

RAPPORT FRA VITENSKAPELIG RÅD
FOR LAKSEFORVALTNING

NR 17

Status for norske
laksebestander i 2022



RAPPORT FRA VITENSKAPELIG RÅD
FOR LAKSEFORVALTNING

Status for norske
laksebestander i 2022

RAPPORTEN REFERERES SOM

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2022. Status for norske laksebestander i 2022. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 17, 125 s.

Trondheim september 2022

ISSN: 1891-442X

ISBN: 978-82-93038-36-8

RETTIGHETSHAVER

© Vitenskapelig råd for lakseforvaltning
www.vitenskapsradet.no

REDAKSJON

Eva B. Thorstad, Torbjørn Forseth & Peder Fiske

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

NØKKEWORD

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

INNHOOLD

STATUS FOR LAKS - OPPSUMMERING	5
SAMMENDRAG AV RAPPORTEN.....	6
VITENSKAPELIG RÅD FOR LAKSEFORVALTNING.....	14
MEDLEMMER AV VITENSKAPELIG RÅD FOR LAKSEFORVALTNING	15
1 INNLEDNING.....	18
2 FANGST OG INNSIG AV LAKS I 2021	19
2.1 Fangst.....	19
2.2 Beregning av innsig.....	21
2.3 Innsig av laks til Norge	22
2.4 Innsig av laks til de ulike regionene.....	26
2.4.1 Sør-Norge.....	26
2.4.2 Vest-Norge.....	29
2.4.3 Midt-Norge	31
2.4.4 Nord-Norge uten Tanavassdraget	34
2.4.5 Tanavassdraget	36
3 ALDER VED KJØNNSMODNING	40
4 LAKSENS OVERLEVELSE I SJØEN	43
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	51
5.3 Regionale trender	59
6 RØMT OPPDRETTLAKS.....	64
6.1 Forekomst av rømt oppdrettslaks	64
6.2 Oppdatert kunnskap om effekter av rømt oppdrettslaks.....	67
7 RANGERING AV TRUSSELFAKTORER MOT NORSK LAKS	70
7.1 Metoder.....	70
7.2 Vurdering av de enkelte trusselfaktorene.....	72
7.2.1 Regulering av vassdrag til kraftproduksjon	72
7.2.2 Annen vannbruk	74
7.2.3 Sur nedbør.....	75
7.2.4 Landbruksforurensninger	76
7.2.5 Miljøgifter.....	76
7.2.6 Bergverk	77
7.2.7 Overbeskatning	77
7.2.8 Lakselus	78
7.2.9 Infeksjoner knyttet til fiskeoppdrett	81
7.2.10 <i>Gyrodactylus salaris</i>	86
7.2.11 Andre infeksjoner påvirket av annen menneskelig aktivitet enn fiskeoppdrett	86
7.2.12 Rømt oppdrettslaks	87
7.2.13 Menneskepåvirket predasjon	90
7.2.14 Klimaendringer.....	91

7.2.15	Fysiske inngrep.....	92
7.2.16	Pukkellaks.....	92
7.2.17	Andre fremmede arter enn pukkellaks	94
7.2.18	Miljøforhold i havet.....	95
7.2	Samlet vurdering.....	97
8	SAMLET VURDERING AV STATUS FOR LAKS I 2021.....	100
8.1	Status for landet sett under ett.....	100
8.2	Status for laks i de ulike regionene av landet.....	101
8.3	Utviklingen i Vest-Norge og Midt-Norge og effekter av lakseoppdrett.....	103
9	REFERANSER.....	106
VEDLEGG	120
	Vedlegg 1 Skjema sendt til Statsforvalterne.....	120
	Vedlegg 2 Smittestatus per juni 2021 for vassdragene der dødelige typer av <i>G. salaris</i> for laks er påvist.	125

STATUS FOR LAKS - OPPSUMMERING

Både laksefangster og lakseinnsiget, som er antall laks som hvert år kommer tilbake som gytefisk fra havet til Norge, var lavere i 2021 enn noen gang tidligere registrert (basert på dataserie som startet i 1980). 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 innskrenkinger av laksefisket i sjø og elv, 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.

SAMMENDRAG AV RAPPORTEN

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2022. Status for norske laksebestander i 2022. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 17, 125 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

Både laksefangster og lakseinnsiget, som er antall laks som hvert år kommer tilbake som gytefisk fra havet til Norge, var lavere i 2021 enn noen gang tidligere registrert (basert på dataserie som startet i 1980). Lakseinnsiget i 2021 ble beregnet til 403 000 villaks, inkludert de som ble fanget i fisket. Det ble rapportert fanget 82 000 laks i sjøen og elvene i 2021, med samlet vekt 295 tonn. I tillegg ble 21 000 laks (92 t) rapportert gjenutsatt under fiske i elvene. Av all laks fanget i elvene, ble 38 % gjenutsatt. Andelen laks som ble gjenutsatt var høyere enn noen gang før, men antallet som ble gjenutsatt sank siden også totalfangsten sank fra 2020 til 2021.

