		Moderat	0	0	1	0	0	0		0	0	0	0	0	0		Ingen eller svært lav	
137.2Z	Steinsdal	Trøndelag	0	1207	1	98	77	Moderat	Svært god/god	Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	0	1		
137.4Z	Skjellåa	Trøndelag	0	140	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	1	0		Ingen eller svært lav	
137.5Z	Storelva (Jøssund)	Trøndelag	0	83	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	1	0		Ingen eller svært lav	
137.72 Z	Sitterelva	Trøndelag	0	10	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	0	0		Ingen eller svært lav	
138.3Z	Oksdøla	Trøndelag	0	517	0	44	7	Svært dårlig		Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	3		
138.5Z	Aursunda	Trøndelag	0	327	1	96	94	Svært god	Svært god/god	Svært god/god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	0	0	1		
138.6Z	Bogna	Trøndelag	0	870	1	93	88	God	Svært god/god	God	0	0	0	0	0	0	1971	2	0	0	1	0	0	1		

Vassdragsnummer	Vassdragsnavn	Fylke	Nasjonalt laksevassdrag (1=ja, 0=nei)	Gytebestandsmål (kg humner)	Vurdert etter kvalitetsnorm (1) eller forenklet tilstandsvurdering (0)	Oppnåelse av gytebestandsmål 2015-2019 (%)	Høstingspotensial 2015-2019 (% av normalt)	Tilstand ut fra gytebestandsmål og høstingspotensial	Tilstand ut fra genetisk integritet	Bestands tilstand, samlet vurdering (etter kvalitetsnorm, eller forenklet tilstandsvurdering)	Miljøgifter (effekt)	Samferdsel (effekt)	Arealinngrep (effekt)	Landbruk (effekt)	Avløp (effekt)	Forsuring (effekt)	Utbygd for vannkraft (år)	Vannkraftregulering (effekt)	Annen vannbruk (1=ja, 0=nei)	Annen vannbruk (effekt)	Lakselus (effekt)	Rømt oppdrettslaks (effekt)	Pukkellaks (effekt)	Overbeskanning (effekt)	Beskatningsnivå	Merknader	
138.A Z	Årgård Ferga og Østerelva	Trøndelag	1	2512	1	59	18	Svært dårlig	Svært god/god	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	0	0	2			
138.Z	Årgård og Øvensåa	Trøndelag	1	1008	1	100	131	Svært god	Svært god/god	Svært god/god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	0	0	0			
139.Z	Namsen	Trøndelag	1	18654	1	99	107	Svært god	Dårlig	Dårlig	0	0	1	0	0	0	1946	1	0	0	1	1	0	0			
140.3Z	Vetthuselva	Trøndelag	0	37	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2	1	0			Ingen eller svært lav	
140.6Z	Sagelva	Trøndelag	0	9	0			Moderat		Moderat	0	1	0	0	0	0		0	0	0	2	0	0			Ingen eller svært lav	
140.Z	Salvassdraget	Trøndelag	0	797	1	99	86	God	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2	2	1	0			
141.4Z	Kvistnelva	Trøndelag	0	89	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2	1	0			Moderat	
142.2Z	Langbogelva	Trøndelag	0	4	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	0	0			Ingen eller svært lav	
142.3A Z	Nordfolda	Trøndelag	0	124	0	99	106	Svært god		Svært god	0	0	0	0	0	0		0	1	1	1	1	0	0			
142.3Z	Kongsmoelva	Trøndelag	0	613	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	1	0			Moderat
143.53 2Z	Horvenelva	Trøndelag	0	152	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2	1	0			Ingen eller svært lav	
143.7Z	Storelva (Lonet)	Trøndelag	0	46	0			Dårlig/Svært dårlig		Dårlig/Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	1	3	2	1	0			Ingen eller svært lav	
144.4Z	Terråkelva	Nordland	0	55	0			Moderat		Moderat	0	0	1	0	0	0		0	1	1	1	1	0			Ingen eller svært lav	
144.5Z	Urvollvassdraget	Nordland	0	75	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	1	0			Ingen eller svært lav	

Vassdragsnummer	Vassdragsnavn	Fylke	Nasjonalt laksevassdrag (1=ja, 0=nei)	Gytebestandsmål (kg humner)	Vurdert etter kvalitetsnorm (1) eller forenklet tilstandsvurdering (0)	Oppnåelse av gytebestandsmål 2015-2019 (%)	Høstingspotensial 2015-2019 (% av normalt)	Tilstand ut fra gytebestandsmål og høstingspotensial	Tilstand ut fra genetisk integritet	Bestandsstatus, samlet vurdering (etter kvalitetsnorm, eller forenklet tilstandsvurdering)	Miljøgifter (effekt)	Samferdsel (effekt)	Arealinngrep (effekt)	Landbruk (effekt)	Avløp (effekt)	Forsuring (effekt)	Utbygd for vannkraft (år)	Vannkraftregulering (effekt)	Annen vannbruk (1=ja, 0=nei)	Annen vannbruk (effekt)	Lakselus (effekt)	Rømt oppdrettslaks (effekt)	Pukkellaks (effekt)	Overbeskaining (effekt)	Beskatningsnivå	Merknader
144.61 Z	Bogelva	Nordland	0	115	0			Moderat		Moderat	0	0	1	0	0	0	1979	2	0	0	1	1	0		Ingen eller svært lav	
144.7Z	Tosbotnelva	Nordland	0	93	0	97	43	Svært dårlig		Svært dårlig	0	0	1	0	0	0	2019	1	0	0	1	1	0	0		
144.Z	Åbjøra	Nordland	0	954	1	99	96	Svært god	Moderat	Moderat	0	0	0	0	0	0	1976	3	0	0	1	2	0	0		
145.2Z	Eidevassdraget	Nordland	0	155	0	91	55	Svært dårlig		Svært dårlig	0	0	0	0	0	0	2011	0	0	0	1	1	0	1		
147.3Z	Færsetvassdraget	Nordland	0	161	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0		Ingen eller svært lav	
148.2Z	Sausvassdraget	Nordland	0	750	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	1	0		Ingen eller svært lav	
148.Z	Lomselva (Lomsdalselva)	Nordland	0	221	0			Dårlig/Svært dårlig		Dårlig/Svært dårlig	0	0	0	0	0	0	2005	1	0	0	1	1	0		Moderat	
149.2Z	Lakselvam/Sæterelva	Nordland	0	307	0			Feil på GBM		Ikke klassifisert	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	1	0		Ingen eller svært lav	
149.61 Z	Hestdalselva	Nordland	0	80	0			Under reetablering	Svært god/god	Under reetablering	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2	0	0		Ingen eller svært lav	
149.6Z	Halsanelva	Nordland	0	133	0			Under reetablering	Svært god/god	Under reetablering	0	0	0	0	0	0	1960	0	0	0	2	1	0		Ingen eller svært lav	
149.8Z	Aunelva	Nordland	0	29	0			Moderat		Moderat	0	1	0	0	0	0		0	0	0	1	0	0		Ingen eller svært lav	
151.1Z	Hundåla	Nordland	0	131	0			Under reetablering		Under reetablering	0	0	0	0	0	0	1963	3	0	0	1	1	0		Ingen eller svært lav	
151.Z	Vefsna	Nordland	1	6306	0			Under reetablering	Svært dårlig	Under reetablering	0	0	0	0	0	0	1961	0	0	0	2	2	0		Ingen eller svært lav	
152.2Z	Drevjavassdraget	Nordland	0	570	0			Under reetablering		Under reetablering	0	0	0	0	0	0	1958	1	0	0	2	1	0		Ingen eller svært lav	

Vassdragsnummer	Vassdragsnavn	Fylke	Nasjonalt laksevassdrag (1=ja, 0=nei)	Gytebestandsmål (kg humner)	Vurdert etter kvalitetsnorm (1) eller forenklet tilstandsvurdering (0)	Oppnåelse av gytebestandsmål 2015-2019 (%)	Høstingspotensial 2015-2019 (% av normalt)	Tilstand ut fra gytebestandsmål og høstingspotensial	Tilstand ut fra genetisk integritet	Bestandsstatus, samlet vurdering (etter kvalitetsnorm, eller forenklet tilstandsvurdering)	Miljøgifter (effekt)	Samferdsel (effekt)	Arealinngrep (effekt)	Landbruk (effekt)	Avløp (effekt)	Forsuring (effekt)	Utbygd for vannkraft (år)	Vannkraftregulering (effekt)	Annen vannbruk (1=ja, 0=nei)	Annen vannbruk (effekt)	Lakselus (effekt)	Rømt oppdrettslaks (effekt)	Pukkellaks (effekt)	Overbeskanning (effekt)	Beskatningsnivå	Merknader	
152.Z	Fustavassdraget	Nordland	0	1263	0			Under reetablering	Svært dårlig	Under reetablering	0	0	0	0	0	0	2004	0	0	0	1	2	0		Ingen eller svært lav		
153.22 Z	Leirelvvassdraget	Nordland	0	171	0			Under reetablering		Under reetablering	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	1	0		Moderat		
153.3Z	Ranelva i Leirfjord	Nordland	0	56	0			Under reetablering		Under reetablering	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	1	0		Moderat		
153.6Z	Bardalselva	Nordland	0	190	0			Moderat		Moderat	0	0	2	1	0	0		0	0	0	1	1	0		Ingen eller svært lav		
155.4Z	Bjerkaelva	Nordland	0	205	0			Dårlig/Svært dårlig		Dårlig/Svært dårlig	0	0	0	0	0	0	1987	3	1	1	1	1	0		Ingen eller svært lav		
155.Z	Røssåga	Nordland	0	1249	1	78	2	Svært dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	1	0	0	0	1955	3	0	0	1	0	0	1		Ingen eller svært lav	
156.Z	Ranavassdraget	Nordland	1	1222	0			Under reetablering	Svært dårlig	Under reetablering	1	0	0	0	0	0	1968	2	0	0	1	1	0		Ingen eller svært lav		
157.42 Z	Flostrandvassdraget	Nordland	0	60	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2	1	0		Ingen eller svært lav		
157.52 Z	Silavassdraget	Nordland	0	28	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	1	0		Ingen eller svært lav		
159.21 Z	Gjervaelva i Rodøy	Nordland	0	75	1	100	74	Moderat	Svært god/god	Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2	2	1	0		2015 og 2016 ikke med på grunn av manglende data	
160.41 Z	Spilder	Nordland	0	235	1	100	113	Svært god	Moderat	Moderat	0	0	0	0	0	0	1963	1	0	0	1	1	1	0			
160.43 Z	Reipåga	Nordland	0	111	1	100	114	Svært god	Moderat	Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	1	0	0			
160.71 Z	Laksådalsvassdraget (Laksåa)	Nordland	0	37	0			Dårlig/Svært dårlig		Dårlig/Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	0		Ingen eller svært lav		

Vassdragsnummer	Vassdragsnavn	Fylke	Nasjonalt laksevasdrag (1=ja, 0=nei)	Gytebestandsmål (kg humner)	Vurdert etter kvalitetsnorm (1) eller forenklet tilstandsvurdering (0)	Oppnåelse av gytebestandsmål 2015-2019 (%)	Høstingspotensial 2015-2019 (% av normalt)	Tilstand ut fra gytebestandsmål og høstingspotensial	Tilstand ut fra genetisk integritet	Bestandsstatus, samlet vurdering (etter kvalitetsnorm, eller forenklet tilstandsvurdering)	Miljøgifter (effekt)	Samferdsel (effekt)	Arealinngrep (effekt)	Landbruk (effekt)	Avløp (effekt)	Forsuring (effekt)	Utbygd for vannkraft (år)	Vannkraftregulering (effekt)	Annen vannbruk (1=ja, 0=nei)	Annen vannbruk (effekt)	Lakselus (effekt)	Rømt oppdrettslaks (effekt)	Pukkellaks (effekt)	Overbeskanning (effekt)	Beskatningsnivå	Merknader
161.Z	Beiar	Nordland	1	1704	1	100	99	Svært god	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0	1993	1	0	0	0	1	0	0		
162.1Z	Valneselva, Bodø	Nordland	0	32	0			God/Svært god		God/Svært god	1	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	0		Moderat	
162.2Z	Børelv-vassdraget	Nordland	0	Mangler	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0	1953	1	0	0	0	1	0		Ingen eller svært lav	
162.7Z	Lakselva (Misværelva)	Nordland	0	196	0			Moderat		Moderat	0	0	1	0	0	0		0	0	0	0	1	0		Moderat	
163.Z	Saltdal	Nordland	0	2385	1	94	40	Dårlig	Moderat	Dårlig	0	0	1	0	0	0	1987	0	0	0	0	2	0	1		
164.3Z	Valnesfjord-vassdraget	Nordland	0	298	0	93	34	Svært dårlig		Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	0	1		
164.Z	Sulitjelma-vassdraget (Sjønstaelva)	Nordland	0	171	0			Dårlig/Svært dårlig		Dårlig/Svært dårlig	1	0	0	0	0	0	1968	3	0	0	0	1	0		Ingen eller svært lav	
165.2Z	Futelva, Bodø	Nordland	0	88	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0		Moderat	
165.7Z	Fjære-vassdraget	Nordland	0	113	0	100	91	Svært god		Svært god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	1	0		2015 ikke med på grunn av manglende data
166.3Z	Lakselva (Valljorda)	Nordland	0	98	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2	1	0		Ingen eller svært lav	
166.5Z	Laksåga	Nordland	0	203	0	62	0	Svært dårlig		Svært dårlig	0	0	0	0	0	0	1999	2	0	0	2	2	0	1		
167.3Z	Bonnåga	Nordland	0	210	1	92	21	Svært dårlig	Svært god/god	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2	1	0	1		
167.Z	Kobbelv	Nordland	0	234	0			Dårlig/Svært dårlig		Dårlig/Svært dårlig	0	0	0	0	0	0	1987	2	0	0	2	1	1		Høy	
168.6Z	Hop	Nordland	0	150	0			Dårlig/Svært dårlig	Moderat	Dårlig/Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	1	0		Moderat	

Vassdragsnummer	Vassdragsnavn	Fylke	Nasjonalt laksevassdrag (1=ja, 0=nei)	Gytebestandsmål (kg humner)	Vurdert etter kvalitetsnorm (1) eller forenklet tilstandsvurdering (0)	Oppnåelse av gytebestandsmål 2015-2019 (%)	Høstingspotensial 2015-2019 (% av normalt)	Tilstand ut fra gytebestandsmål og høstingspotensial	Tilstand ut fra genetisk integritet	Bestandsstatus, samlet vurdering (etter kvalitetsnorm, eller forenklet tilstandsvurdering)	Miljøgifter (effekt)	Samferdsel (effekt)	Arealinngrep (effekt)	Landbruk (effekt)	Avløp (effekt)	Forsuring (effekt)	Utbygd for vannkraft (år)	Vannkraftregulering (effekt)	Annen vannbruk (1=ja, 0=nei)	Annen vannbruk (effekt)	Lakselus (effekt)	Rømt oppdrettslaks (effekt)	Pukkellaks (effekt)	Overbeskaining (effekt)	Beskatningsnivå	Merknader
169.5Z	Skjelvareid-vassdraget	Nordland	0	71	0			Dårlig/ Svært dårlig		Dårlig/ Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0		Ingen eller svært lav	
170.3Z	Sagpoll-vassdraget	Nordland	0	40	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0	2015	0	1	2	0	1	0		Ingen eller svært lav	
170.5Z	Varpa	Nordland	0	218	1	100	105	Svært god	Svært god/god	Svært god/god	0	0	0	0	0	0		0	1	1	0	1	0	0		
171.2Z	Muskenelva	Nordland	0	19	0			Dårlig/ Svært dårlig		Dårlig/ Svært dårlig	0	0	0	0	0	0	1983	3	0	0	0	1	0		Ingen eller svært lav	
171.8Z	Austerdalselva	Nordland	0	49	0			Dårlig/ Svært dårlig		Dårlig/ Svært dårlig	0	0	0	0	0	0	1996	2	0	0	0	1	0		Ingen eller svært lav	
171.Z	Stabburselva (Hellemovassdraget)	Nordland	0	86	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	1	1		Ingen eller svært lav	
172.Z	Forså	Nordland	0	324	1	100	83	God	Svært god/god	God	0	0	0	0	0	0	1957	1	0	0	0	2	0	0		
173.1Z	Kjellelva	Nordland	0	364	0	100	97	Svært god		Svært god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0			2015 og 2016 ikke med på grunn av mangelfulle data
173.3Z	Rånavassdraget (Ballangen)	Nordland	0	91	0	100	82	God		God	1	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0			
173.Z	Skjoma	Nordland	0	547	1	96	48	Dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0	1973	3	0	0	0	1	0	1		
174.3Z	Rombakselva	Nordland	0	60	0			Dårlig/ Svært dårlig		Dårlig/ Svært dårlig	0	0	1	0	0	0	1982	3	0	0	0	1	0		Ingen eller svært lav	
174.5Z	Elvegård	Nordland	0	172	1	100	112	Svært god	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	2	1	0		
175.3Z	Lakså-vassdraget i Evenes	Nordland	0	50	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	0		Ingen eller svært lav	

Vassdragsnummer	Vassdragsnavn	Fylke	Nasjonalt laksevassdrag (1=ja, 0=nei)	Gytebestandsmål (kg humner)	Vurdert etter kvalitetsnorm (1) eller forenklet tilstandsvurdering (0)	Oppnåelse av gytebestandsmål 2015-2019 (%)	Høstingspotensial 2015-2019 (% av normalt)	Tilstand ut fra gytebestandsmål og høstingspotensial	Tilstand ut fra genetisk integritet	Bestands tilstand, samlet vurdering (etter kvalitetsnorm, eller forenklet tilstandsvurdering)	Miljøgifter (effekt)	Samferdsel (effekt)	Arealinngrep (effekt)	Landbruk (effekt)	Avløp (effekt)	Forsuring (effekt)	Utbygd for vannkraft (år)	Vannkraftregulering (effekt)	Annen vannbruk (1=ja, 0=nei)	Annen vannbruk (effekt)	Lakselus (effekt)	Rømt oppdrettslaks (effekt)	Pukkellaks (effekt)	Overbeskaining (effekt)	Beskatningsnivå	Merknader
175.4Z	Tårstad	Nordland	0	312	1	92	46	Svært dårlig	Svært god/god	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	0	1		
176.2Z	Myklebostad-vassdraget	Nordland	0	40	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0			Ingen eller svært lav
177.1Z	Lakselva (Gullesfjord)	Troms og Finnmark	0	87	0			Dårlig/Svært dårlig		Dårlig/Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2	1	0			Ingen eller svært lav
177.6Z	Kongsvikelva	Nordland	0	120	0			Dårlig/Svært dårlig		Dårlig/Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0			Ingen eller svært lav
177.73 Z	Sneisevvassdraget i Lødingen	Nordland	0	102	0			Dårlig/Svært dårlig		Dårlig/Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	0			Ingen eller svært lav
177.7Z	Heggedal	Nordland	0	95	1	41	0	Svært dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	0	1		2017 ikke med på grunn av mangelfulle data
177.81 Z	Teinvassdraget	Nordland	0	34	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	0			Ingen eller svært lav
178.3Z	Kaljordvassdraget	Nordland	0	18	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2	0	0			Ingen eller svært lav
178.42 Z	Fiskefjordelva	Nordland	0	8	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0	1937	1	1	1	0	1	0			Ingen eller svært lav
178.43 Z	Blokkenvassdraget	Nordland	0	10	0			Dårlig/Svært dårlig		Dårlig/Svært dårlig	0	0	0	0	0	0	1957	2	1	1	0	1	0			Ingen eller svært lav
178.51 Z	Kjerringnesvassdraget	Nordland	0	281	1	99	70	Moderat	Svært god/god	Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0		2019 ikke med på grunn av mangelfulle data
178.52 Z	Osvollvassdraget	Nordland	0	205	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0			Ingen eller svært lav
178.54 Z	Sordalselva	Nordland	0	146	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2	0	0			Ingen eller svært lav
178.62 Z	Rogsøyvassdraget	Nordland	0	53	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0			Ingen eller svært lav

Vassdragsnummer	Vassdragsnavn	Fylke	Nasjonalt laksevasdrag (1=ja, 0=nei)	Gytebestandsmål (kg humner)	Vurdert etter kvalitetsnorm (1) eller forenklet tilstandsvurdering (0)	Oppnåelse av gytebestandsmål 2015-2019 (%)	Høstingspotensial 2015-2019 (% av normalt)	Tilstand ut fra gytebestandsmål og høstingspotensial	Tilstand ut fra genetisk integritet	Bestands tilstand, samlet vurdering (etter kvalitetsnorm, eller forenklet tilstandsvurdering)	Miljøgifter (effekt)	Samferdsel (effekt)	Arealinngrep (effekt)	Landbruk (effekt)	Avløp (effekt)	Forsuring (effekt)	Utbygd for vannkraft (år)	Vannkraftregulering (effekt)	Annen vannbruk (1=ja, 0=nei)	Annen vannbruk (effekt)	Lakselus (effekt)	Rømt oppdrettslaks (effekt)	Pukkellaks (effekt)	Overbeskanning (effekt)	Beskatningsnivå	Merknader	
178.63 Z	Forfjordelva	Nordland	0	117	1	73	9	Svært dårlig	Svært god/god	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	0	1			
178.6Z	Gårdselvassdraget	Nordland	0	292	1	93	90	God	Svært god/god	God	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	1	1			
178.74 Z	Storelva (Lovik)	Nordland	0	101	0			Dårlig/Svært dårlig	Svært god/god	Dårlig/Svært dårlig	0	0	0	0	0	0	1952	2	0	0	0	0	0		Moderat		
178.7Z	Buksnes	Nordland	0	573	1	95	79	Moderat	Svært god/god	Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	1			
178.8Z	Lakselva i Godfjorden	Nordland	0	43	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	0	0		Ingen eller svært lav		
178.9Z	Langvatnassdraget	Troms og Finnmark	0	22	0			Moderat		Moderat	0	0	1	0	0	0		0	0	0	0	2	0	0		Ingen eller svært lav	
179.33 2Z	Vestpollvassdraget	Nordland	0	61	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	0		Ingen eller svært lav		
179.73 Z	Grunnfjordelva	Nordland	0	12	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0		Ingen eller svært lav		
180.11 Z	Helosvassdraget	Nordland	0	11	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0		Ingen eller svært lav		
180.4Z	Farstadvassdraget	Nordland	0	124	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0		Ingen eller svært lav		
180.6Z	Borgevassdraget/Lilandsvassdraget	Nordland	0	38	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0		Ingen eller svært lav		
185.1Z	Alsvåg	Nordland	0	241	1	90	42	Svært dårlig	Svært god/god	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	1		2015 ikke med på grunn av manglende data	
185.2Z	Vikelva	Nordland	0	15	0			God/Svært god		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0		Ingen eller svært lav		

Vassdragsnummer	Vassdragsnavn	Fylke	Nasjonalt laksevassdrag (1=ja, 0=nei)	Gytebestandsmål (kg humner)	Vurdert etter kvalitetsnorm (1) eller forenklet tilstandsvurdering (0)	Oppnåelse av gytebestandsmål 2015-2019 (%)	Høstingspotensial 2015-2019 (% av normalt)	Tilstand ut fra gytebestandsmål og høstingspotensial	Tilstand ut fra genetisk integritet	Bestands tilstand, samlet vurdering (etter kvalitetsnorm, eller forenklet tilstandsvurdering)	Miljøgifter (effekt)	Samferdsel (effekt)	Arealinngrep (effekt)	Landbruk (effekt)	Avløp (effekt)	Forsuring (effekt)	Utbygd for vannkraft (år)	Vannkraftregulering (effekt)	Annen vannbruk (1=ja, 0=nei)	Annen vannbruk (effekt)	Lakselus (effekt)	Rømt oppdrettslaks (effekt)	Pukkellaks (effekt)	Overbeskaining (effekt)	Beskatningsnivå	Merknader	
185.3Z	Gryttingvassdraget	Nordland	0	56	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	Ingen eller svært lav	
185.43Z	Indre Straumfjordvassdraget	Nordland	0	21	0			Moderat	Svært god/god	Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	Ingen eller svært lav	
185.441Z	Lahaugelva	Nordland	0	58	0			Moderat	Svært god/god	Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	Ingen eller svært lav	
185.44Z	Oshaugvassdraget	Nordland	0	48	0			Moderat	Svært god/god	Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	Ingen eller svært lav	
185.4Z	Holmstadvassdraget	Nordland	0	116	0			Dårlig/Svært dårlig	Dårlig	Dårlig/Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	Ingen eller svært lav	
185.52Z	Selnesvassdraget	Nordland	0	41	0			Moderat	Svært god/god	Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	Ingen eller svært lav	
185.7Z	Ryggedalsvassdraget	Nordland	0	16	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	Ingen eller svært lav	
185.9Z	Tuvenelva	Nordland	0	28	0			Dårlig/Svært dårlig	Svært god/god	Dårlig/Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	1	3	0	0	0	0	0	Ingen eller svært lav	
186.1Z	Ramsåa	Nordland	0	76	0			God/Svært god	Svært god/god	God/Svært god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	Ingen eller svært lav	
186.22Z	Åselva	Nordland	0	156	1	98	81	God	Svært god/god	God	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	1		2019 ikke med på grunn av mangelfulle data	
186.2Z	Roksdal	Nordland	1	1087	1	100	85	God	Svært god/god	God	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0		
186.3Z	Kobbedalselva	Nordland	0	76	0			Dårlig/Svært dårlig	Svært god/god	Dårlig/Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	Ingen eller svært lav	
186.42Z	Storelva-Nøssvassdraget	Nordland	0	25	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	Ingen eller svært lav	