Lakseinnsiget til Norge i antall laks er halvert siden 1980-tallet (**figur 1**). Det er i hovedsak forekomsten av smålaks (< 3 kg) som er redusert. 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. Fra slutten av 1980-tallet har det ikke vært noen endringer i innsiget av større laks (≥ 3 kg) for landet sett under ett, men det var mer av den større laksen midt på 1980-tallet enn senere.

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, ingen endring til Nord-Norge (uten Tanavassdraget) og en økning til 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 en stor reduksjon (73 %) av innsiget siden 1989. Innsiget av både smålaks og større laks er betydelig redusert. Innsiget til Tanavassdraget i 2021 var det laveste siden målingene startet i 1983. Det nest laveste innsiget var i 2020 og det tredje laveste i 2019.

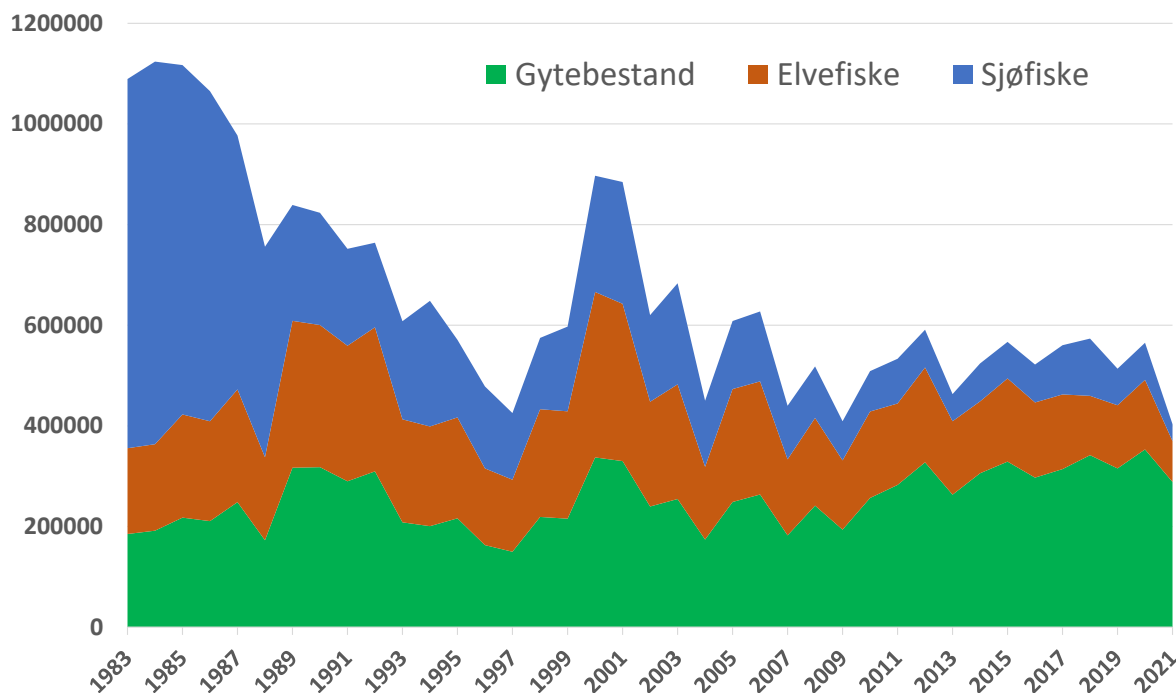
Laksens overlevelse i sjøen

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 %. Av laksen som vandret ut fra Imsa i 2020 kom rekordlite tilbake som ensjøvinterlaks i 2021 (0,3 % av villaksen). Det har vært begrenset kunnskap om variasjon i sjøoverlevelse langs norskekysten, men nå er det startet overvåking i flere elver slik at kunnskapen blir bedre.

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

Oppnåelse av gytebestandsmål og beskatning ble vurdert for 206 laksevasdrag for 2018-2021. 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 fisk som er igjen etter fangsten i sjøen og elvene) i perioden 1983-2021. Tallene er fra simuleringsmodellen for lakseinnsig til Norge, med bare midtverdiene av simuleringene for å bedre lesbarheten.