Vassdragsnummer	Vassdragsnavn	Fylke	Nasjonalt laksevassdrag (1=ja, 0=nei)	Gytebestandsmål (kg humner)	Vurdert etter kvalitetsnorm (1) eller forenklet tilstandsvurdering (0)	Oppnåelse av gytebestandsmål 2015-2019 (%)	Høstingspotensial 2015-2019 (% av normalt)	Tilstand ut fra gytebestandsmål og høstingspotensial	Tilstand ut fra genetisk integritet	Bestandsstatus, samlet vurdering (etter kvalitetsnorm, eller forenklet tilstandsvurdering)	Miljøgifter (effekt)	Samferdsel (effekt)	Arealinngrep (effekt)	Landbruk (effekt)	Avløp (effekt)	Forsuring (effekt)	Utbygd for vannkraft (år)	Vannkraftregulering (effekt)	Annen vannbruk (1=ja, 0=nei)	Annen vannbruk (effekt)	Lakselus (effekt)	Rømt oppdrettslaks (effekt)	Pukkellaks (effekt)	Overbeskaining (effekt)	Beskatningsnivå	Merknader	
186.51 Z	Melavassdraget	Nordland	0	47	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	Ingen eller svært lav		
186.52 Z	Steinvasselva	Nordland	0	29	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	Ingen eller svært lav		
186.53 Z	Skogvollvassdraget	Nordland	0	52	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	Moderat		
186.61 Z	Stavevassdraget	Nordland	0	54	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	Ingen eller svært lav		
186.62 Z	Bleikvassdraget	Nordland	0	13	0			Moderat	Svært god/god	Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	Moderat		
186.63 Z	Tofteelva	Nordland	0	42	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	Ingen eller svært lav		
189.3Z	Rensåvassdraget	Troms og Finnmark	0	199	0	93	78	Dårlig		Dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	2	1	0	1		2018 og 2019 ikke med på grunn av mangelfulle data
190.7Z	Spansdalselva (Lavangselva)	Troms og Finnmark	0	241	0			Dårlig/Svært dårlig		Dårlig/Svært dårlig	0	0	1	0	0	0		0	0	0	0	2	1	0	0	Ingen eller svært lav	
191.4Z	Løksebotnvassdraget	Troms og Finnmark	0	61	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0	2015	1	0	0	0	2	1	0	0	Moderat	
191.Z	Salang	Troms og Finnmark	0	1741	1	81	9	Svært dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	2	2	1	2		
193.3Z	Brøstadelva	Troms og Finnmark	0	85	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	2	1	0	0	Moderat	
193.Z	Skøelv	Troms og Finnmark	0	368	1	100	115	Svært god	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	1	1	0		
194.3Z	Lysbotn	Troms og Finnmark	0	336	1	97	86	God	Dårlig	Dårlig	0	0	0	0	0	0	1941	1	0	0	0	0	1	1	1		
194.4Z	Grasmyrvassdraget	Troms og Finnmark	0	264	1	96	81	God	Moderat	Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	0	1			

Vassdragsnummer	Vassdragsnavn	Fylke	Nasjonalt laksevassdrag (1=ja, 0=nei)	Gytebestandsmål (kg humner)	Vurdert etter kvalitetsnorm (1) eller forenklet tilstandsvurdering (0)	Oppnåelse av gytebestandsmål 2015-2019 (%)	Høstingspotensial 2015-2019 (% av normalt)	Tilstand ut fra gytebestandsmål og høstingspotensial	Tilstand ut fra genetisk integritet	Bestandsstatus, samlet vurdering (etter kvalitetsnorm, eller forenklet tilstandsvurdering)	Miljøgifter (effekt)	Samferdsel (effekt)	Arealinngrep (effekt)	Landbruk (effekt)	Avløp (effekt)	Forsuring (effekt)	Utbygd for vannkraft (år)	Vannkraftregulering (effekt)	Annen vannbruk (1=ja, 0=nei)	Annen vannbruk (effekt)	Lakselus (effekt)	Rømt oppdrettslaks (effekt)	Pukkellaks (effekt)	Overbeskaining (effekt)	Beskatningsnivå	Merknader
194.5Z	Tennelvvassdraget	Troms og Finnmark	0	257	1	92	38	Svært dårlig	Moderat	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2	1	0	1		2015 ikke med på grunn av mangelfulle data
194.61Z	Vardnesvassdraget	Troms og Finnmark	0	55	0			Dårlig/Svært dårlig		Dårlig/Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2	0	0			Ingen eller svært lav
194.6Z	Andervassdraget	Troms og Finnmark	0	378	1	90	63	Dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2	0	0	1		
194.Z	Laukhelle	Troms og Finnmark	0	1055	1	100	121	Svært god	Moderat	Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	0	0		
195.1Z	Bunkanvassdraget	Troms og Finnmark	0	24	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0			Moderat
195.52Z	Finnsætervassdraget	Troms og Finnmark	0	Mangler	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	0			Moderat
196.2Z	Rossvassdraget	Troms og Finnmark	0	110	1	100	112	Svært god	Moderat	Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	0	0		
196.5Z	Lakselva (Aursfjord)	Troms og Finnmark	0	90	1	100	115	Svært god	Dårlig	Dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	0	0		
196.Z	Målselv	Troms og Finnmark	1	5362	1	100	114	Svært god	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0	1970	2	0	0	0	1	0	0		
197.4Z	Straumselvassdraget	Troms og Finnmark	0	141	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	0			Moderat
197.63Z	Tromvikvassdraget	Troms og Finnmark	0	43	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0			Moderat
198.42Z	Tømmerelvvassdraget	Troms og Finnmark	0	Mangler	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	1			Moderat
198.Z	Nordkjøselva	Troms og Finnmark	0	259	1	65	23	Svært dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	1	0	0	0		0	0	0	0	2	0	2		
199.2Z	Tønsvikelva	Troms og Finnmark	0	178	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	0			Moderat

Vassdragsnummer	Vassdragsnavn	Fylke	Nasjonalt laksevasdrag (1=ja, 0=nei)	Gytebestandsmål (kg humner)	Vurdert etter kvalitetsnorm (1) eller forenklet tilstandsvurdering (0)	Oppnåelse av gytebestandsmål 2015-2019 (%)	Høstingspotensial 2015-2019 (% av normalt)	Tilstand ut fra gytebestandsmål og høstingspotensial	Tilstand ut fra genetisk integritet	Bestandsstatus, samlet vurdering (etter kvalitetsnorm, eller forenklet tilstandsvurdering)	Miljøgifter (effekt)	Samferdsel (effekt)	Arealinngrep (effekt)	Landbruk (effekt)	Avløp (effekt)	Forsuring (effekt)	Utbygd for vannkraft (år)	Vannkraftregulering (effekt)	Annen vannbruk (1=ja, 0=nei)	Annen vannbruk (effekt)	Lakselus (effekt)	Rømt oppdrettslaks (effekt)	Pukkellaks (effekt)	Overbeskanning (effekt)	Beskatningsnivå	Merknader
199.3Z	Skittenelva	Troms og Finnmark	0	62	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	0		Moderat	
200.6Z	Skogsfjordvassdraget	Troms og Finnmark	0	120	1	100	103	Svært god	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0		
202.11 Z	Skipsfjord	Troms og Finnmark	0	179	1	99	85	God	Dårlig	Dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0		
202.3Z	Vannareidvassdraget	Troms og Finnmark	0	62	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0		Ingen eller svært lav	
203.1Z	Oldervikelva	Troms og Finnmark	0	Mangler	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	0		Moderat	
203.2Z	Breivikvassdraget	Troms og Finnmark	0	290	0	100	109	Svært god		Svært god/god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	0	0		
203.8Z	Jægervatnvassdraget	Troms og Finnmark	0	81	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	1		Moderat	
204.Z	Signaldalselva	Troms og Finnmark	0	655	0			Under reetablering	Svært dårlig	Under reetablering	0	0	0	0	0	0	1982	1	0	0	0	2	1		Ingen eller svært lav	
205.Z	Skibotn	Troms og Finnmark	0	1628	0			Under reetablering	Svært dårlig	Under reetablering	0	0	0	0	0	0	1976	3	0	0	0	2	1		Ingen eller svært lav	
206.1Z	Manndalselva	Troms og Finnmark	0	183	0	91	74	Dårlig		Dårlig	0	0	1	0	0	0		0	0	0	0	1	1	1		2015 ikke med på grunn av mangelfulle data
206.5Z	Rotsundelva	Troms og Finnmark	0	128	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	1	1		Ingen eller svært lav	
208.4Z	Oksfjord	Troms og Finnmark	0	248	1	97	79	Moderat	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	1	1		
208.Z	Reisa	Troms og Finnmark	1	3652	1	76	22	Svært dårlig	Svært god/god	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0	1977	1	0	0	0	1	1	2		
209.8Z	Badderelva	Troms og Finnmark	0	Mangler	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	1		Høy	

Vassdragsnummer	Vassdragsnavn	Fylke	Nasjonalt laksevassdrag (1=ja, 0=nei)	Gytebestandsmål (kg humner)	Vurdert etter kvalitetsnorm (1) eller forenklet tilstandsvurdering (0)	Oppnåelse av gytebestandsmål 2015-2019 (%)	Høstingspotensial 2015-2019 (% av normalt)	Tilstand ut fra gytebestandsmål og høstingspotensial	Tilstand ut fra genetisk integritet	Bestands tilstand, samlet vurdering (etter kvalitetsnorm, eller forenklet tilstandsvurdering)	Miljøgifter (effekt)	Samferdsel (effekt)	Arealinngrep (effekt)	Landbruk (effekt)	Avløp (effekt)	Forsuring (effekt)	Utbygd for vannkraft (år)	Vannkraftregulering (effekt)	Annen vannbruk (1=ja, 0=nei)	Annen vannbruk (effekt)	Lakselus (effekt)	Rømt oppdrettslaks (effekt)	Pukkellaks (effekt)	Overbeskaining (effekt)	Beskatningsnivå	Merknader
209.Z	Kvævang	Troms og Finnmark	1	430	1	96	82	God	Moderat	Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	1	1		
210.Z	Burfjordelva	Troms og Finnmark	0	352	0			Ikke vurdert	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	2	1		Høy	
211.32.Z	Sør-Tverrfjordelva	Troms og Finnmark	0	Mangler	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	1		Ingen eller svært lav	
211.8Z	Bognelva	Troms og Finnmark	0	Mangler	0			Moderat		Moderat	0	0	1	0	0	0		0	0	0	0	1	1		Ingen eller svært lav	
212.2Z	Halselva	Troms og Finnmark	0	181	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	1		Ingen eller svært lav	
212.4Z	Mathiselva	Troms og Finnmark	0	376	0			Dårlig/Svært dårlig		Dårlig/Svært dårlig	0	0	0	0	0	0	1993	1	0	0	0	1	1		Ingen eller svært lav	
212.6Z	Tverrelva	Troms og Finnmark	0	Mangler	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	1		Ingen eller svært lav	
212.7Z	Transfarelva	Troms og Finnmark	0	Mangler	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	1		Ingen eller svært lav	
212.Z	Alta	Troms og Finnmark	1	12130	1	100	112	Svært god	Moderat	Moderat	0	0	0	0	0	0	1987	1	0	0	0	0	1	0		
213.1Z	Lakselva i Kviby	Troms og Finnmark	0	127	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	2		Høy	
213.6Z	Kvalsundelva	Troms og Finnmark	0	101	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	2		Høy	
213.Z	Reppar	Troms og Finnmark	1	3301	1	100	104	Svært god	Moderat	Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	2	0		
218.Z	Russelva	Troms og Finnmark	0	241	1	100	108	Svært god	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	2	0		
220.1Z	Snefjordvassdraget	Troms og Finnmark	0	Mangler	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	2		Ingen eller svært lav	

Vassdragsnummer	Vassdragsnavn	Fylke	Nasjonalt laksevasdrag (1=ja, 0=nei)	Gytebestandsmål (kg humner)	Vurdert etter kvalitetsnorm (1) eller forenklet tilstandsvurdering (0)	Oppnåelse av gytebestandsmål 2015-2019 (%)	Høstingspotensial 2015-2019 (% av normalt)	Tilstand ut fra gytebestandsmål og høstingspotensial	Tilstand ut fra genetisk integritet	Bestandsstatus, samlet vurdering (etter kvalitetsnorm, eller forenklet tilstandsvurdering)	Miljøgifter (effekt)	Samferdsel (effekt)	Arealinngrep (effekt)	Landbruk (effekt)	Avløp (effekt)	Forsuring (effekt)	Utbygd for vannkraft (år)	Vannkraftregulering (effekt)	Annen vannbruk (1=ja, 0=nei)	Annen vannbruk (effekt)	Lakselus (effekt)	Rømt oppdrettslaks (effekt)	Pukkellaks (effekt)	Overbeskaining (effekt)	Beskatningsnivå	Merknader	
220.5Z	Hanneelva	Troms og Finnmark	0	Mangler	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	2			Moderat		
220.8Z	Lafjordelva	Troms og Finnmark	0	79	0			Usikker		Ikke klassifisert	0	0	0	0	0	0	1953	2	0	0	0	1	2			Ingen eller svært lav	
222.2Z	Strandelvassdraget	Troms og Finnmark	0	19	0			Dårlig/Svært dårlig		Dårlig/Svært dårlig	0	0	0	0	0	0	1953	3	0	0	0	0	2			Ingen eller svært lav	
222.4Z	Smørfjordelva	Troms og Finnmark	0	78	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	2			Moderat	
222.7Z	Ytre Billefjordelva	Troms og Finnmark	0	604	0			Moderat		Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	2			Moderat	
223.Z	Stabbur	Troms og Finnmark	1	1616	1	99	97	Svært god	Moderat	Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	2	0			
224.2Z	Brennelva	Troms og Finnmark	0	Mangler	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	1	0	0	0		0	0	0	0	1	2			Ingen eller svært lav	
224.Z	Lakselva	Troms og Finnmark	1	3424	1	100	101	Svært god	Moderat	Moderat	0	0	0	0	0	0	1956	0	0	0	0	0	2	0			
225.Z	Børselva	Troms og Finnmark	1	2749	1	90	78	Moderat	Svært god/god	Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	2	1			
227.2Z	Tømmervikvasdraget	Troms og Finnmark	0	Mangler	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	2			Moderat	
227.5Z	Lille Porsangerelv	Troms og Finnmark	0	104	1	98	84	God	Dårlig	Dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	2	1			
227.6Z	Veidnes	Troms og Finnmark	0	362	1	100	105	Svært god	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	2	0			
228.Z	Storelva	Troms og Finnmark	0	1241	1	96	66	Moderat	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	2	1			
231.64 Z	Futelva	Troms og Finnmark	0	69	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	2			Moderat	

Vassdragsnummer	Vassdragsnavn	Fylke	Nasjonalt laksevasdrag (1=ja, 0=nei)	Gytebestandsmål (kg humner)	Vurdert etter kvalitetsnorm (1) eller forenklet tilstandsvurdering (0)	Oppnåelse av gytebestandsmål 2015-2019 (%)	Høstingspotensial 2015-2019 (% av normalt)	Tilstand ut fra gytebestandsmål og høstingspotensial	Tilstand ut fra genetisk integritet	Bestands tilstand, samlet vurdering (etter kvalitetsnorm, eller forenklet tilstandsvurdering)	Miljøgifter (effekt)	Samferdsel (effekt)	Arealinngrep (effekt)	Landbruk (effekt)	Avløp (effekt)	Forsuring (effekt)	Utbygd for vannkraft (år)	Vannkraftregulering (effekt)	Annen vannbruk (1=ja, 0=nei)	Annen vannbruk (effekt)	Lakselus (effekt)	Rømt oppdrettslaks (effekt)	Pukkellaks (effekt)	Overbeskanning (effekt)	Beskatningsnivå	Merknader
231.7Z	Sandfjord	Troms og Finnmark	0	426	1	100	93	Svært god	Moderat	Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	2	0		
231.8Z	Risfjord	Troms og Finnmark	0	204	1	100	97	Svært god	Dårlig	Dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	2	0		
233.Z	Laggo	Troms og Finnmark	1	2142	1	89	72	Dårlig	Dårlig	Dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	2	2		
234.Z	Tana	Troms og Finnmark	1	57838	1	76	66	Svært dårlig	Svært god/god	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	2	2		
235.Z	Storelva i Berlevåg	Troms og Finnmark	0	Mangler	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	2			Ingen eller svært lav
236.Z	Kongsfjord	Troms og Finnmark	1	1102	1	100	96	Svært god	Dårlig	Dårlig	0	0	0	0	0	0	1946	1	0	0	0	0	2	0		
237.Z	Syltefjord	Troms og Finnmark	0	1356	1	100	118	Svært god	Moderat	Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	2	0		
238.Z	Sandfjordelva	Troms og Finnmark	0	Mangler	0			God/Svært god	Moderat	Moderat	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	2			Moderat
239.3Z	Skallelva	Troms og Finnmark	0	570	1	100	96	Svært god	Svært god/god	Svært god/god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	2	0		
239.Z	Komag	Troms og Finnmark	1	2151	1	100	95	Svært god	Dårlig	Dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	2	0		
240.Z	V Jakob	Troms og Finnmark	1	1919	1	100	109	Svært god	Dårlig	Dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	2	0		
241.5Z	Vesterelva i Nesseby	Troms og Finnmark	0	281	1	99	102	Svært god	Svært dårlig	Svært dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	2	0		
241.Z	Bergebyelva	Troms og Finnmark	0	459	1	98	104	Svært god	Dårlig	Dårlig	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	2	0		
242.2Z	Nyelva	Troms og Finnmark	0	Mangler	0			God/Svært god		God/Svært god	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	2			Ingen eller svært lav

Merknader																									
Beskatningsnivå	Overbeskatning (effekt)	Pukkellaks (effekt)	Rømt oppdrettlaks (effekt)	Lakselus (effekt)	Annen vannbruk (effekt)	Annen vannbruk (1=ja, 0=nei)	Vannkraftregulering (effekt)	Utbygd for vannkraft (år)	Forsuing (effekt)	Avløp (effekt)	Landbruk (effekt)	Arealinngrep (effekt)	Samferdsel (effekt)	Miljøgifter (effekt)	Bestandsstatus, samlet vurdering (etter kvalitetsnorm, eller forenklet tilstandsvurdering)	Tilstand ut fra genetisk integritet	Tilstand ut fra gytebestandsmål og høstingspotensial	Høstingspotensial 2015-2019 (% av normalt)	Oppnåelse av gytebestandsmål 2015-2019 (%)	Vurdert etter kvalitetsnorm (1) eller forenklet tilstandsvurdering (0)	Gytebestandsmål (kg humner)	Nasjonalt laksevasdrag (1=ja, 0=nei)	Fylke	Vassdragsnavn	Vassdragsnummer
		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	101	100	1	143	0	Troms og Finnmark	Klokkerelvvasdraget	243.Z
		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122	100	1	199	0	Troms og Finnmark	Munkelva	244.4Z
		2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102	97	1	2957	1	Troms og Finnmark	Neiden	244.Z	
	Moderat	2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				0	196	0	Troms og Finnmark	Sandneselva	246.1Z
	2015 ikke med på grunn av mangelfulle data	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0		75	91	0	207	0	Troms og Finnmark	Karpelva	247.3Z
		2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0		83	97	1	621	0	Troms og Finnmark	Grense Jakobselv	247.Z

12 REFERANSER

- Aas, Ø., Einum, S., Klemetsen, A. & Skurdal, J. 2011. Atlantic salmon ecology. Blackwell Publishing Ltd, Oxford.
- Adolfson, P., Bardal, H., Aune, S. 2021. Fighting an invasive fish parasite in subarctic Norwegian rivers – The end of a long story? Management of Biological Invasions 12 (til trykking).
- Alexander, M.A., Scott, J.D., Friedland, K.D., Mills, K.E., Nye, J.A., Pershing, A.J. & Thomas, A. C. 2018. Projected sea surface temperatures over the 21st century: Changes in the mean, variability and extremes for large marine ecosystem regions of Northern Oceans. Elementa: Science of the Anthropocene 6: 9.
- Almodovar, A., Ayllon, D., Nicola, G.G., Jonsson, B. & Elvira, B. 2019. Climate-driven biophysical changes in feeding and breeding environments explain the decline of southernmost European Atlantic salmon populations. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 76: 1581-1595.
- Anon. 2012. Status of the River Tana salmon populations. Report 1-2012. Working group on salmon monitoring and research in the Tana River system, 99 s.
- Anon. 2015a. Høringsnotat – Implementering av Meld. St. 16 (2014-2015).
- Anon. 2015b. Rømt oppdrettslaks i vassdrag. Rapport fra det nasjonale overvåkningsprogrammet 2014. Fisken og Havet, særnr. 2b-2015.
- Anon. 2016. Rømt oppdrettslaks i vassdrag. Rapport fra det nasjonale overvåkningsprogrammet 2015. Fisken og havet, særnr. 2b-2016.
- Anon. 2017. Rømt oppdrettslaks i vassdrag i 2016. Rapport fra det nasjonale overvåkningsprogrammet. Fisken og havet, særnummer 2b-2017.
- Anon. 2018. Rømt oppdrettslaks i vassdrag. Rapport fra det nasjonale overvåkningsprogrammet 2017. Fisken og havet, særnr. 2-2018.
- Anon. 2019. Rømt oppdrettslaks i vassdrag i 2018. Rapport fra det nasjonale overvåkningsprogrammet. Fisken og Havet nr. 4-2019.
- Anon. 2020a. Klimakur 2030. Tiltak og virkemidler mot 2013. Rapport M-1625.
- Anon. 2020b. Rømt oppdrettslaks i vassdrag i 2019. Rapport fra det nasjonale overvåkningsprogrammet. Fisken og Havet 3-2020.
- Arneberg P. & Jelmert A. (red) 2017. Status for miljøet i Barentshavet - rapport fra Overvåkningsgruppen 2017. Fisken og havet, særnr. 1b-2017.
- Ayllon, F., Kjaerner-Semb, E., Furmanek, T., Wennevik, V., Solberg, M.F., Dahle, G., Taranger, G.L., Glover, K.A., Almen, M.S., Rubin, C.J., Edvardsen, R.B. & Wargelius, A. 2015. The *vgl3* locus controls age at maturity in wild and domesticated Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) males. Plos Genetics 11: e1005628.
- Bailey JE, Wing BL, Mattson CR (1975) Zooplankton abundance and feeding habits of fry of pink salmon, *Oncorhynchus gorbusha*, and chum salmon, *Oncorhynchus keta*, in Traitors Cove, Alaska, with speculations on the carrying capacity of the area. Fish. Bull. 73: 846–861.
- Bakken, T.H., Forseth, T. & Harby, A. 2016. Miljøvirkninger av effektkjøring: Kunnskapsstatus og råd til forvaltning og industri. NINA Temahefte 62: 1-203.
- Barnett, T.P., Adam, J.C. & Lettenmaier, D.P. 2005. Potential impacts of a warming climate on water availability in snow-dominated regions. Nature 438: 303-309.
- Barson, N.J., Aykanat, T., Hindar, K., Baranski, M., Bolstad, G.H., Fiske, P., Jacq, C., Jensen, A. J., Johnston, S.E., Karlsson, S., Kent, M., Moen, T., Niemelä, E., Nome, T., Næsje, T.F., Orell, P., Romakkaniemi, A., Sægrov, H., Urdal, K., Erkinaro, J., Lien, S. & Primmer, C. R. 2015. Sex-dependent dominance at a single locus maintains variation in age at maturity in salmon. Nature 528: 405-408.

- Beaugrand, G. & Reid, P.C. 2003. Long-term changes in phytoplankton, zooplankton and salmon related to climate. *Global Change Biology* 9: 801-817.
- Beaugrand, G. & Reid, P.C. 2012. Relationships between North Atlantic salmon, plankton, and hydroclimatic change in the Northeast Atlantic. *ICES Journal of Marine Science* 69: 1549-1562.
- Bergan, M.A. 2012. Anadrome vassdrag på Hitra, Sør-Trøndelag; Vurderinger av vandringshindre, - barrierer og andre hydromorfologiske inngrep etter vannforskriften. Norsk institutt for vannforskning Rapport L.NR. 6405-2012: 1-153.
- Bergan, M.A. 2014. Problemkartlegging i anadrome vassdrag i Søndre Fosen Vannområde. Fiskeregistreringer, historiske opplysninger og hydromorfologiske inngrep etter vannforskriften på Frøya og Sunde i Sør-Trøndelag. NINA Rapport 1077: 1-96.
- Bernhardt, J.R., O'Connor, M.I., Sunday, J.M. & Gonzalez, A. 2020. Life in fluctuating environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 375: 20190454.
- Bernoth, E.-M., Ellis, A.E., Midtlyng P.J., Olivier, E., Smith, P.. 1997. *Furunculosis: Multidisciplinary fish disease research*. Academic Press, 529 s.
- Berntsen, H.H., Sandlund, O.T., Thorstad, E., Fiske, P. 2020. Pukkellaks i Norge, 2019. NINA Rapport 1821: 1-37.
- Blankenberg, A.-G.B., Skarbøvik, E., Kværnø, S., 2017. Effekt av buffersoner - på vannmiljø og andre økosystemtjenester. NIBIO-rapport No. Vol. 3 Nr. 14.
- Bohlin, T., Pettersson, J. & Degerman, E. 2001. Population density of migratory and resident brown trout (*Salmo trutta*) in relation to altitude: evidence for a migration cost. *Journal of Animal Ecology* 70:112-121.
- Bolstad, G.H., Hindar, K., Robertsen, G., Jonsson, B., Sægvog, H., Diserud, O.H., Fiske, P., Jensen, A.J., Urdal, K., Næsje, T.F., Barlaup, B.T., Florø-Larsen, B., Lo, H., Niemelä, E. & Karlsson, S. 2017. Gene flow from domesticated escapes alters the life history of wild Atlantic salmon. *Nature Ecology & Evolution* 1: 0124.
- Broadmeadow, S.B., Jones, J.G., Langford, T.E.L., Shawn, P.J. & Nisbet, T.R. 2011. The influence of riparian shade on lowland stream water temperatures in southern England and their viability for brown trout. *River Research and Applications* 27: 226-237.
- Browman, H.I. 2016. Applying organized scepticism to ocean acidification research Introduction. *ICES Journal of Marine Science* 73: 529-536.
- Bøhn, T., Gjelland, K.Ø., Serra-Llinares, R.M., Finstad, B., Primicerio, R., Nilsen, R., Karlsen, Ø., Sandvik, A.D., Skilbrei, O.T., Elvik, K.M.S., Skaala, Ø. & Bjørn, P.A. 2020. Timing is everything: Survival of Atlantic salmon *Salmo salar* postsmolts during high salmon lice densities. *Journal of Applied Ecology* 57: 1149-1160.
- Børsheim, K.Y. & Golmen, L.G. 2010. Forsuring av havet. Kunnskapsstatus for norske farvann. Rapport Statens forurensningstilsyn TA 2575.
- Casas-Mulet, R., Alfredsen, K., Brabrand, A. & Saltveit, S.J. 2015. Survival of eggs of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in a drawdown zone of a regulated river influenced by groundwater. *Hydrobiologia* 743: 269-284.
- Castellani, M., Heino, M., Gilbey, J., Araki, H., Svåsand, T. & Glover K.A. 2018. Modeling fitness changes in wild Atlantic salmon populations faced by spawning intrusion of domesticated escapees. *Evolutionary Applications* 11: 1010-1025.
- Chaput, G. 2012. Overview of the status of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in the North Atlantic and trends in marine mortality. *ICES Journal of Marine Science* 69: 1538-1548.
- Clausen L.W., Rindorf A., van Duers M. & Dickey-Collas M. 2018. Shifts in North Sea forage fish productivity and potential fisheries yield. *Journal of Applied Ecology* 55: 1092-1101.
- Crisp, D.T. 1981. A desk study of the relationship between temperature and hatching time for the eggs of 5 species of salmonid fishes. *Freshwater Biology* 11: 361-368.