Forvaltningsmålene for perioden 2018-2021 var nådd eller sannsynligvis nådd for 93 % 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. Det var imidlertid en viss forskyving mot dårligere måloppnåelse i 2019-2021, ved at det var en økning i antall bestander der forvaltningsmålene ikke er nådd eller langt fra nådd. Dette skyldes redusert lakseinnsig til deler av regionene Vest-Norge og Midt-Norge i 2019-2020, og til store deler av landet i 2021.

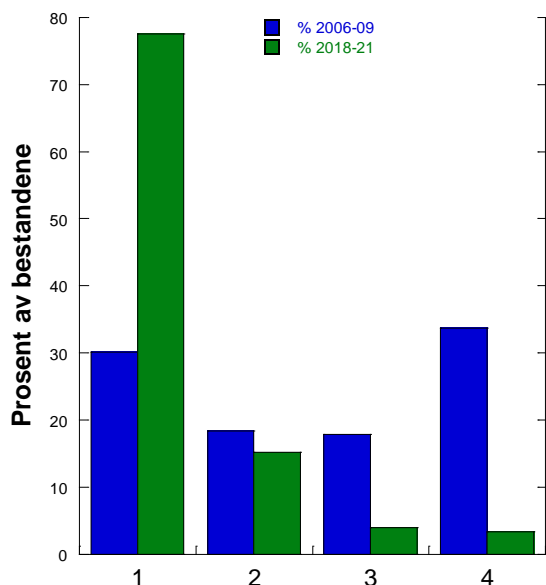
Samlet sett ble 29 % av lakseinnsiget fisket i sjøen og elvene i 2021 (regnet som antall laks). På 1980-tallet ble mer enn 60 % av lakseinnsiget fisket i sjøen (**figur 4**). Da drivgarnsfisket ble forbudt fra 1989 sank beskatningen. På 2000-tallet fortsatte reduksjonen i beskatningen i sjøen, og i 2021 ble kun 8 % av lakseinnsiget fisket i sjøen. Andelen av lakseinnsiget fisket i elvene ble redusert fra 2011, og i 2021 ble 20 % 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 2021 ble 20 % 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.

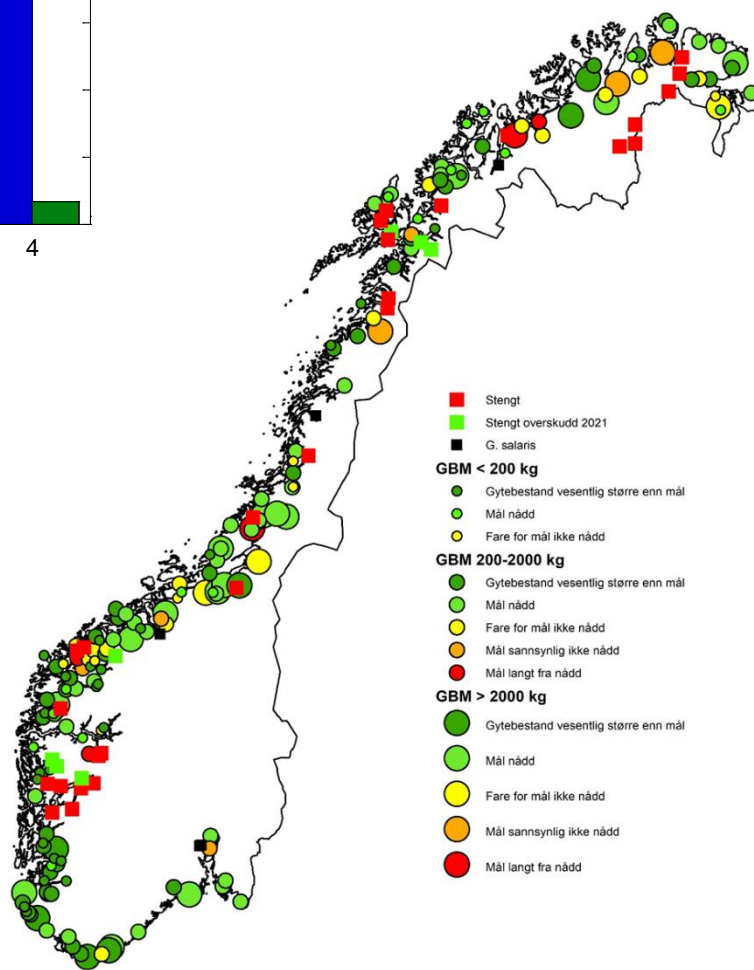
Redusert fiske har medført at antallet laks som gyter i elvene har økt de senere årene. Andelen av lakseinnsiget som var igjen til gyting etter fiske var mindre enn 20 % da drivgarnfisket foregikk (1983-88), men har deretter økt gradvis. I 2021 var andelen 78 %.