- Davidson, J.G., Rikardsen, A.H., Halttunen, E., Thorstad, E.B., Økland, F., Letcher, B.H., Skardhamar, J. & Naesje, T.F. 2009. Migratory behaviour and survival rates of wild northern Atlantic salmon *Salmo salar* post-smolts: effects of environmental factors. *Journal of Fish Biology* 75: 1700-1718.
- Diserud, O.H., Fiske, P. & Hindar, K. 2012. Forslag til kategorisering av laksebestander som er påvirket av rømt oppdrettslaks NINA Rapport 782: 1-32 (+ vedlegg).
- Diserud, O., Fiske, P. & Hindar, K. 2013. Forslag til kategorisering av laksebestander som er påvirket av rømt oppdrettslaks - Oppdatering for perioden 1989-2012. NINA Rapport 976: 1-24.
- Diserud, O.H., Hindar, K., Karlsson, S., Glover, K. & Skaala Ø. 2017. Genetisk påvirkning av rømt oppdrettslaks på ville laksebestander – status 2017. NINA Rapport 1337: 1-55.
- Diserud, O.H., Hindar, K., Karlsson, S., Glover, K. & Skaala Ø. 2019b. Genetisk påvirkning av rømt oppdrettslaks på ville laksebestander – oppdatert status 2019. NINA Rapport 1659: 1-66.
- Diserud, O.H., Hindar, K., Karlsson, S., Glover, K. & Skaala Ø. 2020. Genetisk påvirkning av rømt oppdrettslaks på ville laksebestander – oppdatert status 2020. NINA Rapport 1926: 1-79.
- Diserud, O.H., Fiske, P., Sægrov, H., Urdal, K., Aronsen, T., Lo, H., Barlaup, B.T., Niemelä, E., Orell, P., Erkinaro, J., Lund, R.A., Økland, F., Østborg, G.M., Hansen, L.P., Hindar, K. 2019a Frequency of escapees in Norwegian rivers 1989-2013. *ICES Journal of Marine Science* 76: 1140-50.
- Dupont, N., Bagøien, E. & Melle, W. 2017. Inter-annual variability in spring abundance of adult *Calanus finmarchicus* from the overwintering population in the southeastern Norwegian Sea. *Progress in Oceanography* 152: 75-85.
- Dye, S.R., Hughes, S.L., Tinker, J., Berry, D.I., Holliday, N.P., Kent, E.C., Kennington, K., Inall, M., Smyth, T., Nolan, G., Lyons, K., Andres, O. & Beszczynska-Möller, A. 2013. Impacts of climate change on temperature (air and sea). *Marine climate change impacts partnership: Science Review* 2013: 1-12.
- Elliott, J.M. 1982. The effects of temperature and ration size on the growth and energetics of salmonids in captivity. *Comparative Biochemistry and Physiology* 73B: 81-91.
- Elliott, J.M. & Elliott, J.A. 2010. Temperature requirements of Atlantic salmon *Salmo salar*, brown trout *Salmo trutta* and Arctic charr *Salvelinus alpinus*: predicting the effects of climate change. *Journal of Fish Biology* 77: 1793-1817.
- Eriksen, E., Skjoldal, H.R., Gjøsæter, H. & Primicerio, R. 2017. Spatial and temporal changes in the Barents Sea pelagic compartment during the recent warming. *Progress in Oceanography* 151: 206-226.
- Erkinaro, J., Czorlich, Y., Orell, P., Kuusela, J., Falkegård, M., Lämsman, M., Pulkkinen, H., Primmer, C.R. & Niemelä, E. 2019. Life history variation across four decades in a diverse population complex of Atlantic salmon in a large subarctic river. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 76: 42-55.
- Evans, D.H., Piermarini, P.M. & Choe, K.P. 2005. The multifunctional fish gill: dominant site of gas exchange, osmoregulation, acid-base regulation, and excretion of nitrogenous waste. *Physiological Reviews* 85: 97-177.
- Fangel, K., Andersen, O. & Aas, Ø. 2008. Sjølaksefiske med faststående redskap i Norge i 2007. Kjennetegn ved fiskere, fiskeutøvelse og holdninger til regulering av fiske. NINA Rapport 406: 1-56.
- Finstad, A.G. & Forseth, T. 2006. Adaptation to ice-cover conditions in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Evolutionary Ecology Research* 8: 1249-1262.
- Finstad, A.G. & Hein, C.L. 2012. Migrate or stay: terrestrial primary productivity and climate drive anadromy in Arctic char. *Global Change Biology* 18: 2487-2497.

- Finstad, A.G., Hedger, R., Jonsson, B., Kvambekk, Å.S., Ekker, R., Forseth, T., Ugedal, O., Sundt-Hansen, L. & Diserud, O.H. 2010. Laks i framtidens klima: Kunnskapsoppsummering og scenario med vekt på temperatur og vannføring. NINA Rapport 646: 1-99.
- Finstad, B. & Jonsson, N. 2001. Factors influencing the yield of smolt releases in Norway. *Nordic Journal of Freshwater Research* 75: 37-55.
- 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. I: *Atlantic salmon ecology* (red. Ø. Aas, S. Einum, A. Klemetsen & J. Skurdal), s. 253-276. Wiley-Blackwell, Oxford.
- Fiske, P. 2013. Overvåking av rømt oppdrettslaks i elv om høsten 2010 - 2012. NINA Rapport 989: 1-33.
- Fiske, P., Aronsen, T. & Hindar, K. 2014a. Overvåking av rømt oppdrettslaks i elver om høsten 2013. NINA Rapport 1063: 1-44.
- Fiske, P., Kvingedal, E., Jensen, A.J. & Finstad, B. 2014b. Sjøoverlevelse hos laks. Forslag til nasjonalt overvåkingssystem. NINA Rapport 1026: 1-115.
- Fiske, P., Wennevik, V., Bolstad, G. H., & Kvingedal, E. 2021. Atlantic salmon; National Report for Norway 2020. ICES/WGNAS working paper, WP06: 1-33.
- Fjeldstad, H.-P., Pulg, U. & Forseth, T. 2018. Sikker toveis fiskevandring forbi vannkraftverk. Kunnskapsoppdatering og mønsterpraksis. SINTEF Rapport 2017:00723, 69 s.
- Fjelldal, P. G., Hansen, T. J., & Karlsen, Ø. (2020). Effects of laboratory salmon louse infection on osmoregulation, growth and survival in Atlantic salmon. *Conservation physiology*, 8(1), coaa023.
- Fjørtoft, H.B., Besnier, F., Stene, A., Nilsen, F., Bjørn, P.A., Tveten, A.K., Finstad, B., Aspehaug, V. & Glover, K.A. 2017. The Phe362Tyr mutation conveying resistance to organophosphates occurs in high frequencies in salmon lice collected from wild salmon and trout. *Scientific Reports* 7: 14258.
- Fleming, I.A. 1996. Reproductive strategies of Atlantic salmon: ecology and evolution. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 6: 379-416.
- Fleming, I.A., Hindar, K., Mjølnerød, I.B., Jonsson, B., Balstad, T. & Lamberg, A. 2000. Lifetime success and interactions of farm salmon invading a native population. *Proceedings of the Royal Society of London series B* 267: 1517-1523.
- Foldvik, A., Einum, S., Finstad, A. & Ugedal, O. 2017. Linking watershed and microhabitat characteristics: effects on production of Atlantic salmonids (*Salmo salar* and *Salmo trutta*). *Ecology of Freshwater Fish* 26: 260-270.
- Foldvik, A., Robertsen, G., Ugedal, O., Kvingedal, E., Sundt-Hansen, L.E.B. 2021. Kvalitetsnorm for villaks: Nedskrivning av tilstandsklasse i regulerte vassdrag med fraføring av vann. Norsk institutt for naturforskning, NINA rapport 1954.
- NINAForseth, T. & Harby, A. 2013. Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag. NINA Temahefte 32: 1-90.
- Forseth, T., Berg, M. & Foldvik, A. 2017. Effekter på laks av ulike minstevannslipp i Aura. NINA Rapport 1324: 1-32.
- Forseth, T., Barlaup, B.T., Finstad, B., Fiske, P., Gjørseter, H., Falkegård, M., Hindar, A., Mo, T.A., Rikardsen, A.H., Thorstad, E.B., Vøllestad, A. & Wennevik, V. 2017. The major threats to Atlantic salmon in Norway. *ICES Journal of Marine Science* 74: 1496-1513.
- Fossheim, M., Primicerio, R., Johannesen, E., Ingvaldsen, R.B., Aschan, M.M. & Dolgov, A.V. 2015. Recent warming leads to a rapid borealization of fish communities in the Arctic. *Nature Climate Change* 5: 673-677.
- Foyle, K.L., Hess, S., Powell, M.D. & Herbert, N.A. 2020. What is gill health and what is its role in marine finfish aquaculture in the face of a changing climate? *Frontiers in Marine Science* 7: 400. doi: 10.3389/fmars.2020.00400

- Fraser, D.J., Minto, C., Calvert, A.M., Eddington, J.D. & Hutchings, J.A. 2010a. Potential for domesticated-wild interbreeding to induce maladaptive phenology across multiple populations of wild Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 67: 1768-1775.
- Fraser, D.J., Houde, A.L.S., Debes, P.V., O'Reilly, P., Eddington, J.D. & Hutchings, J.A. 2010b. Consequences of farmed-wild hybridization across divergent wild populations and multiple traits in salmon. *Ecological Applications* 20: 935-953.
- Friedland, K.D. 1998. Ocean climate influences on critical Atlantic salmon (*Salmo salar*) life history events. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 55 Supplement 1: 119-130.
- Friedland, K.D., Hansen, L.P. & Dunkley, D.A. 1998. Marine temperatures experienced by postsmolts and the survival of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in the North sea area. *Fisheries Oceanography* 7: 22-34.
- Friedland, K.D., Hansen, L.P., Dunkley, D.A. & MacLean, J.C. 2000. Linkage between ocean climate, post-smolt growth, and survival of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in the North Sea area. *ICES Journal of Marine Science* 57: 419-429 doi: 410/1006/jmsc.1999.0639.
- Friedland, K.D., Reddin, D.G., McMenemy, J.R. & Drinkwater, K.F. 2003. Multidecadal trends in North American Atlantic salmon (*Salmo salar*) stocks and climate trends relevant to juvenile survival. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 60: 563-586.
- Frigstad, H., Harvey, T., Deininger, A. & Poste, A. 2020. Increased light attenuation in Norwegian coastal waters - A literature review. NIVA-rapport 7551-2020.
- Furnesvik, L., Erkinharju, T., Larsen, S.A. & Bornø, G. 2019. Furunkuloseutbrudd i lakseelv. *Norsk Veterinærtidsskrift* 131: 443-444.
- Føre, H. & Thorvaldsen, T. 2021. Causal analysis of escape of Atlantic salmon and rainbow trout from Norwegian fish farms during 2010-2018. *Aquaculture* 532 doi: 10.1016/j.aquaculture.2020.736002.
- Garmo, Ø.A. & Skancke, L.B., 2020. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – vannkjemiske effekter 2019. Miljødirektoratet-rapport M1770.
- Garner, G., Malcolm, I.A., Sadler, J.P. & Hannah, D.M. 2017. The role of riparian vegetation density, channel orientation and water velocity in determining river temperature dynamics. *Journal of Hydrology* 553: 471-485.
- Garseth, A.H., Biering, E. & Aunsmo, A. 2013a. Associations between piscine reovirus infection and life history traits in wild-caught Atlantic salmon *Salmo salar* L. in Norway. *Preventive Veterinary Medicine* 112: 138-146.
- Garseth, A.H., Ekrem, T. & Biering, E. 2013b. Phylogenetic evidence of long distance dispersal and transmission of piscine reovirus (PRV) between farmed and wild Atlantic salmon. *Plos One* 8 (12): e82202.
- Garseth, Å.H., Fornes, G.J., Sollien, V.P. 2021. Health monitoring of wild anadromous salmonids in freshwater in Norway 2020. Surveillance program report. Veterinærinstituttet 2021. 17 s.
- Garseth, Å.H., Gjessing, M.C., Moldal, T. & Gjevre, A-G. 2018. A survey of salmon gill poxvirus (SGPV) in wild salmonids in Norway *Journal of Fish Diseases*, 41: 139-145.
- Gjelland, K.Ø. & Sandlund, O.T. 2012. Pukkellaks, *Oncorhynchus gorbuscha*. Artsdatabanken faktaark nr. 283, ISSN 1504-9140.
- Glover, K.A., Pertoldi, C., Besnier, F., Wennevik, V., Kent, M. & Skaala, Ø. 2013. Atlantic salmon populations invaded by farmed escapees: quantifying genetic introgression with a Bayesian approach and SNPs. *BMC Genetics* 14: 74.
- Glover, K.A., Quintela, M., Wennevik, V., Besnier, F., Sørvik, A.G.E. & Skaala, Ø. 2012. Three decades of farmed escapees in the wild: a spatio-temporal analysis of Atlantic salmon population genetic structure throughout Norway. *PLoS ONE* 7(8): e43129.

- Glover, K.A., Solberg, M.F., McGinnity, P., Hindar, K., Verspoor, E., Coulson, M.W., Hansen, M.M., Araki, H., Skaala, Ø. & Svåsand, T. 2017. Half a century of genetic interaction between farmed and wild Atlantic salmon: Status of knowledge and unanswered questions. *Fish and Fisheries* 18: 890-927.
- Glover, K.A., Wennevik, V., Hindar, K., Skaala, Ø., Fiske, P., Solberg, M.F., Diserud, O.H., Svåsand, T., Karlsson, S., Andersen, L.B. & Grefsrud, E.S. 2020 The future looks like the past: Introgression of domesticated Atlantic salmon escapees in a risk assessment framework. *Fish and Fisheries* 21: 1077-1091.
- Glover, K.A., Urdal, K., Næsje, T., Skoglund, H., Florø-Larsen, B., Otterå, H., Fiske, P., Heino, M., Aronsen, T., Sægvog, H., Diserud, O., Barlaup, B.T., Hindar, K., Bakke, G., Solberg, I., Lo, H., Solberg, M.F., Karlsson, S., Skaala, Ø., Lamborg, A., Kanstad-Hanssen, Ø., Muladal, R., Skilbrei, O.T. & Wennevik, V. 2019. Domesticated escapees on the run: the second-generation monitoring programme reports the numbers and proportions of farmed Atlantic salmon in >200 Norwegian rivers annually. *ICES Journal of Marine Science* 76: 1151-1161.
- Godwin, S.C., Fast, M.D., Kuparinen, A., Medcalf, K.E. & Hutchings, J.A. 2020. Increasing temperatures accentuate negative fitness consequences of a marine parasite. *Scientific Reports* 10, 1-10.
- Gray, I.E. 1954. Comparative study of the gill area of marine fishes. *Biological Bulletin* 107: 219-255.
- Grefsrud, E., Svåsand, T., Glover, K., Husa, V., Hansen, P.K., Samuelsen, O., Sandlund, N. & Stien, L.H. (red.). 2019. Risikovurdering Norsk Fiskeoppdrett 2019 - Miljøeffekter av lakseoppdrett. *Fisken og Havet* nr. 2019-5.
- Grefsrud, E.S., Glover, K., Grøsvik, B.E., Husa, V., Karlsen, Ø., Kristiansen, T., Kvamme, B.O., Mortensen, S., Samuelsen, O.B., Stien, L.H. & Svåsand, T. (red.). 2018. Risikorapport norsk fiskeoppdrett 2018. *Fisken og havet, særnr. 1-2018*.
- Grefsrud, E., Karlsen, Ø., Kvamme, B.O., Glover, K., Husa, V., Hansen, P.K., Grøsvik, B.E., Samuelsen, O., Sandlund, N., Stien, L.H. & Svåsand, T. (red.). 2021. Risikorapport norsk Fiskeoppdrett 2021 – Risikovurdering – effekter av norsk fiskeoppdrett. Rapport fra havforskningen 2021-8.
- Gåsnes, S.K., Garseth, Å.H. & Thoen, E. 2019. Health monitoring of wild anadromous salmonids in freshwater in Norway 2018. Oslo: Veterinærinstituttet 2019 8 s.
- Hagen, I.J., Ugedal, O., Jensen, A.J., Lo, H., Holthe, E., Bjøru, B., Florø-Larsen, B., Sægvog, H., Skoglund, H. & Karlsson, S.E. 2020. Evaluation of genetic effects on wild salmon populations from stock enhancement. *ICES Journal of Marine Science* doi:10.1093/icesjms/fsaa235.
- Halttunen, E. 2011. Staying alive - The survival and importance of Atlantic salmon post-spawners. PhD-thesis. University of Tromsø, Tromsø.
- Halvorsen, M. 2012. Sjørøyevassdragene i Nord-Norge; 100 av 400 mulige - en zoogeografisk analyse av de aktuelle vassdragene. DN-utredning1–2012, Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim.
- Hansen, L.P., Fiske, P., Holm, M., Jensen, A.J. & Sægvog, H. 2007. Bestandsstatus for laks 2007. Rapport fra arbeidsgruppe. Utredning for DN, 2007-2: 1-54 + 34 siders vedlegg.
- Hanssen-Bauer, I., Førland, E.J., Haddeland, I., Hisdal, H., Mayer, S., Nesje, A., Nilsen, J.E.Ø., Sandven, S., Sandø, A.B., Sorteberg, A. & Ådlandsvik, B. 2015. Klima i Norge 2100. Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015. NCCS rapport 2/2015.
- Harvey, A.C., Glover, K.A., Wennevik, V. & Skaala, O. 2020. Atlantic salmon and sea trout display synchronised smolt migration relative to linked environmental cues. *Scientific Reports* 10: 3529.

- Havn, T.B., Uglem, I., Solem, Ø., Cooke, S.J., Whoriskey, F. & Thorstad E.B. 2015. The effect of catch-and-release angling at high water temperatures on behavior and survival of Atlantic salmon during spawning migration. *Journal of Fish Biology* 87: 342-359.
- Hedger, R.D., Næsje, T.F., Fiske, P., Ugedal, O., Finstad, A.G. & Thorstad, E.B. 2013a. Ice-dependent winter survival of juvenile Atlantic salmon. *Ecology and Evolution* 3: 523-535.
- Hedger, R.D., Sundt-Hansen, L.E., Forseth, T., Diserud, O.H., Ugedal, O. & Finstad, A.G. 2012. Modelling the complete life-cycle of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) using a spatially explicit individual-based approach. *Ecological Modelling* 248: 119-129.
- Hedger, R.D., Sundt-Hansen, L.E., Forseth, T., Ugedal, O., Diserud, O.H., Kvambekk, Å.S. & Finstad, A.G. 2013b. Predicting climate change effects on subarctic–Arctic populations of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 70: 159-168.
- Heggberget, T.G., Staldvik, F., Saksgård, R., Sandlund, O.T., Hesthagen, T. & Kjellberg, G. 2015. Kartlegging av fiskearter i og nær Tunnsjøen, med spesiell vekt på forekomst av hvitfinnet steinulke, *Cottus gobio* L. NINA Rapport 1118: 1-17 (+ 2 vedlegg).
- Heggenes, J., Stickler, M., Alfredsen, K., Brittain, J.E., Bustos, A.A. & Huusko, A. 2021. Stay cool: temperature changes, biological responses and mitigation measures in hydropower-regulated northern river systems. *River Research and Applications* doi: 10.1002/rra.3788.
- Hein, C.L., Öhlund, G. & Englund, G. 2012. Future distribution of Arctic char *Salvelinus alpinus* in Sweden under climate change: effects of temperature, lake size and species interactions. *Ambio* 41: 303-312.
- Helgesen, K.O., Horsberg, T.E, Stige, L.C, Norheim, K. & Tarpai, A. 2021. The surveillance programme for resistance in salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) in Norway 2020. Surveillance program report 38-2021, Veterinærinstituttet 2021. 25s.
- Hesthagen, T., Larsen, B.M. & Fiske, P. 2011. Liming restores Atlantic salmon (*Salmo salar*) populations in acidified Norwegian rivers. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 68: 224-231.
- Hesthagen, T., & Sandlund, O. T. 2007. Non-native freshwater fishes in Norway: history, consequences and perspectives. *Journal of Fish Biology* 71 Supplement D:173-183 doi: 110.1111/j.1095-8649.2007.01676.x.
- Hesthagen, T. & Østborg, G. 2004. Utbredelse av ferskvannfisk, naturlige fiskesamfunn og fisketomme vatn i Troms og Finnmark. NINA Oppdragsmelding. 805: 1-30
- Hesthagen, T. & Sandlund, O.T. 2012. Gjedde, sørv og suter: status, vektorer og tiltak mot uønsket spredning NINA Rapport 669: 45 s.
- Hindar, A. & Larssen, T. 2005. Modifisering av ANC- og tålegrenseberegninger ved å inkludere sterke organiske syrer. NIVA-rapport 5030: 1-39.
- Hindar, A. & Wright, R.F. 2005. Long-term records and modeling of acidification, recovery and liming at Lake Hovvatn, Norway. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 62: 2620-2631.
- Hindar, A., Garmo, Ø., Austnes, K. & Sample, J.E., 2020. Nasjonal innjøundersøkelse 2019. NIVA-rapport 7530.
- Hindar, K., Fleming, I.A., McGinnity, P. & Diserud, O. 2006. The genetic and ecological effects of salmon farming on wild salmon: modelling from experimental results. *ICES Journal of Marine Science* 63: 1234-1247.
- Hindar, K., Diserud, O.H., Fiske, P., Karlsson, S., Bolstad, G.H., Foldvik, A., Wennevik, V., Bremset, G. & Rosten, C. 2018. Evaluering av nasjonale laksevassdrag og nasjonale laksefjorder: Rømt oppdrettslaks, genetisk innkryssning og bestandsstatus. NINA Rapport 1461: 1-55.

- Hisdal, H., Vikhamar-Schuler, D., Førland, E.J. & Nilsen, I.B. 2017. Klimaprofiler for fylker. Et kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning. NCCS report 3.
- Hjeltnes, B., Bang Jensen, B., Bornø, G., Haukaas, A. & Walde, C.S. 2019. Fiskehelse rapporten 2018. Rapport fra Veterinærinstituttet 6a – 2019: 1-132.
- Hoegh-Guldberg, O., Jacob, D., Taylor, M., Bindi, M., Brown, S., Camilloni, I., Diedhiou, A., Djalante, R., Ebi, K.L., Engelbrecht, F., Guiot, J., Hijioka, Y., Mehrotra, S., Payne, A., Seneviratne, S.I., Thomas, A., Warren, R. & Zhou, G. 2018. Impacts of 1.5°C global warming on natural and human systems. I Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H.-O., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P.R., Pirani, A., Moufouma-Okia, W., Péan, C., Pidcock, R., Connors, S., Matthews, J.B.R., Chen, Y., Zhou, X., Gomis, M.I., Lonnoy, E., Maycock, T., Tignor, M. & Waterfield, T. (redaktører). Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty, IPCC, Special Report.
- Hoffmann, A.A. & Sgrò, C. M. 2011. Climate change and evolutionary adaptation. *Nature* 470: 479-485.
- Huang, S.C., Eisner, S., Magnusson, J.O., Lussana, C., Yang, X. & Beldring, S. 2019. Improvements of the spatially distributed hydrological modelling using the HBV model at 1 km resolution for Norway. *Journal of Hydrology* 577: 123585.
- Hugonnet, R., McNabb, R., Bertihier, E., Menounos, B., Nuth, C., Girod, L., Farinotti, D., Huss, M., Dussailant, I., Brun, F. & Käälb, A. 2021. Accelerated global glacier mass loss in the early twenty-first century. *Nature* 592: 726-731.
- Hvas, M., Karlsbakk, E., Mælen, S., Wright, D.W. & Oppedal, F. 2017. The gill parasite *Paramoeba perurans* compromises aerobic scope, swimming capacity and ion balance in Atlantic salmon. *Conservation Physiology* 5 doi:10.1093/conphys/cox066.
- Hvidsten, N.A., Heggberget, T.G. & Jensen, A.J. 1998. Sea water temperatures at Atlantic salmon smolt entrance. *Nordic Journal of Freshwater Research* 74: 79-86.
- Hvidsten, N.A., Jensen, A.J., Rikardsen, A.H., Finstad, B., Aure, J., Stefansson, S., Fiske, P. & Johnsen, B.O. 2009. Influence of sea temperature and initial marine feeding on survival of Atlantic salmon *Salmo salar* post-smolts from the Rivers Orkla and Hals, Norway. *Journal of Fish Biology* 74: 1532-1548.
- ICES 2017. Report of the workshop on potential impacts of climate change on Atlantic salmon stock dynamics (WKCCISAL), 27-28 March 2017, Copenhagen, Denmark. ICES CM 2017/ACOM:39, 90 s.
- ICES 2018. Report of the Working Group on North Atlantic Salmon (WGNAS), 4-13 April 2018, Woods Hole, MA, USA. ICES CM, 2018/ACOM:21: 1-383.
- ICES 2020. Working Group on Widely Distributed Stocks (WGWIDE). ICES Scientific Reports. 2:82. 1019 pp. <http://doi.org/10.17895/ices.pub.7475>.
- ICES 2021. Working group on North Atlantic salmon (WGNAS). ICES Scientific Reports, 3:29: 1-407.
- IPCC 2014. Climate change 2014: synthesis report. Contribution of working groups i, ii and iii to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change (Core writing team, Pachauri, R.K. & Meyer, L.A.). IPCC, Geneva, Switzerland, 151 s.
- Jackson, F.L., Fryer, R.J., Hannah, D.M., Millar, C.P., & Malcolm, I.A. 2018. A spatio-temporal statistical model of maximum daily river temperatures to inform the management of Scotland's Atlantic salmon rivers under climate change. *Science of the Total Environment* 612: 1543-1558.

- Jensen, A.J. & Johnsen, B.O. 1999. The functional relationship between peak spring floods and survival and growth of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*). *Functional Ecology* 13: 778-785.
- Jensen, A.J., Sægrov, H., Hansen, L.P., Fiske, P. & Gjørseter, H. 2013. Rainbow trout and pink salmon in Norway, and their potential threat to Atlantic salmon. ICES Working paper 2013/17 North Atlantic Salmon Working Group, 10 s.
- Jensen, A.J., Berg, M., Bremset, G., Finstad, B., Havn, T.B. & Jensås, J.G. 2016. Fiskebiologiske undersøkelser i Auravassdraget. Årsrapport for 2015. NINA rapport 1249: 1-52.
- Jeppesen, E., Mehner, T., Winfield, I.J., Kangur, K., Sarvala, J., Gerdeaux, D., Rask, M., Malmquist, H.J., Holmgren, K., Volta, P., Romo, S., Eckmann, R., Sandström, A., Blanco, S., Kangur, A., Ragnarsson Stabo, H., Tarvainen, M., Ventelä, A.-M., Søndergaard, M., Lauridsen, T.L. & Meerhoff, M. 2012. Impacts of climate warming on the long-term dynamics of key fish species in 24 European lakes. *Hydrobiologia* 694: 1-39.
- Jepsen, N., Aarestrup, K., Økland, F. & Rasmussen, G. 1998. Survival of radio-tagged Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and trout (*Salmo trutta* L.) smolts passing a reservoir during seaward migration. *Hydrobiologia*, 371(372): 347-353.
- Johnsen, B.O., Møkkelgjerd, P.I. & Jensen, A.J. 1999. Parasitten *Gyrodactylus salaris* på laks i norske vassdrag, statusrapport ved inngangen til år 2000. NINA Oppdragsmelding 617: 1-129.
- Johnsen, B.O., Arnekleiv, B.O., Asplin, L., Barlaup, B.T., Næsje, T.F., Rosseland, B.O., Saltveit, S.J. & Tvede, T. 2010. Hydropower Developments – Ecological Effects. Chapter 15 in *Atlantic Salmon Ecology* (Ø. Aas, S. Einum, A. Klemetsen & J. Skurdal, eds), Blackwell Publishing, Oxford.
- Johnsen, I.A. & Karlsen 2021. Estimert dødelighet for utvandrende postsmolt av laks 2012-2020. Rapport til Mattilsynet OK-program 56827 – Lakselusovervåking. Rapport fra Havforskningen, Nr. 2021-5.
- Johnsen, I.A., Sævik, P.N. & Ådlandsvik, B. 2019. Utvandring av virtuell postsmolt 2018/2019. Rapport fra Havforskningen 2019-55.
- Johnsen, I.A., Harvey, A., Sandvik, A.D., Wennevik, V., Ådlandsvik, B. & Karlsen, Ø. 2018. Estimert luserelatert dødelighet hos postsmolt som vandrer ut fra norske lakseelver 2012-2017. Rapport fra Havforskningen, Nr. 28-2018.
- Johnsen, I.A., Harvey, A., Sævik, P.N., Ugedal, O., Ådlandsvik, B., Wennevik, V., Glover, K. & Karlsen, Ø. 2020. Salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) infestation pressure on Atlantic salmon (*Salmo salar*) during post-smolt migration in Norway. *ICES Journal of Marine Science* 78, 142–154
- Jonsson, B. 1981. Life history strategies of trout (*Salmo trutta* L.). Dr. philos. Oslo, Norway.
- Jonsson, B. & Jonsson, N. 2009. A review of the likely effects of climate change on anadromous Atlantic salmon *Salmo salar* and brown trout *Salmo trutta*, with particular reference to water temperature and flow. *Journal of Fish Biology* 75: 2381-2447.
- Jonsson, B. & Jonsson, N. 2011. Ecology of Atlantic salmon and brown trout. Habitat as a template for life histories. Springer.
- Jonsson, B. & Jonsson, N. 2019. Phenotypic plasticity and epigenetics of fish: embryo temperature affects later-developing life-history traits. *Aquatic Biology* 28: 21-32.
- Jonsson, B. & L'Abée-Lund, J.H. 1993. Latitudinal clines in life-history variables of anadromous brown trout in Europe. *Journal of Fish Biology* 43 (Supplement A): 1-16.
- Jonsson, B. & Ruud-Hansen, J. 1985. Water temperature as the primary influence on timing of seaward migrations of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 42: 593-595.
- Jonsson, B., Jonsson, N. & Albretsen, J. 2016. Environmental change influences the life history of salmon *Salmo salar* in the North Atlantic Ocean. *Journal of Fish Biology* 88: 618-637.

- Jonsson, B., Forseth, T., Jensen, A.J. & Næsje, T.F. 2001. Thermal performance of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Functional Ecology* 15: 701-711.
- Karlsen, Ø., Finstad, B., Ugedal, O & Svåsand, T. 2016. Kunnskapsstatus som grunnlag for kapasitetsjustering innen produksjonsområder basert på lakselus som indikator. Rapport fra Havforskningen Nr. 14-2016 (ISSN 1893-4536 online), 137 s.
- Karlsson, S., Diserud, O.H., Fiske, P. & Hindar, K. 2016. Widespread genetic introgression of escaped farmed Atlantic salmon in wild salmon populations. *ICES Journal of Marine Science* 10: 2488-2498.
- Karlsson, S., Florø-Larsen, B, Sollien, V.P., Andersskog, I.P.Ø., Brandsegg, H., Eriksen, L.B. & Spets, M.H. 2020. Stamlakskontroll 2019. NINA Rapport 1836: 1-16.
- Kennedy, R.J. & Crozier, W.W. 2010. Evidence of changing migratory patterns of wild Atlantic salmon *Salmo salar* smolts in the River Bush, Northern Ireland, and possible associations with climate change. *Journal of Fish Biology* 76: 1786-1805.
- Kittelsen, A., Rosten, T., Ulgenes, Y., Selvik, J.R. & Alne, H. 2006. Tilgjengelige ferskvannsressurser til framtidig produksjon av settefisk av laks og ørret. Utredning fra Akvaforsk, SINTEF & NIVA. Stensilrapport.
- Kleiven, E. & Hesthagen, T. 2012. Fremmede fiskearter i ferskvann i Aust-Agder - Historikk, status og konsekvenser. NINA Rapport nr 665.
- Kleiven, E. & Hesthagen, T. 2012. Fremmede fiskearter i ferskvann i Aust-Agder - Historikk, status og konsekvenser. NINA Rapport nr 66
- Klemetsen, A., Amundsen, P.-A., Dempson, J.B., Jonsson, B., Jonsson, N., O'Connell, M.F. & Mortensen, E. 2003. Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): a review of aspects of their life histories. *Ecology of Freshwater Fish* 12: 1-59.
- Koestler, K., Østenby, A., Birkeland, C., Arnesen, F. & Haddeland, I. 2019. Virkningen av klimaendringer på tilsiget til vannkraften i Norge. Vannkraftverkene i Norge får mer tilsig. NVE Rapport 50.
- Kovach, R.P., Ellison, S.C., Pyare, S. & Tallmon, D.A. 2015. Temporal patterns in adult salmon migration timing across southeast Alaska. *Global Change Biology* 21: 1821-1833.
- Kristoffersen, A.B., Qviller, L., Helgesen, K.O., Vollset, K.W., Viljugren, H. & Jansen, P.A. 2018. Quantitative risk assessment of salmon louse-induced mortality of seaward migrating post-smolt Atlantic salmon. *Epidemics* 23: 19-33.
- Krkošek M., Revie C., Gargan P., Skilbrei O.T., Finstad B. & Todd C.D. 2013. Impact of parasites on salmon recruitment in the Northeast Atlantic Ocean. *Proceedings of the Royal Society B* 280: 20122359.
- L'Abée-Lund, J.H., Vøllestad, L.A., Brittain, J.E., Kvambekk, Å.S. & Solvang, T. 2021. Geographic variation and temporal trends in ice phenology in Norwegian lakes during the period 1890-2020. *The Cryosphere* 15: 2333-2356.
- Lapointe, M., Bergeron, N., Berube, F., Pouliot, M. & Johnston, P. 2004. Interactive effects of substrate sand and silt contents, redd-scale hydraulic gradients, and interstitial velocities on egg-to-emergence survival of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 61: 2271-2277.
- Lennox, R.J., Salvanes A.G.V., Barlaup B.T., Stöger, E., Madhun A., Helle, T.M. & Vollset, K.W. 2020. Negative impacts of the sea lice prophylactic emamectin benzoate on the survival of hatchery released salmon smolts in rivers. *Aquatic Toxicology* 224: 105519.
- Lennox, R.J., Eliason, E.J., Havn, T.B., Johansen, M.R., Thorstad, E.B., Cooke, S.J., Diserud, O. H., Whoriskey, F.G., Farrell, A.P. & Uglem, I. 2018. Bioenergetic consequences of warming rivers to adult Atlantic salmon *Salmo salar* during their spawning migration. *Freshwater Biology* 63: 1381-1393.

- Lennox, R.J., Cooke, S.J., Davis, C., Gargan, P., Hawkins, L.A., Havn, T.B., Johansen, M.R., Kennedy, R., Richard, A., Svenning, M.-A., Uglem, I., Webb, J., Whoriskey, F.G. & Thorstad, E.B. 2017. Pan-Holarctic assessment of post-release mortality of angled Atlantic salmon *Salmo salar*. *Biological Conservation* 209: 150-158.
- Levanidov VY, Levanidova IM (1957) Food of downstream migrant young summer chum salmon and pink salmon in Amur tributaries. *Izvestiia Tikhookeanskovo Nauchno-Issledovatelskovo Instituta Rybnovo Khoziaistva i Okeanog* 45, 3—16 (In *Pacific Salmon: Selected Articles from Soviet Periodicals*, pp. 269—284. Jerusalem: Israel Program for Scientific Translations).
- Lotze, H.K., Tittensor, D.P., Bryndum-Buchholz, A., Eddy, T.D., Cheung, W.W.L., Galbraith, E. D., Barange, M., Barrier, N., Bianchi, D., Blanchard, J.L., Bopp, L., Büchner, M., Bulman, C.M., Carozza, D.A., Christensen, V., Coll, M., Dunne, J.P., Fulton, E.A., Jennings, S., Jones, M.C., Mackinson, S., Maury, O., Niiranen, S., Oliveros-Ramos, R., Roy, T., Fernandes, J.A., Schewe, J., Shin, Y.-J., Silva, T.A.M., Steenbeek, J., Stock, C.A., Verley, P., Volkholz, J., Walker, N.D. & Worm, B. 2019. Global ensemble projections reveal trophic amplification of ocean biomass declines with climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 116: 12907-12912.
- Lund, R.A. & Hansen, L.P. 1991. Identification of wild and reared Atlantic salmon, *Salmo salar* L., using scale characters. *Aquaculture and Fisheries Management* 22: 499-508.
- Lund, R.A., Hansen, L.P. & Järvi, T. 1989. Identifisering av oppdrettslaks og villaks ved ytre morfologi, finnestørrelse og skjellkarakterer. NINA forskningsrapport 001: 1-54.
- Madhun, A.S., Karlsbakk, E., Isachsen, C.H., Omdal, L.M., Eide Sørvik, A.G., Skaala, Ø., Barlaup, B.T. & Glover, K.A. 2015. Potential disease interaction reinforced: double-virus-infected escaped farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., recaptured in a nearby river. *Journal of Fish Diseases* 38: 209-219.
- Mahlum, S., Vollset, K.W., Barlaup, B.T., Skoglund, H. & Velle, G. 2021. Salmon on the lam: Drivers of escaped farmed fish abundance in rivers. *Journal of Applied Ecology* 58:550-561.
- Mahlum, S., Skoglund, H., Wiers, T., Norman, E.S., Barlaup, B.T., Wennevik, V., Glover, K.A., Urdal, K., Bakke, G. & Vollset, K.W. 2019. Swimming with the fishes: validating drift diving
- Manhard, C.V., Joyce, J.E. & Gharrett, A.J. 2017. Evolution of phenology in a salmonid population: a potential adaptive response to climate change. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 74: 1519-1527.
- Mantua, N., Tohver, I. & Hamlet, A. 2010. Climate change impacts on streamflow extremes and summertime stream temperature and their possible consequences for freshwater salmon habitat in Washington State. *Climatic Change* 102: 187-223.
- Mathis, J.T., Cooley, S.R., Lucey, N., Colt, S., Ekstrom, J., Hurst, T., Hauri, C., Evans, W., Cross, J.N. & Feely, R.A. 2015. Ocean acidification risk assessment for Alaska's fishery sector. *Progress in Oceanography* 136: 71-91.
- McCarthy, J.L., Friedland, K.D. & Hansen, L.P. 2008. Monthly indices of the post-smolt growth of Atlantic salmon from the Drammen River, Norway. *Journal of Fish Biology* 72: 1572-1588.
- McCormick, S.D., Hansen, L.P., Quinn, T.P. & Saunders, R.L. 1998. Movement, migration, and smolting of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 55 Supplement 1: 77-92.
- McDonald J (1960) The Behaviour of Pacific Salmon Fry During Their Downstream Migration to Freshwater and Saltwater Nursery Areas. *J. Fish. Res. Board Can.* 17:655–676.
- McGinnity, P., Jennings, E., deEyto, E., Allot, N., Samuelsson, P., Rogan, G., Whelan, K. & Cross, T. 2009. Impact of naturally spawning captive-bred Atlantic salmon on wild

- populations: depressed recruitment and increased risk of climate-mediated extinction. *Proceedings of the Royal Society B* 276: 1673.
- McKenzie, D.J., Zhang, Y.F., Eliason, E.J., Schulte, P.M., Claireaux, G., Blasco, F.R., Nati, J.J.H. & Farrell, A.P. 2020. Intraspecific variation in tolerance of warming in fishes. *Journal of Fish Biology* doi: 10.1111/jfb.14620.
- McGinnity, P., Prodöhl, P., Ferguson, A., Hynes, R., Ó Maoiléidigh, N., Baker, N., Cotter, D., O’Hea, B., Cooke, D., Rogan, G., Taggart, J. & 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. *Proceedings of the Royal Society of London Ser. B* 270: 2443-2450.
- Medcalf, K.E., Hutchings, J.A., Fast, M.D., Kuparinen, A. & Godwin, S.C. 2021. Warming temperatures and ectoparasitic sea lice impair internal organs in juvenile Atlantic salmon. *Marine Ecology Progress Series* 660: 161-169
- Middlemas, S. J., Fryer, R. J., Tulett, D., & Armstrong, J. D. (2013). Relationship between sea lice levels on sea trout and fish farm activity in western Scotland. *Fisheries Management and Ecology*, 20(1), 68-74.
- Miljødirektoratet 2016. Plan for kalking av vassdrag i Noreg 2016-2021. Rapport M-488: 1-23.
- Mo, T.A., & Jørgensen, A. 2017. A survey of the distribution of the PKD-parasite *Tetracapsuloides bryosalmonae* (Cnidaria: Myxozoa: Malacosporea) in salmonids in Norwegian rivers - additional information gleaned from formerly collected fish. *Journal of Fish Diseases* 40: 621-627.
- Mo, T.A., Thorstad, E.B., Sandlund, O.T., Berntsen, H.H., Fiske, P. & Uglem, I. 2018. The pink salmon invasion: a Norwegian perspective. *Journal of Fish Biology* 93: 5-7.
- Moe, K., Næsje, T.F., Haugen, T.O., Ulvan, E.M., Aronsen, T., Sandnes, T. & Thorstad, E.B. 2016. Area use and movement patterns of wild and escaped farmed Atlantic salmon before and during spawning in a large Norwegian river. *Aquaculture Environment Interactions* 8: 77-88.
- Moe, T.F., Thrane, J.E., Persson, J., Bækkelie, K.A., Myrvold, K.M., Olstad, K., Garmo, Ø.A., Grung, M.O. & de Wit, H. 2018. Overvåking av referanseelver 2017. Basisovervåking i henhold til vannforskriften. Miljødirektoratet, rapport M-1002, 279 s.
- Moe, T.F., Thrane, J.E., Persson, J., Bækkelie, K.A., Myrvold, K.M., Garmo, Ø.A., Grung, M., Hindar, A., Calidonio, J.L.G. & de Wit, H. 2019. Overvåking av referanseelver 2018. Basisovervåking i henhold til vannforskriften. Miljødirektoratet, rapport M-1332, 256 s.
- Moen, A., Bardal, H., Sandodden, R. & Bjøru, B. 2011. Tiltak mot *Gyrodactylus salaris* i Steinkjerregionen 2008 og 2009. Veterinærinstituttets rapportserie 3-2011: 1-44.
- Moen, A., Sandodden, R., Stensli, J.H., Almestad, S., Aunsmo, A., Holthe, E., Lo, H., Lund, Moen V, Skår K, Sæter L, Vatne T (2005) Bekjempelsen av *Gyrodactylus salaris* i Ranaregionen 2003-2004. VESO-rapport 1-2005: 1-230.
- Montgomery, D.R., Buffington, J.M., Peterson, N.P., Schuett-Hames, D. & Quinn, T.P. 1996. Stream-bed scour, egg burial depths, and the influence of salmonid spawning on bed surface mobility and embryo survival. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 53: 1061-1070.
- Moore, A. & Waring, C.P. 2001. The effects of a synthetic pesticide on some aspects of reproduction in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquatic Toxicology* 52: 1-12.
- Mottola, G., Kristensen, T. & Anttila, K. 2020. Compromised thermal tolerance of cardiovascular capacity in upstream migrating Arctic char and brown trout - are hot summers threatening migrating salmonids? *Conservation Physiology* doi: 10.1093/conphys/coaa1101.
- Muladal, R. 2018. Registrering av ungfisk fra pukkellaks i Finnmark våren 2018. Naturtjenester i Nord. Rapport-6: 1-24.

- Muladal, R. & Fagard, P. 2020. Registrering av pukkellaksyngel i Troms og Finnmark våren 2020. Naturtjenester i Nord. Rapport-5: 1-21.
- Myksvoll, M. S., Sandvik, A. D., Johnsen, I. A., Skarðhamar, J., & Albretsen, J. (2020). Impact of variable physical conditions and future increased aquaculture production on lice infestation pressure and its sustainability in Norway. *Aquaculture Environment Interactions*, 12, 193-204.
- Mørkved, O.J. & Krokan, P.S. 1997. Innteksts- og kostnadsforhold i det norske sjølaksefisket med faststående redskap. Rapport til Havbeiteprogrammet PUSH og Direktoratet for naturforvaltning.
- Nilsen, F., Ellingsen, I., Finstad, B., Helgesen, K.O., Karlsen, Ø., Sandvik, A.D., Sægrov, H., Ugedal, O., Vollset, K.W., Qviller, L. & Myksvoll, M.S. 2018. Vurdering av lakselusindusert villfiskdødelighet per produksjonsområde i 2018. Rapport fra ekspertgruppe for vurdering av lusepåvirkning. 27 s.
- Nilsen, F., Ellingsen, I., Finstad, B., Jansen, P.A., Karlsen, Ø., Kristoffersen, A., Sandvik, A.D., Sægrov, H., Ugedal, O., Vollset, K.W. & Myksvoll, M.S. 2017. Vurdering av lakselusindusert villfiskdødelighet per produksjonsområde i 2016 og 2017. Rapport fra ekspertgruppe for vurdering av lusepåvirkning. 64 s.
- Nilsen, R., Serra Llinares, R.M., Sandvik, A.D., Schrøder Elvik, K.M., Kjær, R., Karlsen, Ø., Finstad, B., Berg, M., Lehmann, G.B. 2019. Lakselusinfestasjon på vill laksefisk langs norskekysten i 2019. Rapport fra Havforskningen nr. 2019-35: 1-97.
- Nilssen, J.P. & Wærvågen, S.B. 2001. Den nylige spredning av gjedde og karpefisk i Sør-Norge. fagutredning, Abelsenteret. Gjerstad. 2001/3
- Nordeng, H. 1983. Solution to the «char problem» based on Arctic char (*Salvelinus alpinus*) in Norway. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 40: 1372-1387.
- Nylund, A., Brattespe, J., Plrre, H., Kambestad, M. & Karlsen, M. 2019. Wild and farmed salmon (*Salmo salar*) as reservoirs for infectious salmon anaemia virus, and the importance of horizontal- and vertical transmission. *PlosOne* 14: e0215478.
- Næsje, T.F., Barlaup, B.T, Berg, M., Diserud, O.H., Fiske, P., Karlsson, S., Lehmann, G.B., Museth, J., Robertsen, G., Solem, Ø. & Staldvik, F. 2013. Muligheter og teknologiske løsninger for å fjerne rømt oppdrettsfisk fra lakseførende vassdrag. NINA Rapport 972: 1-84.
- Næsje, T.F., Aronsen, T., Ulvan, E.M., Moe, K., Fiske, P., Økland, F., Østborg, G., Diserud, O., Skorstad, L., Sandnes, T. & Staldvik, F. 2015. Villaks og rømt oppdrettslaks i Namsfjorden og Namsenvassdraget: Fangst, atferd og andeler rømt oppdrettslaks. 2012-2014. NINA Rapport 1138: 1-106.
- Næsje, T.F., Aronsen, T., Ulvan, E.M., Moe, K., Økland, F., Østborg, G., Skorstad, L., Fiske, P., Thorstad, E.B., Holm, R., Sandnes, T. & Staldvik, F. 2014. Innvandring, fangst og atferd til villaks og rømt oppdrettslaks i Namsfjorden og Namsenvassdraget i 2013. NINA Rapport 1059: 1-63.
- Olmos, M., Payne, M.R., Nevoux, M., Prevost, E., Chaput, G., Du Pontavice, H., Guitton, J., Sheehan, T., Mills, K. & Rivot, E. 2020. Spatial synchrony in the response of a long range migratory species (*Salmo salar*) to climate change in the North Atlantic Ocean. *Global Change Biology* 26: 1319-1337.
- Otero, J., Jensen, A.J., L'Abée-Lund, J.H., Stenseth, N.C., Storvik, G.O. & Vøllestad, L.A. 2011. Quantifying the ocean, freshwater and human effects on year-to-year variability of one-sea-winter Atlantic salmon using multiple long time series from Norwegian rivers. *PLoS ONE* 6 :e24005.
- Otero, J., Jensen, A.J., L'Abée-Lund, J.H., Stenseth, N.C., Storvik, G.O. & Vøllestad, L.A. 2012. Contemporary ocean warming and freshwater conditions are related to later sea age at maturity in Atlantic salmon spawning in Norwegian rivers. *Ecology and Evolution* 2: 2190-2203.