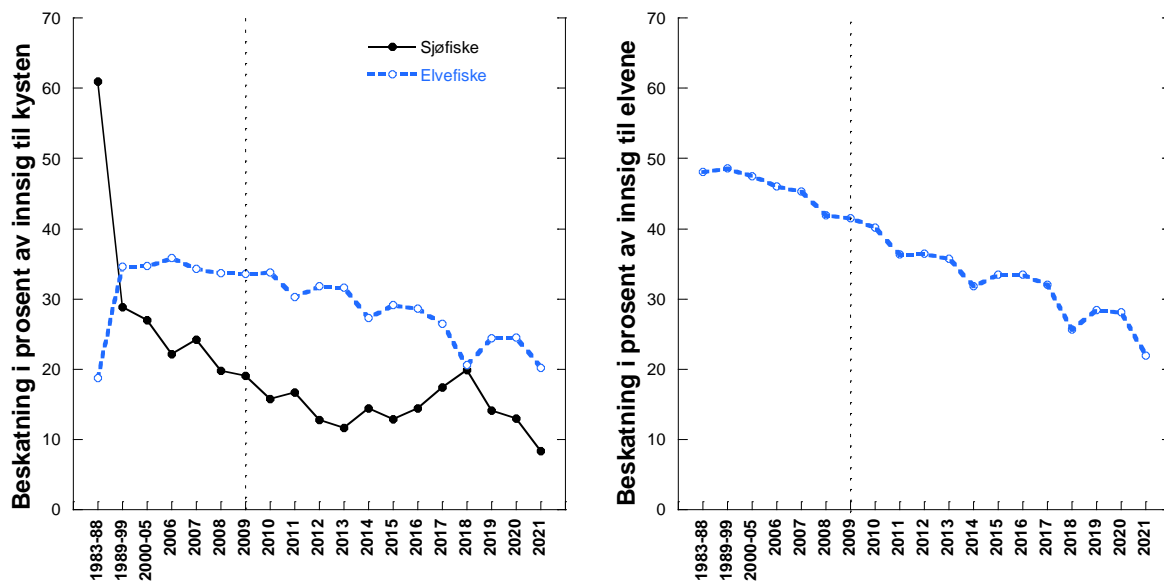
Bestandsstatus er god bare når gytebestandsmålet er nådd samtidig som det er et høstbart overskudd som kan fiskes på. Når en bestand ikke har et normalt høstbart overskudd tyder det på at lokale eller regionale faktorer har påvirket den negativt. En bestand som når gytebestandsmålet, men hvor høstingen 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.



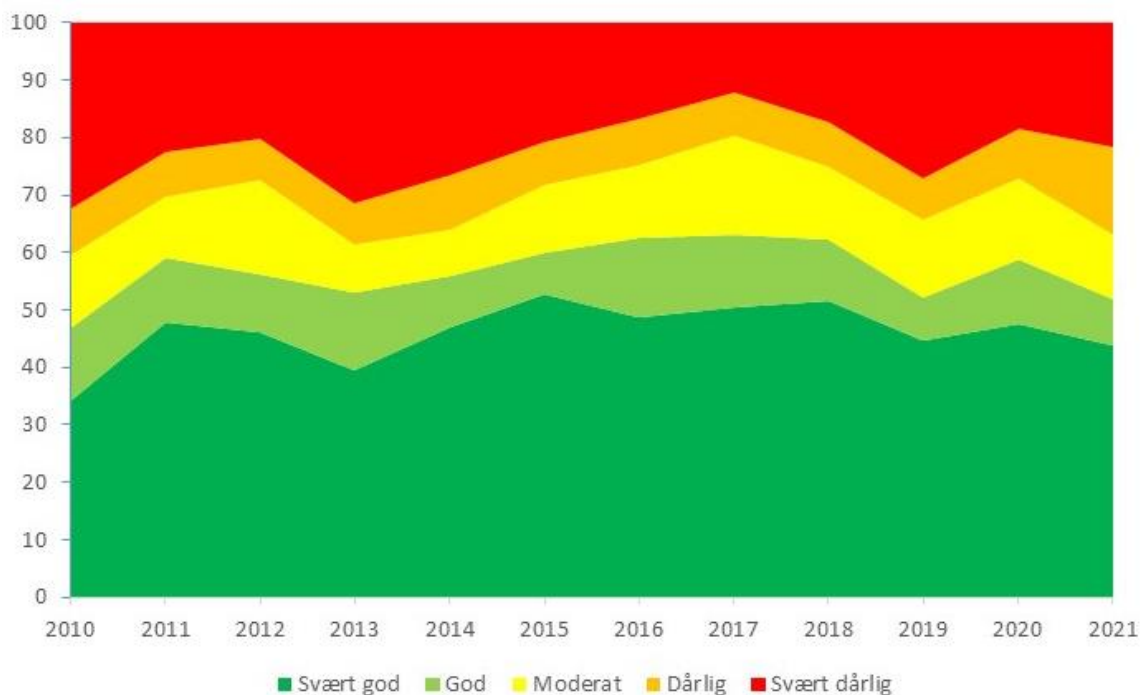
Figur 2. Andelen (%) av de vurderte laksebestandene som ble gitt vurdering 1 forvaltningsmålet er nådd, 2 fare for at forvaltningsmålet ikke er nådd, 3 sannsynlig at forvaltningsmålet ikke er nådd og 4 forvaltningsmålet langt fra nådd, basert på perioden 2006-2009 og perioden 2018-2021.

Figur 3. Vurdering av oppnåelse av forvaltningsmål for de enkelte vassdrag for perioden 2018-2021. 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 2021.





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. Høyre: Beskatning i elvefiske 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 2010-2021. 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.

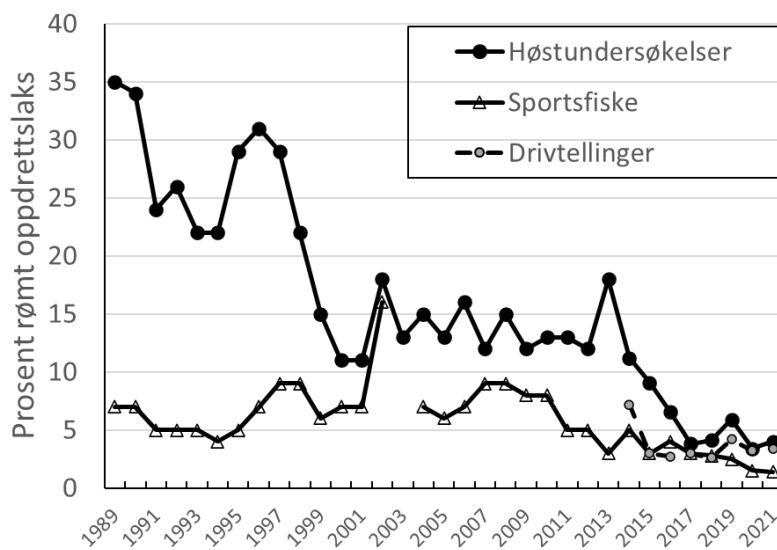
Rømt oppdrettslaks

I 2021 ble det produsert ca. 1 558 000 tonn oppdrettslaks i Norge. Det ble rapportert at 61 000 laks rømte fra oppdrettsanlegg i 2021. I gjennomsnitt de siste ti årene ble 139 000 laks rapportert rømt per år. Det er usikkerhet tilknyttet rømmingsstatistikken, både når det gjelder antall episoder og antall rømte laks. I perioden 2005-2011 var antallet laks som hadde rømt trolig flere ganger høyere enn de rapporterte tallene. Nyere undersøkelser av hvor mye av lakserømmingene som ikke registreres, finnes så vidt vi vet ikke.

Andelen rømt oppdrettslaks i sportsfiskefangster i undersøkte elver har vært gjennomsnittlig 3-9 % i de fleste årene siden 1989 (**figur 6**). I 2021 var gjennomsnittet 1,4 %. 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 4,0 % i 2021, og dette var blant de laveste nivåene 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 3,4 og 18 %. 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 over 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 dokumentert en 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 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 lakselvene. Mange laksebestander er allerede genetisk påvirket av innkryssing av rømt oppdrettslaks, samtidig som det vedvarende tilføres ny rømt oppdrettslaks i flere av disse bestandene. Dette medfører at sjansen for å kunne gjenvinne den opprinnelige genetiske sammensetningen i villaksbestandene 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 villaks med rømt oppdrettslaks i slekten har endrede livshistorieegenskaper, lavere overlevelse, og at produksjon av villaks trolig 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 1989-2021. Data er gitt som gjennomsnittlig andel rømt oppdrettslaks i fangstene for elvene som er med i overvåkingen.

Rangering av trusselfaktorer

Vitenskapsrådet vurderer menneskeskapt trusselfaktor 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 fra oppdrettsanlegg er de største truslene mot villaks (**figur 7**). 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 trusler. Rømt oppdrettslaks er en direkte trussel mot bestandenes genetiske integritet, og bidrar trolig 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.

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.