- Otero, J., L'Abée-Lund, J.H., Castro-Santos, T., Leonardsson, K., Storvik, G.O., Jonsson, B., Dempson, J.B., Russell, I.C., Jensen, A.J., Baglinière, J.-L., Dionne, M., Armstrong, J.D., Romakkaniemi, A., Letcher, B.H., Kocik, J.F., Erkinaro, J., Poole, R., Rogan, G., Lundqvist, H., MacLean, J.C., Jokikokko, E., Arnekleiv, J.V., Kennedy, R.J., Niemelä, E., Caballero, P., Music, P.A., Antonsson, T., Gudjonsson, S., Veselov, A.E., Lamberg, A., Groom, S., Taylor, B.H., Taberner, M., Dillane, M., Arnason, F., Horton, G., Hvidsten, N.A., Jonsson, I.R., Jonsson, N., McKelvey, S., Næsje, T.F., Skaala, Ø., Smith, G.W., Sægrov, H., Stenseth, N.C. & Vøllestad, L.A. 2014. Basin-scale phenology and effects of climate variability on global timing of initial seaward migration of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Global Change Biology* 20: 61-75.
- Parry, E.S., Gregory, S.D., Lauridsen, R.B. & Griffiths, S.W. 2018. The effects of flow on Atlantic salmon (*Salmo salar*) red distribution in a UK chalk stream between 1980 and 2015. *Ecology of Freshwater Fish* 27: 128-137.
- Pörtner, H.O. & Knust, R. 2007. Climate change affects marine fishes through the oxygen limitation of thermal tolerance. *Science* 315(5808): 95-97.
- Potter, E.C.E., Crozier, W.W., Schon, P.J., Nicholson, M.D., Maxwell, D.L., Prevost, E., Erkinaro, J., Gudbergsson, G., Karlsson, L., Hansen, L.P., MacLean, J.C., Maoileidigh, N.O. & Prusov, S. 2004. Estimating and forecasting pre-fishery abundance of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in the Northeast Atlantic for the management of mixed-stock fisheries. *ICES Journal of Marine Science* 61: 1359-1369.
- Powell, M.D., Nowak, B.F. & Adams, M.B. 2002. Cardiac morphology in relation to amoebic gill disease history in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Journal of Fish Diseases* 25: 209-215.
- Prytz, Å. 1997. Et økonomisk studie av sjølaksefisket i Namdalen. - Institutt for økonomi og samfunnsfag, Norges Landbrukshøgskole Ås-NLH.
- Pulg, U., Skoglund, H., Postler C., Stranzl, S., Espedal, O.E. & Velle, G. 2020. Flom og miljø i et endret klima. Statusrapport 2020. NORCE LFI rapport 381. Norwegian Research Center LFI, Bergen.
- Pulg, U., Stranzl, S., Espedal, E.O., Velle, G., Isaksen, T.E. & Barlaup, T.B. 2018. Gassovermetning i vassdrag – en kunnskapsoppsummering. LFI rapport 312, NORCE LFI Bergen.
- Pulg, U., Barlaup, B.T., Skoglund, H., Velle, G., Gabrielsen, S-E., Stranzl, S., Olsen, E.E., Lehmann, G., Wiers, T., Skår, B., Nordmann, E., Fjeldstad, H.P. & Kroglund, F. 2019: Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø: God praksis ved miljøforbedrende tiltak i elver og bekker. NORCE LFI rapport 296. (4. opplag). ISSN 1892-8889
- Radchuk, V., Reed, T., Teplitsky, C., van de Pol, M., Charmantier, A., Hassall, C., Adamik, P., Adriaensen, F., Ahola, M.P., Arcese, P., Aviles, J.M., Balbontin, J., Berg, K.S., Borrás, A., Burthe, S., Clobert, J., Dehnhard, N., de Lope, F., Dhondt, A.A., Dingemanse, N.J., Doi, H., Eeva, T., Fickel, J., Filella, I., Fossøy, F., Goodenough, A.E., Hall, S.J.G., Hansson, B., Harris, M., Hasselquist, D., Hickler, T., Joshi, J., Kharouba, H., Martínez, J.G., Mihoub, J.B., Mills, J.A., Molina-Morales, M., Moksnes, A., Ozgul, A., Parejo, D., Pilard, P., Poisbleau, M., Rousset, F., Rodel, M.O., Scott, D., Senar, J.C., Stefanescu, C., Stokke, B.G., Kusano, T., Tarka, M., Tarwater, C.E., Thonicke, K., Thorley, J., Wilting, A., Tryjanowski, P., Merila, J., Sheldon, B.C., Moller, A.P., Matthysen, E., Janzen, F., Dobson, F.S., Visser, M.E., Beissinger, S.R., Courtiol, A. & Kramer-Schadt, S. 2019. Adaptive responses of animals to climate change are most likely insufficient. *Nature Communications* 10: 3109.
- Reist, J.D., Wrona, F.J., Prowse, T.D., Power, M., Dempson, J.B., King, J.R. & Beamish, R.J. 2006. An overview of effects of climate change on selected Arctic freshwater and anadromous fishes. *Ambio* 35: 381-387.

- Renkawitz, M.D., Sheehan, T.F., Dixon, H.J. & Nygaard, R. 2015. Changing trophic structure and energy dynamics in the Northwest Atlantic: implications for Atlantic salmon feeding at West Greenland. *Marine Ecology Progress Series* 538: 197-211.
- Rikardsen, A.H. & Dempson, J.B. 2011. Dietary life-support: The food and feeding of Atlantic salmon at sea. I: Atlantic salmon ecology (red. Ø. Aas, S. Einum, A. Klemetsen & J. Skurdal), s. 115-143. Wiley-Blackwell, Oxford.
- Rikardsen, A.H. & Elliott, J.M. 2000. Variations in juvenile growth, energy allocation and life-history strategies of two populations of Arctic charr in North Norway. *Journal of Fish Biology* 56: 328-346.
- Rikardsen, A.H., Righton, D., Strøm, J.F., Thorstad, E.B., Gargan, P., Sheehan, T., Økland, F., Chittenden, C.M., Hedger, R.H., Næsje, T.F., Renkawitz, M., Sturlaugsson, J., Javierre, P.C., Baktoft, H., Davidsen, J.G., Halttunen, E., Wright, S., Finstad, B. & Aarestrup, K. 2021. Redefining the oceanic distribution of Atlantic salmon. *Scientific Reports* 11: 12266.
- Robertson, G., Reid, D., Einum, S., Aronsen, T., Fleming, A., Sundt-Hansen, L.E.B, Karlsson, S., Kvingedal, U. Ugedal, O. & Hindar, K. 2019. Can variation in standard metabolic rate explain context-dependent performance of farmed Atlantic salmon offspring? *Ecology and Evolution* 9:212-222.
- Robins JB, Abrey CA, Quinn TP, Rogers DE (2005) Lacustrine growth of juvenile pink salmon, *Oncorhynchus gorbuscha*, and a comparison with sympatric sockeye salmon, *O. nerka*. *Journal of Fish Biology* 66: 1671-1680.
- Roff, D.A. 2002. Life history evolution. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts, USA.
- Rogers DE, Burgner RL (1967) Nushagak District Salmon Studies. Research in Fisheries Annual Report, College of Fisheries, University of Washington, Seattle. 9, 12—14.
- Ros, A., Baer, J., Basen, T., Chucholl, C., Schneider, E., Teschner, R. & Brinker, A. 2021. Current and projected impacts of the parasite *Tetracapsuloides bryosalmonae* (causative to proliferative kidney disease) on Central European salmonid populations under predicted climate change. *Freshwater Biology* doi: 10.1111/fwb.13709.
- Ryman, N. & Laikre, L. 1991. Effects of supportive breeding on the genetically effective populations size. *Conservation Biology* 5: 325-329.
- Sandlund, O.T., Berntsen, H.H., Fiske, P., Kuusela, J., Muladal, R., Niemelä, E., Uglem, I., Forseth, T., Mo, T.A., Thorstad, E.B., Veselov, A.E., Vollset, K.W. & Zubchenko, A.V. 2019. Pink salmon in Norway - the reluctant invader. *Biological Invasions* 21: 1033-1054.
- Sandodden, R., Brazier, B., Sandvik, M., Moen, A., Nordtug Wist, A. & Adolfsen, P. 2018. Eradication of *Gyrodactylus salaris* infested Atlantic salmon (*Salmo salar*) in the Rauma River, Norway, using rotenone. *Management of Biological Invasions* 9(1): 67-77.
- Sandvik, A.D., Johnsen, I.A. & Karlsen, Ø. 2020. Endring i utslipp av lakseluslarver i PO3, og vurdering av miljøeffekter. Rapport fra havforskningen 2020 - 18.
- Sandvik, A.D., Dalvin, S., Skern-Mauritzen, R. & Skogen, M.D. 2021. The effect of a warmer climate on the salmon lice infection pressure from Norwegian aquaculture. *ICES Journal of Marine Science* 10.1093/icesjms/fsab069.
- Shephard, S. & Gargan, P. 2017. Quantifying the contribution of sea lice from aquaculture to declining annual returns in a wild Atlantic salmon population. *Aquaculture Environment Interactions* 9: 181-192.
- Shephard, S. & Gargan, P. 2021. Wild Atlantic salmon exposed to sea lice from aquaculture show reduced marine survival and modified response to ocean climate. *ICES Journal of Marine Science* 78: 368-376.
- Skaala, Ø., Glover, K.A., Barlaup, B.T., Svåsand, T., Besnier, F., Hansen, M.M. & Borgstrøm, R. 2012. Performance of farmed, hybrid and wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) families in a

- natural river environment. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 69: 1994-2006.
- Skaala, Ø., Besnier, F., Borgstrøm, R., Barlaup, B., Sørvik, A.G., Normann, E., Østebø, B.I., Hansen, M.M. & Glover, K.A. 2019. An extensive common-garden study with domesticated and wild Atlantic salmon in the wild reveals impact on smolt production and shifts in fitness traits. *Evolutionary Applications* 12: 1001-1016.
- Skaland, R.G., Colleuille, H., Andersen, A.S.H., Mamen, J., Grinde, L., Tajet, H.T.T., Lundstad, E., Sidselrud, L.F., Tunheim, K., Hanssen-Bauer, I., Benestad, R., Heiberg, H. & Hygen, H.O. 2019. Tørkesommeren 2018. Meteorologisk institutt, METinfo 14/2019.
- Skerlep, M., Steiner, E., Axelsson, A.L. & Kritzberg, E.S. 2020. Afforestation driving long-term surface water browning. *Global Change Biology* 26: 1390-1399.
- Skilbrei, O.T., Heino, M. & Svåsand, T. 2015. Using simulated escape events to assess the annual numbers and destinies of escaped farmed Atlantic salmon of different life stages from farm sites in Norway. *ICES Journal of Marine Science* 72: 670-685.
- Skilbrei O.T., Finstad B., Urdal K., Bakke G., Kroglund F. & Strand R. 2013. Impact of early salmon louse, *Lepeophtheirus salmonis*, infestation and differences in survival and marine growth of sea-ranched Atlantic salmon, *Salmo salar* L, smolts 1997-2009. *Journal of Fish Diseases* 36: 249-260.
- Solberg, M.F., Skaala, O., Nilsen, F. & Glover, K.A. 2013a. Does domestication cause changes in growth reaction norms? A study of farmed, wild and hybrid Atlantic salmon families exposed to environmental stress. *Plos One* 8: e54469.
- Solberg, M.F., Zhang, Z., Nilsen, F. & Glover, K.A. 2013b. Growth reaction norms of domesticated, wild and hybrid Atlantic salmon families in response to differing social and physical environments. *BMC Evolutionary Biology* 13: 1-23.
- Solberg, M.F., Robertsen, G., Sundt-Hansen, L.E., Hindar, K., Glover, K.A. 2020. Domestication leads to increased predation susceptibility. *Scientific Reports* 10: 1929.
- Sommerset, I., Bang Jensen, B., Bornø, B., Haukaas, A. & Brun, E. (red.) (2021). Fiskehelse rapporten 2020. Veterinærinstituttets rapportserie 41a - 2021.
- Stearns, S.C. 1992. The evolution of life histories. Oxford University Press, Oxford.
- Stensli, J.H., Bardal, H. 2014. Bekjempelse av *Gyrodactylus salaris* i Vefsnaregionen. Veterinærinstituttets rapportserie 2-2014: 1-168.
- Sterud, E., Forseth, T., Ugedal, O., Poppe, T.T., Jørgensen, A., Bruheim, T., Fjeldstad, H.P. & Mo, T.A. 2007. Severe mortality in wild Atlantic salmon *Salmo salar* due to proliferative kidney disease (PKD) caused by *Tetracapsuloides bryosalmonae* (Myxozoa). *Diseases of Aquatic Organisms* 77: 191-198.
- Strøm, J.F., Thorstad, E.B., & Rikardsen, A.H. 2020. Thermal habitat of adult Atlantic salmon *Salmo salar* in a warming ocean. *Journal of Fish Biology* 96: 327-336.
- Strøm, J.F., Thorstad, E.B., Hedger, R.D. & Rikardsen, A.H. 2018. Revealing the full ocean migration of individual Atlantic salmon. *Animal Biotelemetry* 6: 2.
- Sundt-Hansen, L., Huisman, J., Skoglund, H. & Hindar, K. 2015. Farmed Atlantic salmon *Salmo salar* L. parr may reduce early survival of wild fish. *Journal of Fish Biology* 86: 1699-1712.
- Sundt-Hansen, L.E., Hedger, R.D., Ugedal, O., Diserud, O.H., Finstad, A.G., Sauterlaute, J.F., Tøfte, L., Alfredsen, K. & Forseth, T. 2018. Modelling climate change effects on Atlantic salmon: Implications for mitigation in regulated rivers. *Science of the Total Environment*, 631-632: 1005-1017.
- Svenning, M.-A., Falkegård, M. & Hanssen, Ø.K. 2012. Sjørøya i Nord-Norge – en fallende drønning? NINA Rapport 780: 1-61.

- Svenning, M.-A., Kanstad-Hansen, Ø., Lamberg, A., Dempson, B. & Fauchald, P. 2015. Oppvandring og innslag av rømt oppdrettslaks i norske lakseelver; basert på videoovervåking, fangstfeller og drivtelling. NINA Rapport 1104: 1-53.
- Svenning, M.-A., Lamberg, A., Dempson, B., Strand, R., Hanssen, Ø.K. & Fauchald, P. 2016. Incidence and timing of wild and escaped farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Norwegian rivers inferred from video surveillance monitoring. Ecology of Freshwater Fish 26: 360-370.
- Svenning, M.-A., Sandem, K., Halvorsen, M., Kanstad-Hanssen, Ø., Falkegård, M. & Borgstrøm, R. 2016. Change in relative abundance of Atlantic salmon and Arctic charr in Veidnes River, Northern Norway: a possible effect of climate change? Hydrobiologia 783: 145-158.
- Svenning, M.-A., Falkegård, M., Dempson, J.B., Power, M., Bårdsen, B.-J., Guðbergsson, G. & Fauchald, P. 2021. Temporal changes in the relative abundance of anadromous Arctic charr, brown trout, and Atlantic salmon in northern Europe: Do they reflect changing climates? Freshwater Biology doi.org/10.1111/fwb.13693.
- Svenning, M.-A., Falkegård, M., Niemelä, E., Vähä, J.-P., Wennevik, V., Ozerov, M., Prusov, S., Dempson, J.B., Power, M. & Fauchald, P. 2019. Coastal migration patterns of the four largest Barents Sea Atlantic salmon stocks inferred using genetic stock identification methods. ICES Journal of Marine Science 76: 1379-1389.
- Svåsand, S., Grefsrud, E.S., Karlsen, Ø., Kvamme, B.O., Glover, K.S., Husa, V. & Kristiansen, T.S. 2017. Risikorapport norsk fiskeoppdrett 2017. Fisken og havet, særnummer. 2-2017: 1-181.
- Sylvester, E.V.A., Wringe, B.F., Duffy, S.J., Hamilton, L.C., Fleming, I.A., Castellani, M., Bentzen, P. & Bradbury, I.R. 2019. Estimating the relative fitness of escaped farmed salmon offspring in the wild and modelling the consequences of invasion for wild populations. Evolutionary Applications 12: 705-717.
- Sørensen, J., Brodtkorb, E., Haug, I., Fjellanger, J. 2013. Vannkraftkonsesjoner som kan revideres innen 2022. Nasjonal gjennomgang og forslag til prioritering. Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) Rapport nr. 49/2013: 1-311.
- Taranger, G.L. & Hansen, T. 1993. Ovulation and egg survival following exposure of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., broodstock to different water temperatures. Aquaculture Research 24: 151-156.
- Taranger, G.L., Svåsand, T., Kvamme, B.O., Kristiansen, T. & Boxaspen, K.K. (red.) 2014. Risikovurdering norsk fiskeoppdrett 2013. Fisken og havet, særnummer 2-2014: 1-158.
- Taranger, G.L., Karlsen, Ø., Bannister, R.J., Glover, K.A., Husa, V., Karlsbakk, E., Kvamme, B.O., Boxaspen, K.K., Bjørn, P.A., Finstad, B., Madhun, A.S., Morton, H.S. & Svåsand, T. (2015). Risk assessment of the environmental impact of Norwegian Atlantic salmon farming. ICES Journal of Marine Science 72: 997-1021.
- Thorstad, E.B. & Finstad, B. 2018. Impacts of salmon lice emanating from salmon farms on wild Atlantic salmon and sea trout. NINA Report 1449: 1-22.
- Thorstad, E.B., Heggberget, T.G. & Økland, F. 1998. Migratory behaviour of adult wild and escaped farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., before, during and after spawning in a Norwegian river. Aquaculture Research 29: 419-428.
- Thorstad, E.B., Næsje, T.F. & Leinan, I. 2007. Long-term effects of catch-and-release angling on Atlantic salmon during different stages of return migration. Fisheries Research 85: 330-334.
- Thorstad, E.B., Whoriskey, F., Rikardsen, A.H. & Aarestrup, K. 2011. Aquatic nomads: the life and migrations of the Atlantic salmon. I: Atlantic salmon ecology (red. Ø. Aas, S. Einum, A. Klemetsen & J. Skurdal), s. 1-32. Wiley-Blackwell, Oxford.
- Thorstad, E.B., Fleming, I.A., McGinnity, P., Soto, D., Wennevik, V. & Whoriskey, F. 2008. Incidence and impacts of escaped farmed Atlantic salmon *Salmo salar* in nature. Report from

- the Technical Working Group on Escapes of the Salmon Aquaculture Dialogue. NINA Special Report 36: 1-110.
- Thorstad, E.B., Whoriskey, F., Uglem, I., Moore, A., Rikardsen, A.H. & Finstad, B. 2012. A critical life stage of the Atlantic salmon *Salmo salar*: behaviour and survival during the smolt and initial post-smolt migration. *Journal of Fish Biology* 81: 500-542.
- Thorstad, E.B., Todd, C.D., Bjørn, P.A., Gargan, P.G., Vollset, K.W., Halttunen, E., Kålås, S., Uglem, I., Berg, M. & Finstad, B. 2014. Effekter av lakselus på sjøørret - en litteraturoppsummering. NINA Rapport 1071: 1-144.
- Thorstad, E.B., Todd, C.D., Uglem, I., Bjørn, P.A., Gargan, P.G., Vollset, K.W., Halttunen, E., Kålås, S., Berg, M. & Finstad, B. 2015. Effects of salmon lice *Lepeophtheirus salmonis* on wild sea trout *Salmo trutta*. - A literature review. *Aquaculture Environment Interactions* 7: 91-113.
- Thorstad, E.B., Todd, C.D., Uglem, I., Bjørn, P.A., Gargan, P.G., Vollset, K.W., Halttunen, E., Kålås, S., Berg, M. & Finstad, B. 2016. Marine life of the sea trout. *Marine Biology* 163:47.
- Thorstad, E.B., Diserud, O.H., Solem, Ø., Havn, T.B., Bjørum, L.O., Kristensen, T., Urke, H.A., Johansen, M.R., Lennox, R.J., Fiske, P. & Uglem, I. 2020. The risk of individual fish being captured multiple times in a catch and release fishery. *Fisheries Management and Ecology* 27: 248-257.
- Tillotson, M.D. & Quinn, T.P. 2018. Selection on the timing of migration and breeding: A neglected aspect of fishing-induced evolution and trait change. *Fish and Fisheries* 19: 170-181.
- Todd, C.D., Friedland, K.D., MacLean, J.C., Hazon, N. & Jensen, A.J. 2011. Getting into hot water? Atlantic salmon responses to climate change in freshwater and marine environments. I: Atlantic salmon ecology (red. Ø. Aas, S. Einum, A. Klemetsen & J. Skurdal), s. 409-443. Wiley-Blackwell, Oxford.
- Todd, C.D., Hanson, N.N., Boehme, L., Revie, C.W. & Marques, A.R. 2021. Variation in the post-smolt growth pattern of wild one sea-winter salmon (*Salmo salar* L.), and its linkage to surface warming in the eastern North Atlantic Ocean. *Journal of Fish Biology* 98: 6-16.
- Toresen, R., Skjoldal, H.R., Vikebø, F. & Martinussen, M.B. 2019. Sudden change in long-term ocean climate fluctuations corresponds with ecosystem alterations and reduced recruitment in n Norwegian spring-spawning herring (*Clupea harengus*, Clupeidae). *Fish and Fisheries* 20: 686-696.
- Tréhin, C., Rivot, E., Lamireau, L., Meslier, L., Besnard, A.-L., Gregory, S.D. & Nevoux, M. 2020. Growth during the first summer at sea modulates sex-specific maturation schedule in Atlantic salmon. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* doi.org/10.1139/cjfas-2020-0236.
- Unfer, G., Hauer, C. & Lautsch, E. 2011. The influence of hydrology on the recruitment of brown trout in an Alpine river, the Ybbs River, Austria. *Ecology of Freshwater Fish* 20: 438-448.
- Utne, K.R., Thomas, K., Jacobsen, J.A., Fall, J., Maoiléidigh, N.Ó., Broms, C.T. & Melle, W. 2021a. Feeding interactions between Atlantic salmon (*Salmo salar* Linnaeus) post-smolts and other planktivorous fish in the Northeast Atlantic. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 78: 255-268.
- Utne, K.R., Pauli, B.D., Haugland, M., Jacobsen, J.A., Ó Maoiléidigh, N., Melle, W., Broms, C.T., Nøttestad, L., Holm, M., Thomas, K. & Wennevik, V. 2021b. Poor feeding opportunities and reduced condition factor for salmon post-smolts in the Northeast Atlantic Ocean. *ICES Journal of Marine Science* <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsab163>
- Valinia, S., Kaste, Ø. & Wright, R.F. 2021. Intensified forestry as a climate mitigation measure alters surface water quality in low intensity managed forests. *Scandinavian Journal of Forest Research* 36: 15-31.

- van Dijk, J., Kambestad, M., Carss, D.C. & Hamre, Ø. 2020. Kartlegging av oterens effekt på bestander av laks og sjøørret – Sunnmøre. NINA Rapport 1789: 1-43.
- Van Leeuwen, T.E., Dempson, B., Cote, D., Kelly, N.I. & Bates, A.E. 2021. Catchability of Atlantic salmon at high water temperatures: Implications for river closure temperature thresholds to catch and release angling. *Fisheries Management and Ecology* 28: 147-157.
- Verta, J.-P., Debes, P.V., Piavchenko, N., Ruokolainen, A., Ovaskainen, O., Moustakas-Verho, J. E., Tillanen, S., Parre, N., Aykanat, T., Erkinaro, J. & Primmer, C.R. 2020. Cis-regulatory differences in isoform expression associate with life history strategy variation in Atlantic salmon. *Plos Genetics* 16: e1009055.
- Veselov AE, Pavlov DS, Baryshev IA, Efremov DA, Potutkin AG, Ruchiev MA (2016) Polymorphism of smolts of pink salmon *Oncorhynchus gorbusha* in the Indera River (Kola Peninsula). *Journal of Ichthyology* 56: 571–576.
- Videler, J.J. 1993. Fish swimming. Chapman & Hall, London.
- VKM, Hindar, K., Hole, L.R., Kausrud, K., Malmstrøm, M., Rimstad, E., Robertson, L., Sandlund, O.T., Thorstad, E.B., Vollset, K.W., de Boer, H., Eldegard, K., Järnegren, J., Kirkendall, L., Måren, I., Nielsen, A., Nilsen, E.B., Rueness, E. & Velle, G. (2020). Assessment of the risk to Norwegian biodiversity and aquaculture from pink salmon (*Oncorhynchus gorbusha*). Scientific Opinion of the Panel on Alien Organisms and Trade in Endangered Species (CITES). VKM report 2020: 01.
- Vollset, K.W., Barlaup, B.T. & Friedland, K.D. 2019a. Context-dependent impact of an ectoparasite on early marine growth in Atlantic salmon. *Aquaculture* 507: 266-274.
- Vollset, K.W., Qviller, L., Skår, B., Barlaup, B.T. & Dohoo, I. 2018. Parasitic sea louse infestations on wild sea trout: separating the roles of fish farms and temperature. *Parasites & vectors*, 11: 1-15.
- Vollset, K.W., Skoglund, H., Barlaup, B.T., Pulg, U., Gabrielsen, S.-E., Wiers, T., Skår, B. & Lehmann, G.B. 2014. Can the river location within a fjord explain the density of Atlantic salmon and sea trout? *Marine Biology Research* 10: 268-278.
- Vollset, K.W., Nilsen, F., Ellingsen, I., Finstad, B., Helgesen, K.O., Karlsen, Ø., Sandvik, A.D., Sægrov, H., Ugedal, O., Qviller, L. & Dalvin, S. 2019b. Vurdering av lakselusindusert villfiskdødelighet per produksjonsområde i 2019. Rapport fra ekspertgruppe for vurdering av lusepåvirkning, 84 sider.
- Vollset, K.W., Krontveit, R.I., Jansen, P.A., Finstad, B., Barlaup, B.T., Skilbrei, O.T., Krkošek, M., Romunstad, P., Aunsmo, A., Jensen, A.J. & Dohoo, I. 2016. Impacts of parasites on marine survival of Atlantic salmon: A meta-analysis. *Fish and Fisheries* 17: 714-730.
- Vollset, K.W., Nilsen, F., Ellingsen, I., Finstad, B., Karlsen, Ø., Myksvoll M., Stige, L.C., Sægrov, H., Ugedal, O., Qviller, L. & Dalvin, S. 2020. Vurdering av lakselusindusert villfiskdødelighet per produksjonsområde i 2020. Rapport fra ekspertgruppe for vurdering av lusepåvirkning.
- VRL Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2009. Status for norske laksebestander i 2009 og råd om beskatning. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 1, 230 s.
- VRL Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2011a. Kvalitetsnormer for laks - anbefalinger til system for klassifisering av villaksbestander. Temarapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 1, 105 s.
- VRL Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2011b. Prognoser for lakseinnsig, regnbueørret og klimaendringer: utfordringer for forvaltningen. Temarapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 2, 45 s.
- VRL Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2011c. Status for norske laksebestander i 2011. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 3, 285 s.

- VRL Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2012a. Lakselus og effekter på vill laksefisk - fra individuell respons til bestandseffekter. Temarapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr. 3, 56 s.
- VRL Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2012b. Status for norske laksebestander i 2012. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 4, 103 s.
- VRL Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2013. Status for norske laksebestander i 2013. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 5, 136 s.
- VRL Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2014. Status for norske laksebestander i 2014. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 6, 225 s.
- VRL Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2015. Status for norske laksebestander i 2015. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 8, 300 s.
- VRL Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2016a. Klassifisering av 104 laksebestander etter kvalitetsnorm for villaks. Temarapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 4, 85 s.
- VRL Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2016b. Status for norske laksebestander i 2016. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 9, 190 s.
- VRL Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2017a. Klassifisering av 148 laksebestander etter kvalitetsnorm for villaks. Temarapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 5, 81 s.
- VRL Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2017b. Status for norske laksebestander i 2017. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 10, 152 s.
- VRL Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2018a. Klassifisering av tilstand i norske laksebestander 2010-2014. Temarapport nr 6, 75 s.
- VRL Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2018b. Status for norske laksebestander i 2018. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 11, 122 s.
- Anon. 2019a. Klassifisering av tilstanden til 430 norske sjøørretbestander. Temarapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 7, 150 s.
- VRL Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2019b. Status for norske laksebestander i 2019. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 12, 126 s.
- VRL Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2020a. Bestandvisse råd om beskatning av laks for perioden 2021-2025. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr. 13: 1-33.
- VRL Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2020b. Status for norske laksebestander i 2020. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 15, 147 s.
- Vøllestad, L.A., Skurdal, J. & L'Abée-Lund, J.H. 2014. Evaluation of a new management scheme for Norwegian Atlantic salmon *Salmo salar*. Fisheries Management and Ecology 21: 133-139.
- Vøllestad, L.A., Skurdal, J. & L'Abée-Lund, J.H. 2018. 10 års erfaring med nasjonale laksevassdrag - virker systemet? Vann 01-2018: 102-117.
- Wacker, S., Aronsen, T., Karlsson, S., Ugedal, O., Diserud, O.H., Ulvan, E.M., Hindar, K. & Næsje T.F. 2021. Selection against individuals from genetic introgression of escaped farmed salmon in a natural population of Atlantic salmon. Evolutionary Applications doi10.1111/eva.13213
- Wennevik, V., Ambjørndalen, V.M., Aronsen, T., Bakke, G., Barlaup, B., Diserud, D., Fiske, P., Fjeldheim, P.T., Florø-Larsen, B., Glover, K.A., Heino, M., Næsje, T., Skaala, Ø., Skoglund, H., Solberg, I., Solberg, M.F., Sægrov, H., Urdal, K. & Utne, K.R. 2021. Rømt oppdrettslaks i vassdrag i 2020. Rapport fra det nasjonale overvåkingsprogrammet. Rapport fra havforskningen, 2021-27.
- Wiik-Nielsen, J., Gjessing, M., Solheim, H.T., Litlabø, A., Gjevre, A.-G., Kristoffersen, A.B., Powell, M.D. & Colquhoun, D.J. 2017. *Ca. Branchiomonas cysticola*, *Ca. Piscichlamydia salmonis* and Salmon Gill Pox Virus transmit horizontally in Atlantic salmon held in fresh water. Journal of Fish Diseases 40: 1387-1394.
- Williams, C.R., Dittman, A.H., McElhany, P., Busch, D.S., Maher, M.T., Bammler, T.K., MacDonald, J.W. & Gallagher, E.P. 2019. Elevated CO₂ impairs olfactory-mediated neural

- and behavioral responses and gene expression in ocean-phase coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Global Change Biology* 25: 963-977.
- Williams, J.W., Ordonez, A. & Svenning, J.C. 2021. A unifying framework for studying and managing climate-driven rates of ecological change. *Nature Ecology & Evolution* 5: 17-26.
- Winfield, I.J., Hateley, J., Fletcher, J.M., James, J.B., Bean, C.W. & Clabburn, P. 2010. Population trends of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in the UK: assessing the evidence for a widespread decline in response to climate change. *Hydrobiologia* 650: 55-65.
- Wood, C.M., Eom, J. 2020. The osmorepiratory compromise in the fish gill, *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology* 254: 110895.
- Wood, C.M. & Randall, D.J. 1973. The influence of swimming activity on sodium balance in the rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Journal of Comparative Physiology* 82: 207-233.
- Wootton, R.J. 1998. *Ecology of teleost fishes*. Second edition. Kluwer Academic Publishers., Dordrecht, the Netherlands.
- Wringe, B.F., Jeffery, N.W., Stanley, R.R.E., Hamilton, L.C., Anderson, E.C., Fleming, I.A., Grant, C., Dempson, J.B., Veinott, J.B., Duffy, S.J. & Bradbury, I.R. 2018. Extensive hybridization following a large escape of domesticated Atlantic salmon in the Northwest Atlantic. *Communications Biology* 1: 108.
- Zaidel, P.A., Roy, A.H., Houle, K.M., Lambert, B., Letcher, B.H., Nislowe, K.H., & Smith, C. 2021. Impacts of small dams on stream temperature. *Ecological Indicators* 120: 106878.
- Zueva, K.J., Lumme, J., Veselov, A.E., Primmer, C.R. & Pritchard, V.L. 2020. Population genomics reveals repeated signals of adaptive divergence in the Atlantic salmon of north-eastern Europe. *Journal of Evolutionary Biology* doi: 10.1111/jeb.13732.

VEDLEGG

Vedlegg 1 Skjema sendt til Statsforvalterne

Skjema er sendt til alle fylker som har laksevassdrag med fastsatte gytebestandsmål med spørsmål om å fylle ut skjemaet for 237 av de største laksevassdragene. Skjemaene ble besvart av enten representanter for Statsforvalteren alene, i samarbeid med lokale kontaktpersoner, eller av lokale kontaktpersoner med etterfølgende vurdering hos Statsforvalteren.

INFORMASJON OM ORGANISERING AV LAKSEFISKE OG BESKATNING I LAKSEVASSDRAG

ETT SKJEMA FYLLES UT PER VASSDRAG

FRIST 10. januar 2021

OPPLYSNINGER OM FISKESESONGEN 2020 OG KULTIVERING ØNSKES FRA ALLE DE 237 VASSDRAGENE MED GYTEBESTANDSMÅL SOM DERE TIDLIGERE HAR FYLT UT SKJEMA FOR (oversikt over hvilke vassdrag dette gjelder er gitt i vedlagte fil: "oversikt vassdrag til spørreskjema 2019.xls").

FORMÅL: FÅ BEDRE INFORMASJON OM BESKATNINGSRATER I VASSDRAGET FOR AT VITENSKAPELIG RÅD FOR LAKSEFORVALTNING BEDRE SKAL KUNNE VURDERE MÅLOPPNÅELSE I FORHOLD TIL GYTEBESTANDSMÅL.

FYLL INN OPPLYSNINGER I FARGETE RUTER ETTER BESTE SKJØNN. GI KORTE OG KONKRETE FAKTAOPPLYSNINGER, ELLER MER UTFYLLENDE OG BESKRIVENDE SVAR OM NØDVENDIG. HVIS DERE ER USIKRE PÅ SVARET, SÅ ØNSKES HELLER ET USIKKERT SVAR ENN IKKE NOE SVAR (GRADEN AV USIKKERHET KAN HELLER PÅPEKES).
OPPLYSNINGER ØNSKES FØRST OG FREMST OM LAKS

Skjemaet er fylt ut av (sett inn eget navn):

Navn på vassdrag og fylke:

HVIS ENDRING FRA I FJOR: Navn på lokal(e) kontaktperson(er) fra elveeierlag eller lignende som kan kontaktes hvis det oppstår ytterligere spørsmål om organisering av fiske eller beskatning i vassdraget (gjærne med telefonnr, e-postadresse og/eller postadresse):

SPØRSMÅL OM REGULERING AV FISKET I 2020:

Hvordan var fisket faktisk regulert, inkludert reguleringer som grunneierne selv bestemte? Det bør framkomme hva som er fiskeregler gitt i forskrift, og hva lokale aktører har vedtatt. Det bør også skilles mellom hovedelv og sidevassdrag hvis disse har ulike reguleringer. Hvis reguleringene ble endret i løpet av sesongen, så ønskes også informasjon om det.

1 Var fisket regulert (gjennom forskrift og lokale reguleringer) på samme måte i 2020 som i 2019?

Hvis endringer i reguleringene: besvar spørsmål 2-7, hvis ikke endringer: hopp over spørsmål 2-7 og gå videre til spørsmål 8.

2 Hva var faktisk fiskesesong for laks i vassdraget (x-x dato) i 2020 (inklusive lokale bestemmelser og eventuelle innkortinger bestemt underveis)?

3 Var det endring fra 2019 til 2020 i tidsmessige begrensninger på laksefisket i vassdraget (fredningsperioder og fiske kun mellom enkelte klokkeslett eller på bestemte dager)? Hvis ja: beskriv på hvilken måte.

4 Ble nye fredningssoner innført i 2020? Hvis ja: var dette på tradisjonelt gode fiskeplasser hvor mye laks tidligere har blitt fanget?

5 Var det endring fra 2019 til 2020 i hva slags fiskeredskaper var tillatt å benytte i vassdraget? Hvis ja: beskriv på hvilken måte.

6 Var det endring fra 2019 til 2020 i kvotereguleringer av laksefisket i vassdraget (sesongkvoter, døgnkvoter etc.)? Hvis ja: beskriv på hvilken måte.

7 Var det endring fra 2019 til 2020 i gjenutsettingspålegg (utsetting av stor laks, hunnlaks etc.)? Hvis ja: beskriv på hvilken måte. Finnes informasjon om hvor mye laks som ble satt ut på grunn av gjenutsettingspålegg i 2020?

8 Ble det gjennomført endringer i reguleringen av fisket etter midtsesongevaluering i 2020? Hvis ja: spesifiser på hvilken måte.

9 Var det spesielle forhold som du tror påvirket beskatningsraten i 2020-sesongen (for eksempel uvanlig lange perioder med svært lav eller høy vannføring)?

10 Tror du den spesielle COVID-situasjonen i 2020 påvirket beskatningsraten i elva på noe vis, for eksempel på grunn av flere/færre fiskere, eller at det var andre typer fiskere?

I så fall, beskriv hvordan, var det redusert/økt beskatningstrykk, og i liten eller stor grad?

Hvis nei svar på spørsmål 11, hvis ja hopp over spørsmål 11 og gå videre til spørsmål 12.

11 Tror du antall solgte og innrapporterte kort i fangstrapp.no gir et godt bilde på kvaliteten på fangststatistikken i vassdraget (Ja/Nei)?

Hvis nei svar på spørsmål 11, hvis ja hopp over spørsmål 11 og gå videre til spørsmål 12.

12 Hvor god er fangststatistikken for vassdraget i 2019, målt i forhold til hvor stor andel av reell fangst som blir rapportert? Kryss av ett av alternativene nedenfor.

Fangststatistikken for 2020 har svært store mangler

Fangststatistikken for 2020 har store mangler

Fangststatistikken for 2020 er god, men med noen mangler

Fangststatistikken for 2020 er god

Fangststatistikken for 2020 er svært god

Sett inn utfyllende kommentar om fangststatistikken, hvis ønskelig:

SPØRSMÅL OM TELLINGER AV FISK I 2020:

13 Har det vært tellinger av voksenfiskbestanden i vassdraget i 2020 (fyll inn ja/nei for hver rute)? (Legg ved resultatene fra tellingene i egen rapport, eller legg ved henvising til hvor tellingene kan finnes)

Gytediftellinger

Tellinger i fisketrapp

Annet, spesifiser: _____

SPØRSMÅL OM KULTIVERING I VASSDRAGET I 2020:

14 Foregikk kultivering av laks, sjørret, eller sjørøye i vassdraget i 2019? I så fall, spesifiser hvilke(n) art(er) dette gjelder.

15 Gi nærmere opplysninger om kultiveringen som foregikk i 2020.

For laks, fyll ut tabell 1 (se nederst), og/eller svar på de to første kulepunktene nedenfor. Hvis kunnskapen om kultivering i vassdraget ikke passer inn i tabellen, så ønskes en så nøyaktig beskrivelse av kultiveringen som mulig.

- Hvilke livsstadier og antall ble satt ut (laks)?

- Hvor mange laks ble tatt opp gjennom stamfiske (opplysninger om eksakt antall hunner og hanner av ulike størrelsesgrupper ønskes).

- Foregår annen kultivering i vassdraget?

16 Er noe av stamfisken av laks registrert i fangststatistikken for vassdraget (for eksempel hvis noe av uttaket er gjort i løpet av ordinær fiskesesong), eller kommer stamfiskuttaket i tillegg til fisk registrert i fangststatistikken?

17 Hva er bakgrunnen for og formålet med kultiveringen i vassdraget i 2020 (frivillig utsetting for å styrke bestander, gjenoppbygging av reduserte eller truede bestander, reetablering hvor den opprinnelige bestanden har gått tapt eller annet, beskriv)?

Tabell 1. Fyll ut opplysninger om kultivering av laks i vassdraget i 2020 i høyre kolonne i tabellen.

LAKS	2020
Antall stamfisk totalt	
Antall stamfisk hunner < 3 kg	
Antall stamfisk hunner 3-7 kg	
Antall stamfisk hunner > 7 kg	
Antall stamfisk hanner < 3 kg	
Antall stamfisk hanner 3-7 kg	
Antall stamfisk hanner > 7 kg	
Planting av rogn (mengde)	
Utsetting yngel og settefisk (stadium og antall)	
Utsetting av smolt (alder og antall)	

Når fila er fylt ut, gi den gjerne navn som inneholder vassdragsnavn, forkortelse på fylke og eget navn: OrklaSTGuttvik.doc.

Lokale kontakter returnerer fila til fiskeforvalteren hos fylkesmannen i sitt fylke. Fiskeforvalterne sender fila til Vitenskapelig råd for lakseforvaltning: vrl@nina.no (tlf 73 80 14 00).

Har du spørsmål eller kommentarer til skjemaet, kontakt Eva Thorstad (eva.thorstad@nina.no, tlf 91 66 11 30).

Vedlegg 2 Smittestatus per juni 2021 for vassdragene der dødelige typer av *G. salaris* for laks er påvist.

Navn på vassdrag	Fylke	Smittet	Under friskmelding	Friskmeldt
Skibotnelva	Troms		X	
Signaldalselva	Troms		X	
Kitdalselva	Troms		X	
Lakselva	Nordland			X
Beiarelva	Nordland			X
Ranaelva	Nordland			X
Slettenelva	Nordland			X
Røssåga	Nordland			X
Bjerka	Nordland			X
Bardalselva	Nordland			X
Sannaelva	Nordland			X
Leirelva	Nordland			X
Ranelva	Nordland			X
Nylandselva	Nordland			X
Dagsvikelva	Nordland			X
Drevja	Nordland			X
Fusta	Nordland		X	
Vefsna	Nordland			X
Hundåla	Nordland			X
Halsanelva	Nordland			X
Hestdalselva	Nordland			X
Steinkjerelva	Trøndelag			X
Figga	Trøndelag			X
Lundelva	Trøndelag			X
Vulleelva	Trøndelag			X
Langsteinelva	Trøndelag			X
Bævra	Møre og Romsdal			X
Storelva	Møre og Romsdal			X
Batnfjordselva	Møre og Romsdal	X		
Driva	Møre og Romsdal	X		
Litledalselva	Møre og Romsdal	X		
Usma	Møre og Romsdal	X		
Henselva	Møre og Romsdal			X
Breidvikselva	Møre og Romsdal			X
Rauma	Møre og Romsdal			X
Skorga	Møre og Romsdal			X
Innfjordelva	Møre og Romsdal			X
Måna	Møre og Romsdal			X
Aureelva	Møre og Romsdal			X
Vikelva	Møre og Romsdal			X
Eidsdalselva	Møre og Romsdal			X
Nordalselva	Møre og Romsdal			X
Tafjordelva	Møre og Romsdal			X
Valldalselva	Møre og Romsdal			X
Korsbrekkelva	Møre og Romsdal			X
Vikja	Vestland			X
Lærdalselva	Vestland			X
Drammenselva	Buskerud	X		
Lierelva	Buskerud	X		
Sandeelva	Vestfold	X		
Selvikelva	Vestfold	X		
Totalt antall vassdrag	51	8	4	39

Vedlegg 3 Identifisering av vandringshindre og beregning av infrastrukturindeks

Notat fra Vegar Bakkestuen, Norsk institutt for naturforskning (NINA)

Tilgang på høyoppløselig terrengdata fra LiDAR har gjort det mulig å modellere vandringshindre ved bruk av verktøyer i GIS. Metoden er tidligere prøvd ut på utvalgte vassdrag i mindre avgrensede områder (Blumentrath mfl. 2020). Ny tilgang på storregnemaskiner gjør at metoden kan la seg bruke på et regionalt skalanivå. Dette gjør det mulig å modellere vandringshindre langs lange elvestrekninger og i flere vassdrag samtidig på nasjonalt nivå.

Metode for modellering av vandringshindre

Jeg har brukt Google Earth Engine (Gorelick mfl. 2017) som prosesseringsverktøy for å gjennomføre en stor-data analyse av vandringshindre for å modellere hindre og barrierer i 1273 elvestrekninger for å finne lengde på anadrom strekning for laks og sjøørret.

Jeg har tatt utgangspunkt i offisielle N5 kartdata og elvepolygonene som er avtegnet her. I N5-kartdata er alle elver eller bekker som er bredere enn 2 meter, over en viss lengde, tegnet som et polygon. Men gjennomføringen av denne 2-meters regelen er noe avhengig av hvor du befinner deg i landet, og er mindre gjennomført i Nord-Norge der regelen ofte overskrider 5 meter i mer grisgrendte strøk. I hele N5 finnes det ca. 216 000 elvepolygoner. De største elvene består av mange polygoner mens mindre elver har færre polygoner. Polygonene er manuelt avtegnet av en kartoperatør og oppdateres ved jevnlig, men ulike mellomrom.

I dag er over 2/3 av landarealet i Norge dekket av LiDAR. Ut fra disse LiDAR-opptakene er det laget både terrengmodeller (DTM) og overflatemodeller type trehøyder og lignende (DOM) i én meters oppløsning (se hoydedata.no). I løpet av 1-2 år skal hele Norge ha en terrengmodell i én meters oppløsning. I våre analyser var 1259 av elvene dekket av LiDAR. De resterende elvene ble analysert ved hjelp av en grovere terrengmodell, samt med en visuell sjekk på flyfoto.

Jeg har lastet opp alle tilgjengelige LiDAR 1 x 1 meter terrengmodeller fra hoydedata.no på en egen passord-beskyttet del av Google Earth Engine. Dette er et datasett som dekker mer en 200 000 km² av Norge, med en oppløsning på 1 m². Dette tilsvarer et datasett bestående av mer enn 200 000 000 000 pixler. Jeg har også lastet opp alle N5 elvepolygonene i Google Earth Engine på samme måte.

Jeg har så fulgt følgende prosedyre for å modellere vandringshindre i Google Earth Engine:

- Jeg regnet ut helning fra høydemodellen, som en geografisk variabel fra 0-90 grader, ved hjelp av funksjonen ee.Terrain.slope
- Deretter ble elvepolygonene lagt over helningsmodellen, og terrengmodellen (helningsmodellen) ble klippet slik at kun pixler innenfor elvepolygonene ble beholdt for videre analyse
- Ved hjelp av prøving, feiling og testing med uavhengig data ble en helningsvinkel på 24 grader satt som en «cut-off-verdi» for helningsgrad som ikke kan forseres av fisk over lengre distanser.
- Alle elvepolygon-pixler ble så delt inn i klasse 1 for helning mindre enn 24 grader, og klasse 2, for pixler med verdi mer enn 24 grader.
- Pixlene i de to klassene ble så konvertert til polygoner der det var nok med et felles kontaktpunkt i et hjørne for å danne et sammenhengende polygon.
- For alle polygoner i klasse 2 (pixler > 24 grader), ble forskjellen på maksimum og minimum høydeverdi innen polygonene utregnet ved hjelp av en reduce-funksjonen «reduceregion» i Google Earth Engine. Dette ga høydeforskjellen innen hver vannhindringspolygon, og dermed høyden for det potensielle vandringshinderet.

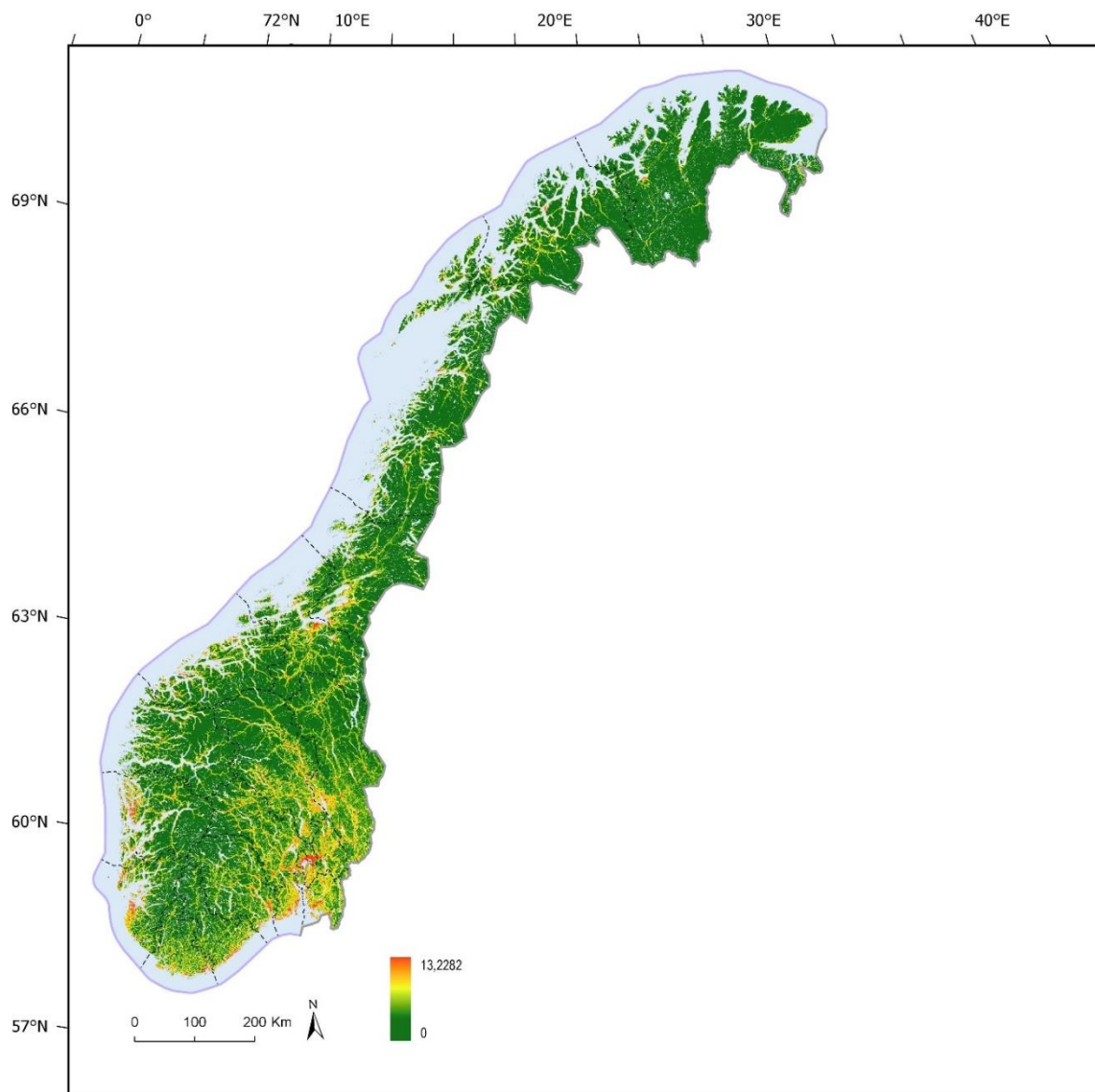
- Alle polygoner med enten klasse 1 eller 2 ble eksportert ut fra Google Earth Engine med en størrelsesbegrensning på ca. 80 MB per shapefil (GIS-fil). Et område som dekker store deler av innlandet (se **figur 7**) tilsvarer ca. seks 80 MB shapefiler og kan håndteres i et desktop GIS verktøy på egen PC.

GIS-modellen ble evaluert mot GPS punkter fra barrierer markert i feltundersøkelser fra Statsforvalterne, samt mot kjente barrierer fra tidligere undersøkelser, jf. lakseregisteret.

Et eksempel der bekkestrekninger har blitt delt inn i bekkepolygoner og grensene er trukket på 24 % helning, er vist i applikasjon <https://vegar.users.earthengine.app/view/vandringshindre4>. Denne applikasjonen viser i tillegg til bekker også hovedelver. Applikasjonen omfatter alle N5 polygoner og arealer dekket av LiDAR i Norge. Applikasjonen fungerer best i Google Chrome, og man må bruke zoom ned mot skala 10-50 meter (se målestokk nede til høyre) for å se modellerte barrierer i rødt og modellerte potensielle vandringshindre i grønn farge. Det kan ta noe tid før applikasjonen laster data i ulike områder. Dette kan overvåkes ved å se på «Layers» i øvre høyre del hvor en stolpe viser nedlastingshastighet og fullføringen av denne.