De andre store truslene mot laks er klimaendringer, fysiske inngrep i vassdragene, pukkellaks og vannkraftregulering. Disse har lavere risiko for ytterligere framtidig redusert produksjon og tap av bestander enn de tre faktorene knyttet til fiskeoppdrett.

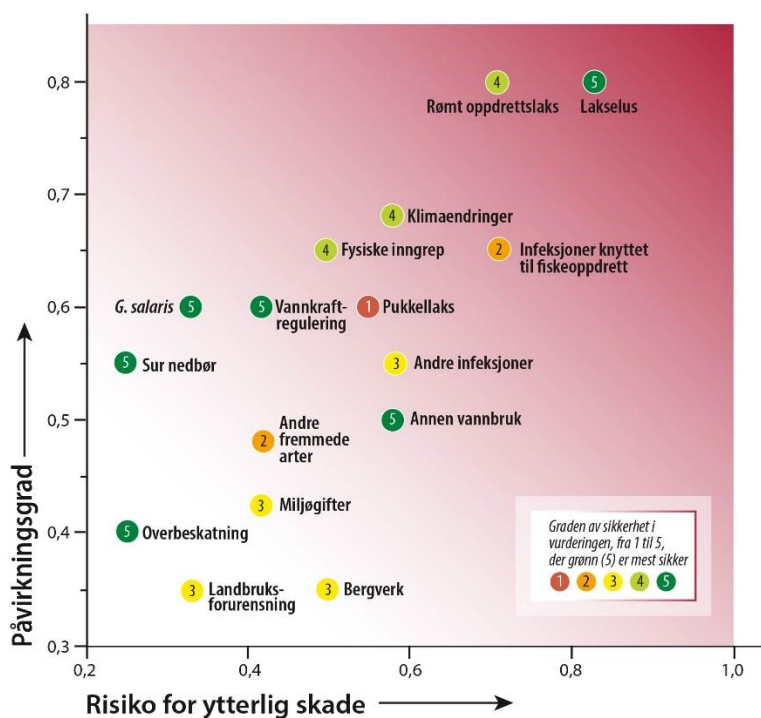
Klimaet er i rask endring, og klimaendring er vurdert som en større trussel enn ved tidligere vurderinger. Trusselvurderingen gjøres for en tidsperiode på to til tre laksegenerasjoner fram i tid, og klima kan utgjøre en større trussel mot laksebestander på lengre sikt enn det som er vurdert her. For 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.

Pukkellaks er en fremmed art og en trussel som de siste årene har vært under betydelig utvikling på grunn av markant økning i antall og utbredelse. Kunnskapen om effekten på laks, sjørørret og sjørøye er mangelfull. Usikkerheten om framtidig utvikling er derfor stor. På grunn av de økte mengdene pukkellaks i 2021 er risiko for ytterligere skade vurdert som større enn før.

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. Annen vannbruk enn til kraftproduksjon, som til settefiskanlegg for lakseoppdrett eller kultivering, eller vanninntak til industri og landbruk, påvirker et større antall vassdrag enn vi har hatt informasjon om før, og har siden i fjor blitt vurdert som en større trussel enn ved tidligere vurderinger.

Parasitten *G. salaris* har vært en av de store truslene mot laks, men vellykkede utryddelsesaksjoner har medført at bestander av laks kan gjenoppbygges i tidligere smittede vassdrag. Tiltakene har også begrenset risikoen for spredning til nye vassdrag. Sur nedbør har også vært en av de store truslene mot laks, men har på grunn av omfattende kalkingstiltak og reduserte utslipp liten risiko for ytterligere framtidig skade, og negativ påvirkning på bestandene er vurdert som lavere enn før.

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 og 2022.



Figur 7. Plassering av de ulike trusselfaktorene i et påvirknings- og risikodiagram. Bakgrunnsfargen viser alvorlighetsgrad (mørk farge mest alvorlig). Fargene på punktene symboliserer graden av sikkerhet i vurderingen, basert på hvor godt dokumentert effekten er, og hvor samstemt dokumentasjonen og ekspertene er i vurderingen, etter en femdel skala.

Samlet vurdering av status for laks i 2022

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 523 000 laks. Innsiget er altså mer enn halvert i løpet av de siste 39 årene. Både laksefangster og lakseinnsiget var lavere i 2021 enn noen gang tidligere registrert (basert på dataserie som startet i 1980).