Beskrivelse av infrastrukturindeksen

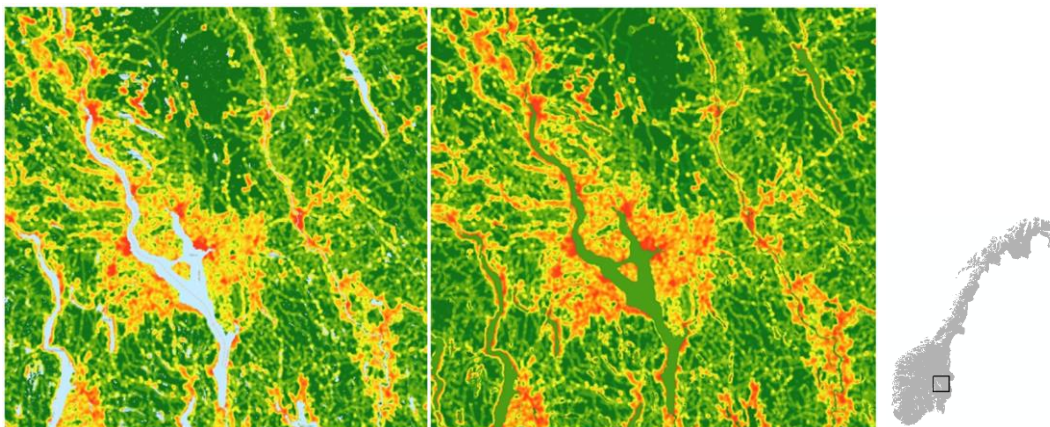
I forbindelse med utvikling av nytt landskapstypekart for Norge, som inngår som et av de økologiske grunnkartene, er det laget en «Arealbruksintensitet» (Erikstad mfl. 2019, under utarbeidelse). Denne er beregnet som en egen indeks, populært kalt **infrastrukturindeks** eller arealbruksindeks. Den er basert på offentlige tilgjengelige kart (N50) og databaser (GAB), og er konstruert som en indeks som måler infrastruktur og menneskeskapte arealer innenfor en målesirkel på 500 meter i diameter. Den går fra verdien 0 til 13,23 fra områder uten kartlagte inngrep til tett by (utregning forklart i neste avsnitt). Det finnes kart over denne indeksen (**figur 1**) som er landsdekkende, og indeksverdiene er integrert i landskapstypesystemets definisjon av ulike landskapstyper.



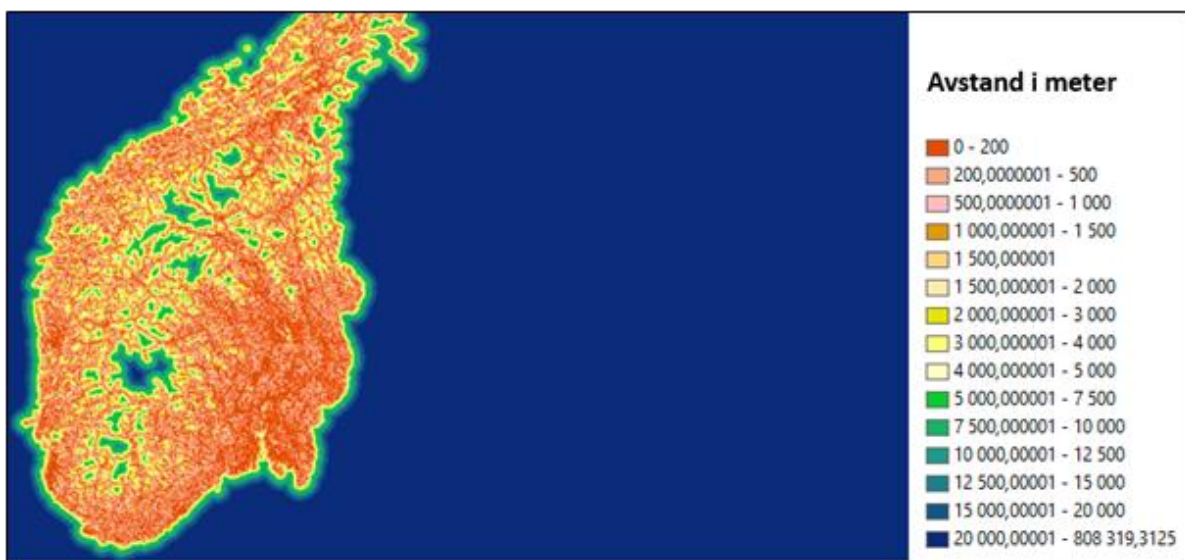
Figur 1. Kartet viser inngrepsindeksen vist for hele landet, og framstilt med ulike fargekoder som viser grad av inngrep, der grønt representerer liten grad av inngrep og rødt representerer stor grad av inngrep.

Infrastrukturindeksen tar ikke hensyn til jordbruksareal, men gjennom utviklingen av Natur i Norge (NiN) er det laget en egen indeks for å dekke opp jordbrukspreg. På bakgrunn av dette er det laget en utvidet infrastrukturindeks som inkluderer både fulldyrket mark og regulerte vann (**figur 2**). Det er denne indeksen som er brukt i analysene i denne rapporten.

Infrastrukturindeksens grunnlagsmateriale gjør det også enkelt å lage et datasett som måler avstand til infrastrukturelementene den bygger på. Dette blir i praksis en trinnløs INON-gradient (**figur 3**), som også kan være nyttig i en del analyser. Beregningsprosedyren for infrastrukturindeksen foreligger i ferdige skript. Dette gjør at den kan oppdateres løpende med regulære mellomrom innenfor rammen av for eksempel økologiske grunnkart. Det er også mulig å gjøre nye beregninger av indeksen basert på data om planlagte inngrep, og se på hvordan dette vil påvirke den totale indeksen i et nærmere beste område eller for en bestemt landskapstype.



Figur 2. Figuren viser infrastrukturindeksen til venstre og en utvidet versjon der en har inkludert både dyrket mark og regulerte innsjøer til høyre.



Figur 3. Figuren viser et avstandskart for Sør-Norge basert på infrastrukturelementene infrastrukturindeksen bygger på. Dette blir i praksis en trinnløs INON-gradient. Avstand i meter er vist med fargeskala.

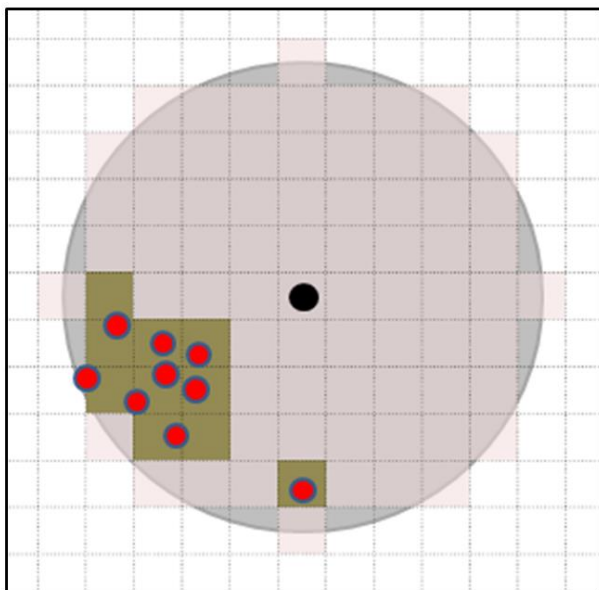
Hvordan er infrastrukturindeksen regnet ut?

Infrastrukturindeksen er utregnet som frekvensen av nøkkelvariabler (i denne sammenheng ulike typer infrastruktur som medfører inngrep og fragmentering av arealer), målt i en sirkel med 500 m radius rundt hver piksel (fokuspunkt) og utregnet for hele landet. Infrastrukturindeksen består av to komponenter som summeres: En bygningskomponent og en konstruert fastmarkskomponent (som angir forekomst av konstruert fastmarksareal, resultatet av inngrep, som gir landskapet et 'menneskelandskapspreg').

Datagrunnlag som inngår i bygningskomponenten er bygninger (av ethvert slag), ett eller flere av linjeelementene fra datasettene N50 anlegg (inkludert framtredeende kraftlinjer) og N50 samferdsel (bane og veg senterlinje, traktorveg og sti ikke inkludert). Kartgrunnlag (N50), som inngår i konstruert fastmarkskomponenten, er: Bebygd areal, tettbebygd areal, industriområde, lufthavn, steinbrudd, gravplass og sport/idrettsanlegg.

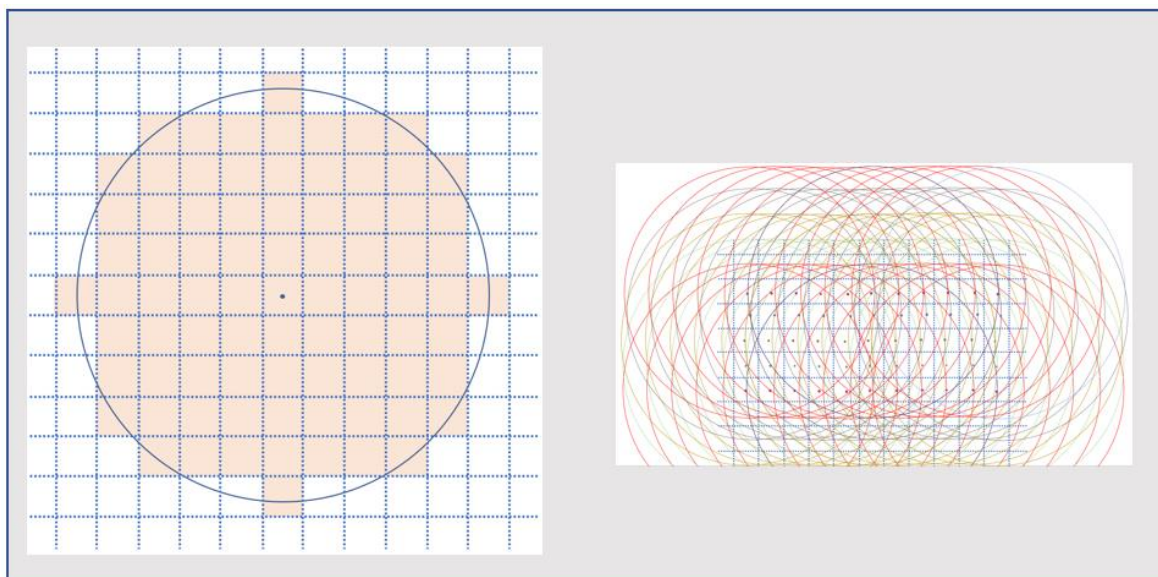
Disse to komponentene kombineres til Infrastrukturindeks-verdier per piksel (for detaljer, se Erikstad mfl. 2013 og Jakobsson mfl. 2020). Selve utregningen av infrastrukturindeksen foregår ved hjelp av raster-

kalkulasjoner med et flytende nabolagsvindu som beveger seg over kartgrunnlaget og regner indeksverdien fortløpende (**figur 4**).



Figur 4. Prinsippet for frekvensberegning i flytende nabolagsvindu med 500 m radius (nabolagssirkel) og data med oppløsning 100x100m. Fokuspunktet er markert med en svart prikk plassert i midten av ruta. Denne midtruta skal nå gis en indeksverdi. Naboskaps sirkelen inneholder 81 ruter á 100x100m (lys rosa farge) som ligger helt eller delvis innenfor naboskaps sirkelen I figureksemplet er en egenskap (f.eks. forekomst av bygninger) indikert med røde prikker. Det ligger 9 hus innenfor naboskaps sirkelen, og 10 av rutene, som er markert med grønt, inneholder hus. I dette eksemplet har nøkkelvariabelen derfor verdien 10, eller alternativt 0,123, hvis den oppgis som frekvens av 81 ruter. Hvert punkt i undersøkelsesområdet blir etter tur benyttet som fokuspunkt ved beregning av nøkkelvariabler, slik at datasettet inneholder variabelverdier for alle nøkkelvariabler for alle 100x100 m-ruter. Dette rasteret (rutenettet) kan vurderes og endre størrelse etter behov. I denne omgang er kun infrastrukturindeksen utregnet med 500 m radius og 100 m oppløsning på nøkkelvariable.

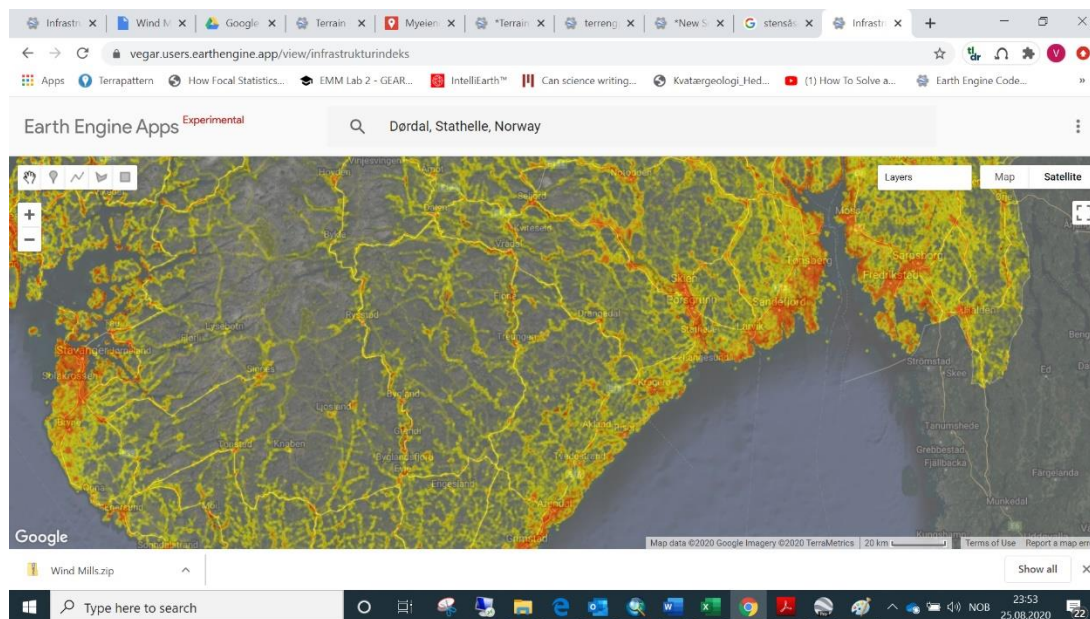
Infrastrukturindeksen regnes for en rute (én piksel av gangen) som ligger i sentrum av målesirkelen. Når indeksen er regnet ut for en rute, flyttes utregninger til neste piksel, så til neste og neste og neste, helt til hele kartet er dekket (**figur 5**).



Figur 5. Prinsippet for beregning av infrastrukturindeksen beregnet for hvert enkelt piksel over et område. Det blir mange regnestykker for å fylle et kart.

Beta-versjon innsynsløsning

Infrastrukturindeksen er en del av landskapstypekartet i NiN og det finnes innsynsløsning for både kart og indekser på www.artsdatabanken.no, samt i portalen for økologiske grunnkart¹⁴. Her er imidlertid indeksen vist i klasser som er brukt for å bestemme landskapsgrunntyper. For en mer detaljert og løpende innsynsløsning, er en foreløpig tilgjengelig innsynsløsning til infrastrukturen gjort tilgjengelig her <https://vegar.users.earthengine.app/view/infrastrukturindeks> (merk at denne er tilpasset Google Chrome nettleser) (**figur 6**). Man navigerer og zoomer i kartet akkurat som ved andre Google Maps løsninger. Merk at infrastrukturindekset kan gjøres mer eller mindre transparent ved å bevege musepilen over området merket «Layers» og dra i den horisontale rullgardinen der. Bakgrunnen kan skiftes ved å trykke på knappene Map eller Satellite.



Figur 6. Skjerm bilde av infrastrukturindeksen i bruk i en Google Chrome nettleser.

Utregning av infrastrukturindeksen

Infrastrukturindeksen er et nyttig verktøy for å måle graden av menneskelig påvirkning, men gir også grunnlaget for å analysere hvordan indeksen vil endre seg når man planlegger nye inngrep. I det aller enkleste tilfellet kan jeg eksemplifisere hvordan indeksen oppfører seg hvis jeg introduserer en rett vei gjennom et område der det ikke finnes noen inngrep fra før (**figur 9**). Indeksen har et litt komplisert matematisk uttrykk:

$$ABI = 2 \cdot \log_2(4 + 81 \cdot ByI^*) + \log_2(4 + 81 \cdot KfI^*) - 6$$

som summerer effekten av inngrep (bygninger og veier (ByI) og arealklasser som parkeringsplasser, idrettsplasser og så videre (KfI). I formelen er dette beregnet i forhold til landarealet som en andel av hele målesirkelen (angitt med stjerne, *, i formelen). Når denne andelen ganges med antall piksler i målesirkelen (81) får jeg verdien som brukes til beregning av indeksen.

I eksempelet i **figur 7** har jeg for enkelthets skyld regnet med at det ikke finnes vannflater, det vil si at antall piksler med inngrep kan brukes direkte. Jeg kan da forenkle formelen til:

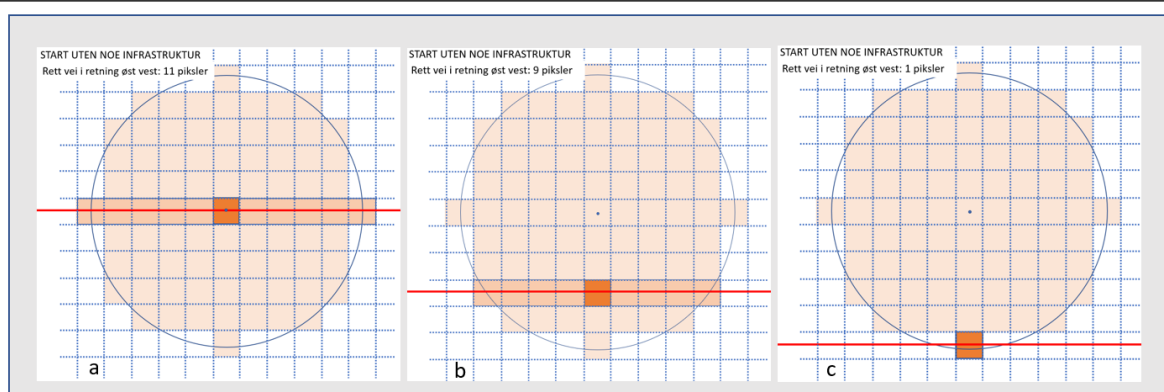
¹⁴ Portal for økologiske grunnkart lansert (artsdatabanken.no)

$$ABI = 2 \cdot \log_2(4 + ByI) + \log_2(4 + KfI) - 6$$

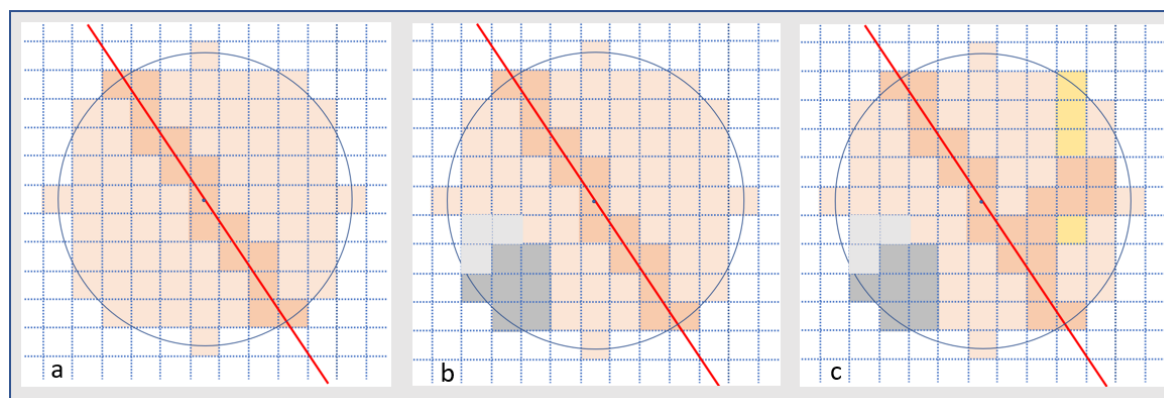
der ByI er antall piksler med vei eller inngrep og KfI er antall piksler med menneskeskapt areal.

Jeg har også regnet med at inngrepet bare er en vei uten arealinngrep på siden. KfI er derfor lik null. Figuren viser hvordan indeksen endrer seg vekk fra veien (figuren viser tre eksempler når målesirkelen flyttes rett mot nord. Indeksens verdi vil gradvis minke gradvis i en sone på 500 meter på hver side av veien. I eksempelet vil infrastrukturindeksen vises som en sone med verdi 3,8 i sentrum til 0,6 langs kanten.

I og med at indeksen regnes ut for piksler (ruter) med størrelse 100x100 meter, vil verdien endres noe om veien går på skrå (**figur 8**). Dette viser at man skal være forsiktig med å sammenligne små endringer i indeksverdien på svært detaljert skala. I dette tilfelle vil en verdi på 4 og en på 5 representere i prinsippet samme situasjon. Dette er effekter som i stor grad jevner seg ut i mer realistiske geografiske situasjoner der veier buker seg i mange retninger og ligger i kombinasjon med ulike tettheter av hus og menneskeskapt areal. I **figur 8** har jeg også illustrert et par mer kompliserte og kanskje realistiske situasjoner hvor det finnes eksisterende infrastruktur fra før, at planlagt vei skal ha en avkjørsel med bebyggelse samt kanskje ytterligere arealinngrep. I eksempel b vil indeksverdien stige fra 3,7 før inngrep til 6,2 etter. I eksempel c, hvor det også planlegges ekstra inngrep i tilknytning til veien, vil indeksverdien bli 7,5. Indeksen vil øke eller minske ettersom målesirkelen beveger seg gradvis over hele området.



Figur 7. Infrastrukturindeksen regnet for en rett vei som går i retning øst mot vest. a: verdien regnet ut for pikslene der veien går ($ABI=2 \cdot \log_2(4+11) + \log_2(4+0) - 6 = 2 * 3,906891 + 2 - 6 = 3,813781$), b: for piksler som ligger 300 hundre meter til side for veien ($ABI=2 \cdot \log_2(4+9) + \log_2(4+0) - 6 = 2 * 3,70044 + 2 - 6 = 3,4088$), og c: for piksler som ligger 500 meter til side for veien ($ABI = 2 \cdot \log_2(4+1) + \log_2(4+0) - 6 = 2 * 2,321928 + 2 - 6 = 0,643856$). I dette eksemplet var det ingen infrastruktur fra før så verdien av indeksen øker fra 0 til 3,8 langs veilinjens.

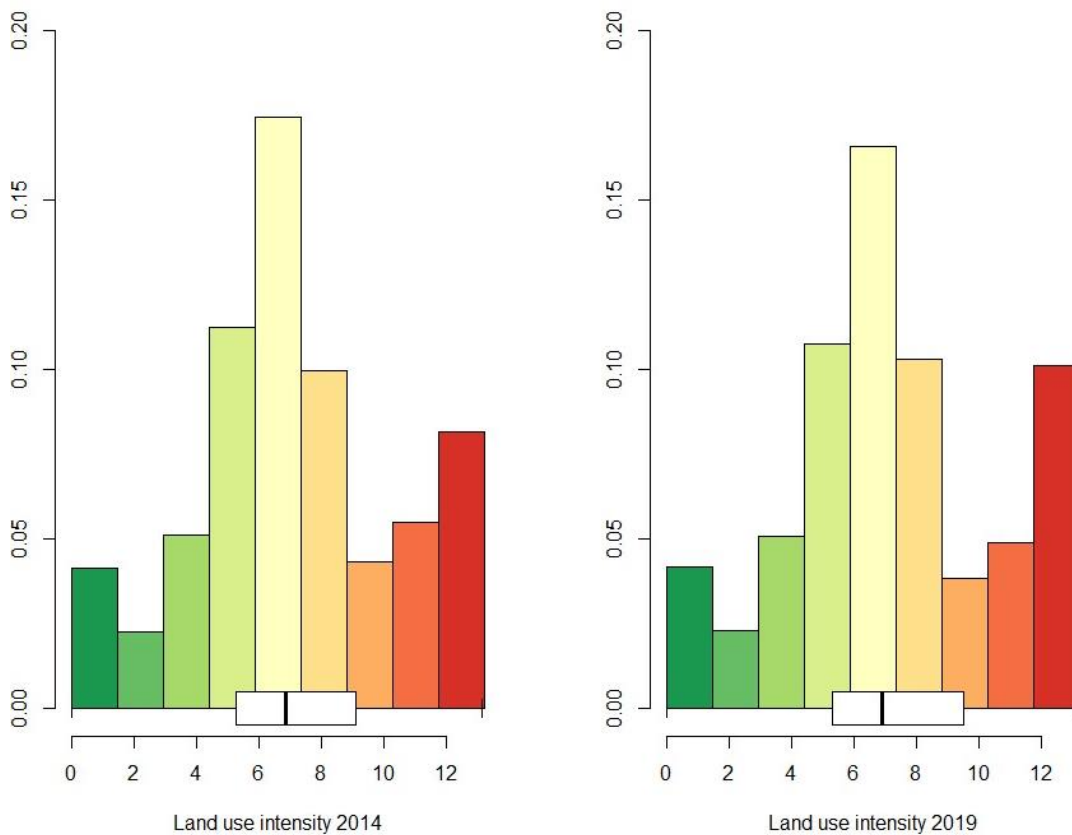


Figur 8. Hvis veien går på skrå vil antall berørte piksler stige noe: 15 piksler og indeksverdien vil øke til 4,5 ($ABI = 2 \cdot \log_2(4+15) + \log_2(4+0) - 6 = 2 * 4,247928 + 2 - 6 = 4,495855$). Hvis veien skal legges på skrå, men vi har eksisterende infrastruktur i området fra før b) for eksempel 7 piksler med bygg eller vei (grått) og 3 piksler med f.eks. parkeringsplass (lys grått), vil indeksen ved byggingen av ny vei stige fra 3,7 ($ABI = 2 \cdot \log_2(4+7) + \log_2(4+3) - 6 = 2 * 3,459432 + 2,807355 - 6 = 3,726218$) til 6,2 ($ABI = 2 \cdot \log_2(4+22) + \log_2(4+3) - 6 = 2 * 4,70044 + 2,807355 - 6 = 6,208234$). c: Hvis den planlagte veien får en avkjøring og ytterligere inngrep f.eks. bygg, til sammen 6 piksler, samt parkeringsplass og andre arealinngrep (gult), 4 piksler vil verdien stige til 7,5 ($ABI = 2 \cdot \log_2(4+28) + \log_2(4+7) - 6 = 2 * 5 + 3,459432 - 6 = 7,459432$).