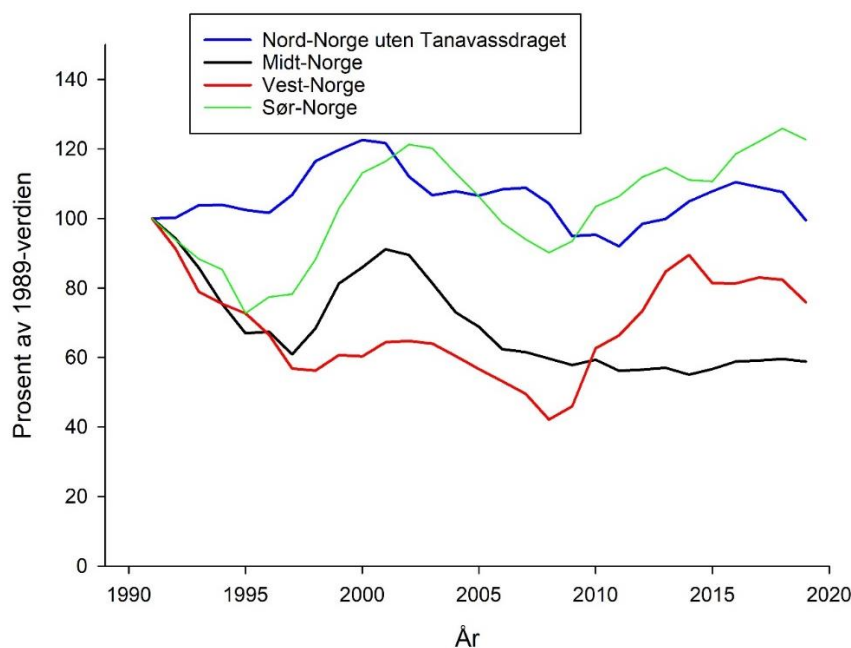
Reduserte bestander har medført at det høstbare overskuddet av laks som kan fiskes er betydelig mindre. Nedgangen i laksebestandene har medført at fisket har blitt strammet inn både i sjø og elver, og fangstene har blitt betydelig redusert. Fra 2021 ble det gjort ytterligere reduksjoner i fisket ved strengere fiskereguleringer, både for sjølaksefisket og i mange elver. I 2021 var 183 vassdrag stengt for laksefiske. I de nye reguleringene for sjølaksefisket har det blitt tatt enda større hensyn til små og sårbare bestander, noe som har medført at kilenotfisket har blitt stengt i alle kystområder og i mange fjorder sør for Finnmark. I tillegg ble fisket stengt i Tanavassdraget, Tanafjorden og nærliggende sjøområder fra og med 2021. 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 8). I Sør-Norge har laksebestandene økt på grunn av omfattende kalkingstiltak, bedre vannkvalitet og reetablering av laksebestander i vassdrag som var rammet av sur nedbør. Innsiget til Nord-Norge unntatt Tanavassdraget er relativt stabilt, men det høstbare overskuddet har blitt redusert i senere år, særlig i 2021, trolig på grunn av dårligere overlevelseshold i de nordlige havområdene. Innsiget til Tanavassdraget har avtatt markant, og er betydelig redusert i forhold til resten av Nord-Norge. Innsiget til Tanavassdraget har de siste årene vært mindre enn en tredel så stort som på

slutten av 1980-tallet. I 2021 var innsiget til Tanavassdraget på laveste registrerte nivå noen gang. Laksebestandene i Tanavassdraget har dårlig status, og mange av bestandene i vassdraget har vært sterkt overbeskattet i mange år. Beskatningen er nå redusert, og i 2021 og 2022 ble fisket stengt i hele vassdraget og nærliggende sjøområder. Sjøoverlevelsen for laks i Tanavassdraget og andre områder av Finnmark synes å ha vært lav i 2019-2021. Når bestandene har nådd så lave nivå som de er på nå, så vil lav sjøoverlevelse, kanskje kombinert med økt effekt av predasjon, bidra til at gjenoppbygging av bestandene i Tanavassdraget kan bli svært krevende.

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. I Vest-Norge har laksen i over halvparten av de undersøkte bestandene fått påvist store genetiske endringer grunnet innkryssing av rømt oppdrettslaks (26 av 48 bestander), og bare fem av bestandene (10 %) hadde ikke spor av innkryssing. 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. I 2021 var det på nytt høyt smittepress i Sognefjorden og Sunnmøre, og også i nordre del av Boknafjorden og Hardangerfjorden.

En markant utvikling i de siste fire 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 2021. 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 8. 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 2021, 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 (2018) er gjennomsnittet for årene 2017-2021. Innsiget er gitt for alle størrelsesgrupper laks samlet.

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. 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.

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. 81 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: 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. Medlem i ICES Working Group on Pathology and Diseases of Marine Organisms (WGPDMO) 12 internasjonale publikasjoner, 2 bokkapitler og > 50 tekniske rapporter og populærvitenskapelige artikler.