Hvordan infrastrukturindeksverdier viser grad av påvirkning på et areal

Som tidligere omtalt, angir infrastrukturindeksen graden av påvirkning av inngrep. De laveste verdiene angir områder som i liten grad er påvirket av menneskelige inngrep, mens de høyeste verdiene angir stor grad av påvirkning. Det er viktig å være klar over at endring i infrastrukturverdi fra 0 (urørt natur) til 1,1 utgjør en mye større endring i inngrep enn fra for eksempel 12 til 13. Dette er illustrert i **figur 9**, der verdiene også er koblet til fargekodene grønn (lave verdier av infrastrukturindeks, stor grad av urørthet), gul (middels grad av påvirkning) og rød (stor grad av påvirkning). Hvor grensene skal settes mellom gradene av urørthet, bør utredes nærmere, men eksempelet illustrerer hvordan dette kan gjøres. Med utgangspunkt i dette, kan en med utgangspunkt i nye planlagte inngrep, beregne nye verdier og på dette grunnlag dele inn områdene som blir direkte påvirket av et nytt inngrep i tre fargekoder, der grønn representerer liten eller ingen påvirkning

på areal i form av sum av inngrep i området (med nytt og tidligere inngrep), gul representerer områder som blir moderat påvirket og rødt representerer



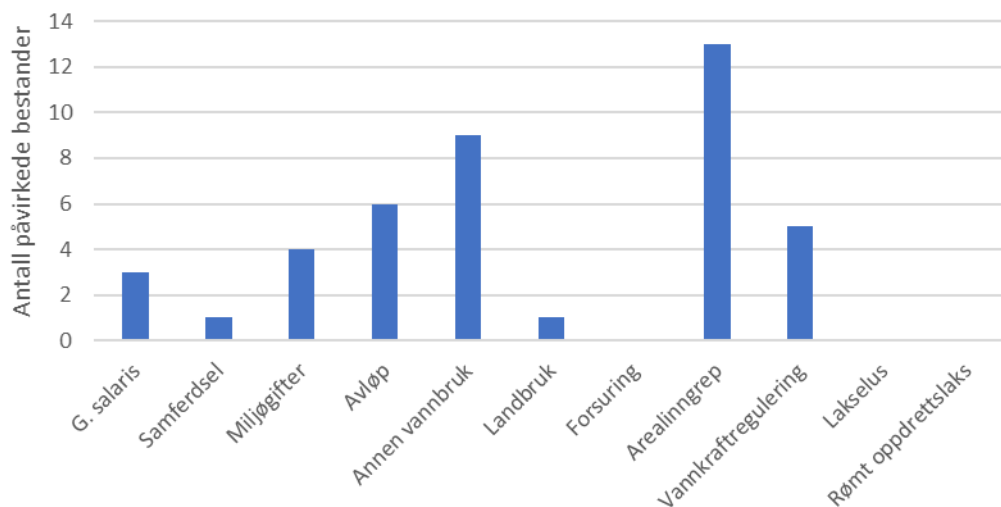
Figur 9. Utviklingen av infrastrukturindeksverdier i Trondheim fra 2014 til 2019. Figuren viser hvordan infrastrukturverdiene kan deles inn i fargekoder avhengig av i hvilken grad et område er påvirket av menneskelige inngrep i sum. Her sees en økning i de mest tett bebygde arealene dels på bekostning av allerede tett bebygde arealer (fortetting) og dels ved utbygging av arealer med midlere infrastrukturindeks, trolig bebyggelse i kantsoner mot marka, landbruksområder e.l. Områder med svært lav infrastrukturindeks har ikke endret seg (Erikstad, L. mfl. under utarbeidelse).

Vedlegg 4 Sammen drag av resultat fra klassifiseringen for hvert fylke.

Fylkene øst for Agder er slått sammen til Østlandet. Kartene viser klassifiserte bestander i hvert fylke og deres bestandsstatus. Figurene viser antall bestander påvirket av ulike påvirkningsfaktorer per fylke. Samme vassdrag kan ha flere påvirkninger. For tilstanden til laksebestandene i hvert fylke se figur 11.7 i rapporten og for effekter av de ulike påvirkningsfaktorene figur 11.11.

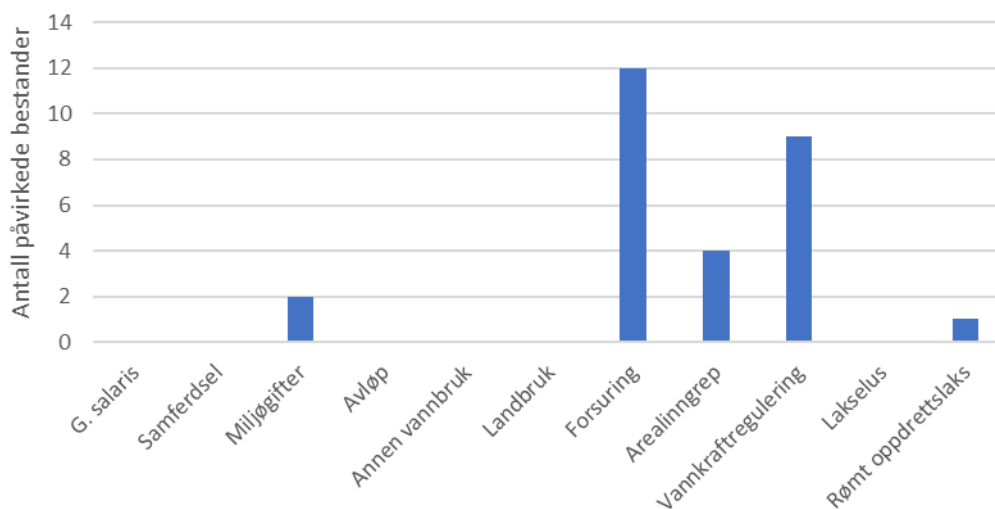
Østlandet (alle fylker øst for Agder)

Østlandet var området av landet som hadde nest høyest andel bestander i god tilstand, etter Rogaland. 39 % av bestandene var i god til svært god tilstand, 28 % i moderat tilstand og 33 % i dårlig til svært dårlig tilstand. Arealinngrep, annen vannbruk og avløp var de største påvirkningene på Østlandet i form av antall påvirkede bestander, mens arealinngrep, vannkraftregulering og annen vannbruk var viktigst ut fra hvor stor negativ effekt hver påvirkning ble vurdert til å ha på bestandsstørrelsene. Dette området var det eneste i landet som ikke hadde negative effekter av rømt oppdrettslaks, og sammen med Agder det eneste området uten negative effekter av lakselus fra lakseoppdrett. Det var 18 klassifiserte bestander.



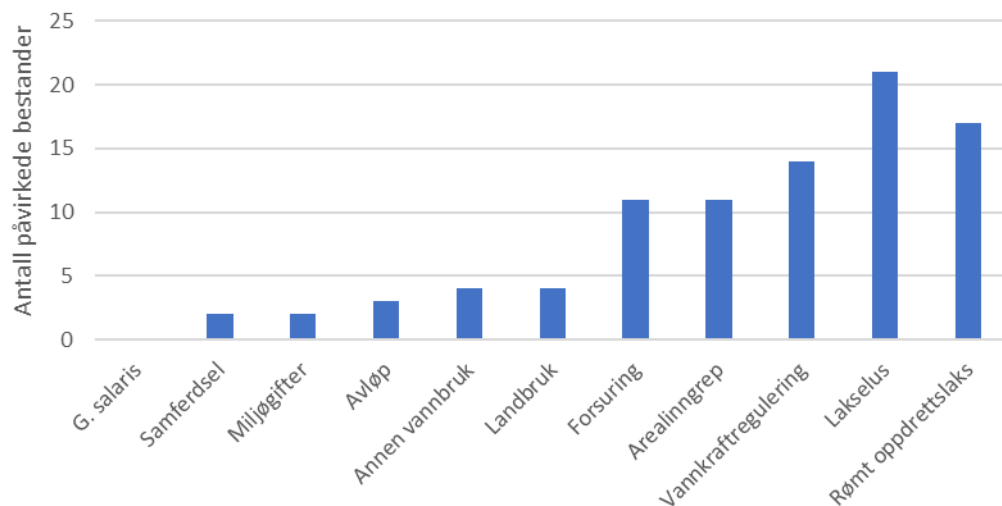
Agder

Av bestandene i Agder var 25 % i god til svært god tilstand, 42 % i moderat tilstand, 33 % i dårlig til svært dårlig tilstand. Forsuring, vannkraftregulering og arealinngrep var de største påvirkningene på laksen i Agder, både ut fra antall påvirkede bestander, og hvor stor negativ effekt hver påvirkning ble vurdert til å ha på bestandsstørrelsene. Agder og Østlandet var de eneste områdene i landet som ikke hadde negative effekter av lakselus fra lakseoppdrett. Det var 12 klassifiserte bestander.



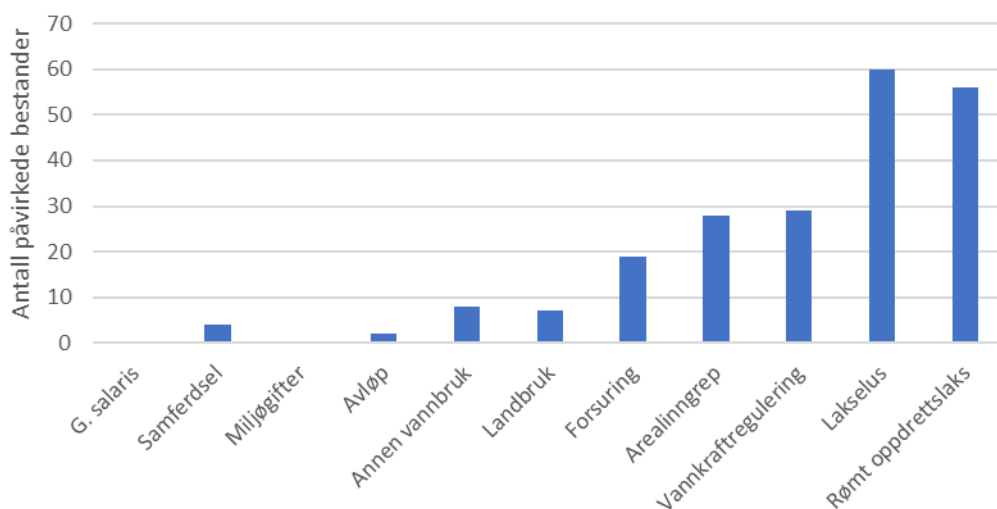
Rogaland

Rogaland utmerket seg som fylket med best tilstand i laksebestandene. Rogaland var fylket med færrest andel laksebestander i dårlig til svært dårlig tilstand (13 %) og størst andel laksebestander i god til svært god tilstand (56 %). 31 % av bestandene var i moderat tilstand. Lakselus, rømt oppdrettslaks og vannkraftregulering var de største påvirkningene på laksen i Rogaland, både i form av antall påvirkede bestander, og ut fra hvor stor negativ effekt hver påvirkning ble vurdert til å ha på bestandsstørrelsene. Det var også 11 bestander som var påvirket av forsuring og 11 bestander påvirket av arealinngrep. Det var 32 klassifiserte bestander.



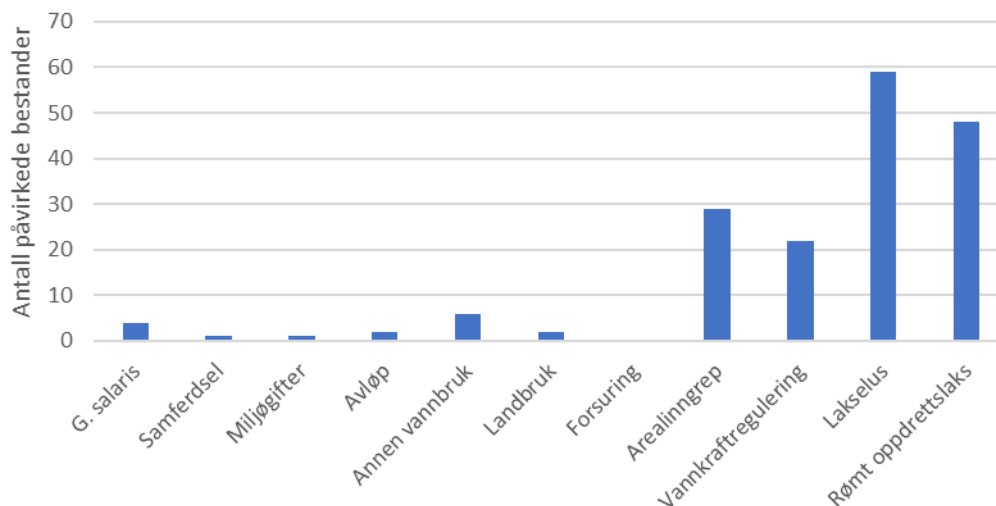
Vestland

Vestland utmerket seg som fylket med dårligst tilstand i laksebestandene. Vestland var fylket med flest bestander i dårlig til svært dårlig tilstand (66 %). Det var også fylket, sammen med Trøndelag, med lavest andel bestander i god til svært god tilstand (5 bestander, som utgjorde 8 % av bestandene). 26 % av bestandene var i moderat tilstand. Vestland var området der bestandene hadde høyest gjennomsnittlig påvirkning av menneskelig aktivitet, og dette var på grunn av de store påvirkningene fra lakseoppdrett. Lakselus og rømt oppdrettslaks dominerte som viktigste påvirkningsfaktorer, fulgt av vannkraftregulering og arealinngrep, både ut fra antall påvirkede bestander, og hvor stor negativ effekt hver påvirkning ble vurdert til å ha på bestandsstørrelsene. Det var 61 klassifiserte bestander.



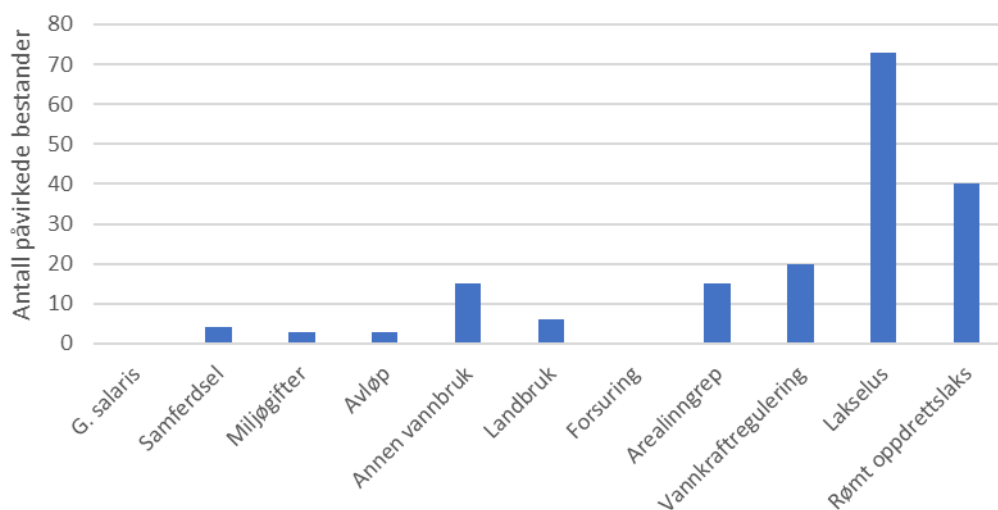
Møre og Romsdal

Møre og Romsdal var fylket med laksebestander i dårligst tilstand, etter Vestland. Nesten halvparten av bestandene (47 %) var i dårlig til svært dårlig tilstand, en tredel av bestandene (33%) var i moderat tilstand og bare 19 % av bestandene var i god til svært god tilstand. Møre og Romsdal var området der bestandene hadde nest høyest gjennomsnittlig påvirkning av menneskelig aktivitet (etter Vestland), og dette var på grunn av de store påvirkningene fra lakseoppdrett. Lakselus og rømt oppdrettslaks var de største negative påvirkningene på laksen i Møre og Romsdal, etterfulgt av vannkraftregulering og arealinngrep, både ut fra antall påvirkede bestander, og hvor stor negativ effekt hver påvirkning ble vurdert til å ha på bestandsstørrelser. Det var 57 klassifiserte bestander, i tillegg er det fire bestander som er under reetablering etter behandling mot *G. salaris*.



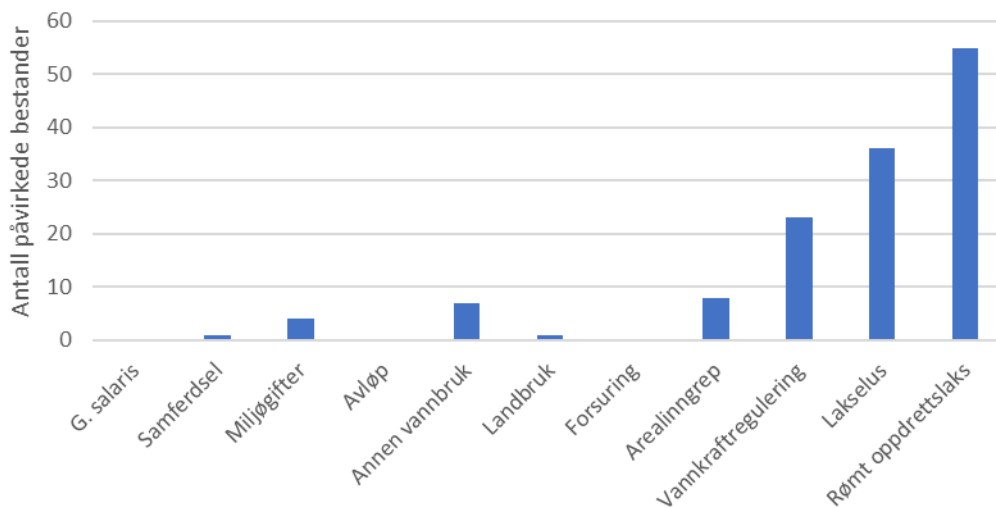
Trøndelag

Få laksebestander i Trøndelag var i god til svært god tilstand (8 %). En tredel av bestandene (33 %) var i dårlig til svært dårlig tilstand, mens godt over halvparten (59 %) var i moderat tilstand. Lakselus og rømt oppdrettslaks var de to største påvirkningene på laksen i Trøndelag, både ut fra antall påvirkede bestander, og hvor stor negativ effekt hver påvirkning ble vurdert til å ha på bestandsstørrelsene. En del bestander var også påvirket av vannkraftregulering, annen vannbruk og arealinngrep. Det var 76 klassifiserte bestander, i tillegg er det to bestander som er under reetablering etter behandling mot *G. salaris*.



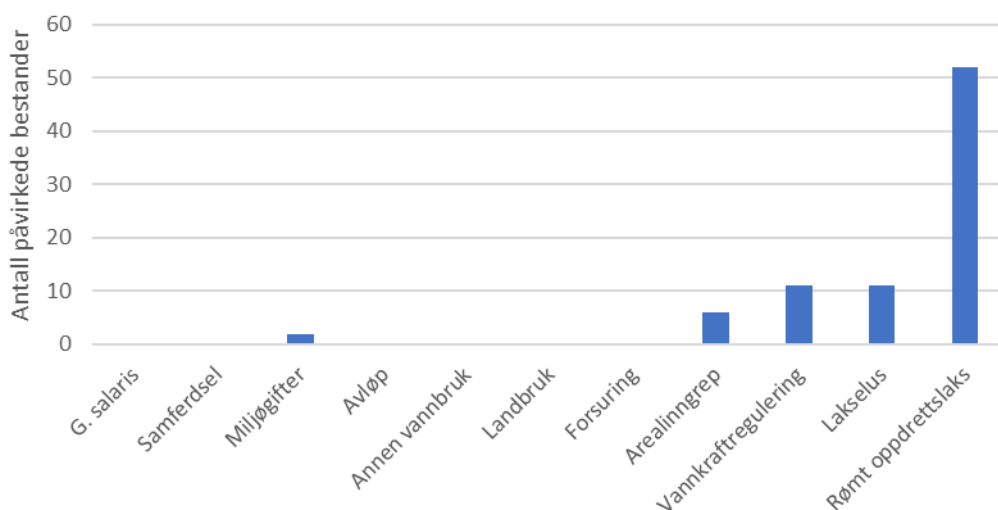
Nordland

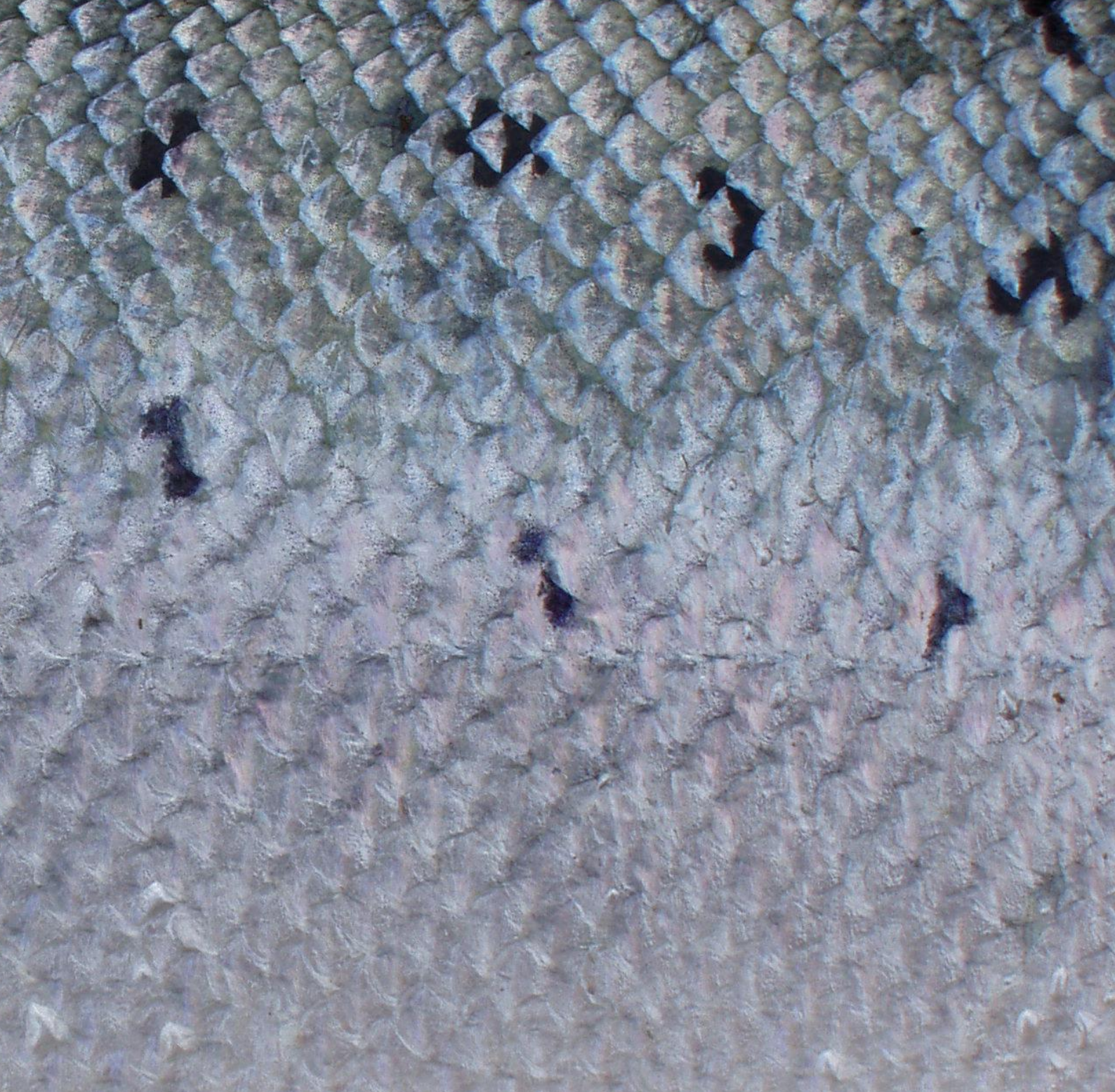
En tredel av bestandene (34 %) i Nordland var i dårlig til svært dårlig tilstand, nesten halvparten (47 %) var i moderat tilstand, og 19 % var i god til svært god tilstand. Rømt oppdrettslaks, lakselus og vannkraftregulering var de dominerende påvirkningene på laksebestandene i Nordland, både ut fra antall påvirkede bestander, og hvor stor negativ effekt hver påvirkning ble vurdert til å ha på bestandsstørrelsene. Det var 90 klassifiserte bestander, i tillegg er det ni bestander som er under reetablering etter behandling mot *G. salaris*.



Troms og Finnmark

Troms og Finnmark hadde en relativt jevn fordeling av laksebestander i god og dårlig tilstand. 30 % av bestandene var fra god til svært god tilstand, 30 % av bestandene var i moderat tilstand, og 40 % av bestandene var i dårlig til svært dårlig tilstand. Troms og Finnmark var fylket der laksen var minst påvirket av menneskelig aktivitet. Rømt oppdrettslaks var den største negative påvirkningen på laksebestandene i Troms og Finnmark, både ut fra antall påvirkede bestander, og hvor stor negativ effekt hver påvirkning ble vurdert til å ha på bestandsstørrelsene. Noen bestander var påvirket av lakselus, vannkraftregulering og arealinngrep. Det var 83 klassifiserte bestander, i tillegg er det to bestander som er under reetablering etter behandling mot *G. salaris*.





KONTAKTINFO:

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning

Torbjørn Forseth, NINA, torbjorn.forseth@nina.no (leder)

Eva B. Thorstad, NINA, eva.thorstad@nina.no (sekretariat)

ISSN: 1891-442X

ISBN: 978-82-93038-32-0