Helge Skoglund, PhD

Stilling: Forsker, Laboratorium for ferskvannøkologi 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 rømmingshistorikk og diett i naturen.

Har også jobbet med: Lakselus, triploid laks. Medlem i ICES Working Group on Risk assessment of Environmental Interaction of Aquaculture. 37 internasjonale publikasjoner og > 15 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 forurensninger, introduserte arter.

> 170 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. 20 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 leppefiskarter 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:

- Gjøre rede for utvikling i fangst og innsig av laks, og laksens overlevelse i sjøen.
- Gjøre rede for status for laksebestandene ut fra oppnåelse av gytebestandsmål, forvaltningsmål og høstbart overskudd.
- Vurdere og rangere trusselfaktorer mot laks.

En vurdering av bestandsstatus er gitt ut fra status for de enkelte laksebestandene. Oppnåelse av gytebestandsmål og forvaltningsmål ble vurdert for 215 laksebestander basert på situasjonen i 2018-2021. 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 innlandsfiskloven, Den nord-atlantiske laksevernorganisasjonen (NASCO) sine retningslinjer for føre-var tilnærmingen, Det internasjonale havforskningsrådet (ICES) sine tilrådninger, samt nasjonale målsettinger for lakseforvaltning jfr. foringene i St.prp. nr. 32 (2006-2007).

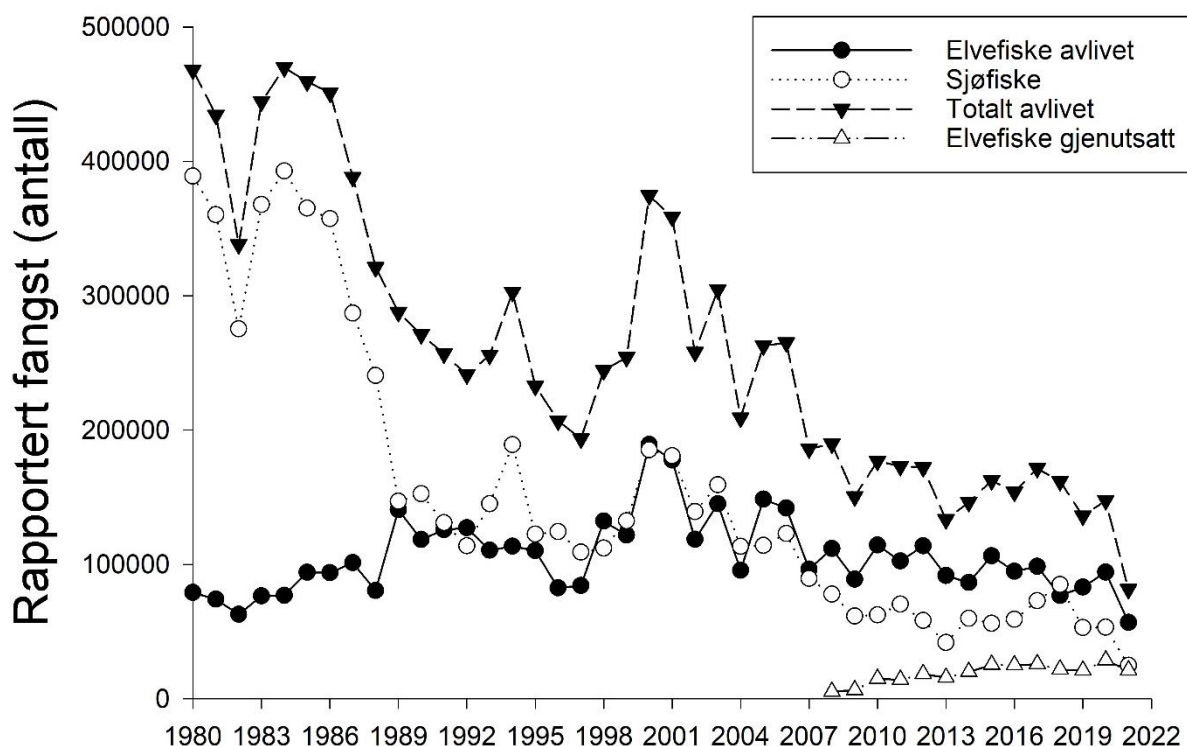
Rådene som er gitt er basert på eksisterende vitenskapelig kunnskap. Det er kun biologiske forhold som er vurdert. Når det gjelder beskatning så gir vi kun råd for ulike bestander og regioner, og ikke om fordeling mellom ulike grupper fiskere.

² www.vitenskapsradet.no/VurderingAvEnkeltbestander/

2 FANGST OG INNSIG AV LAKS I 2021

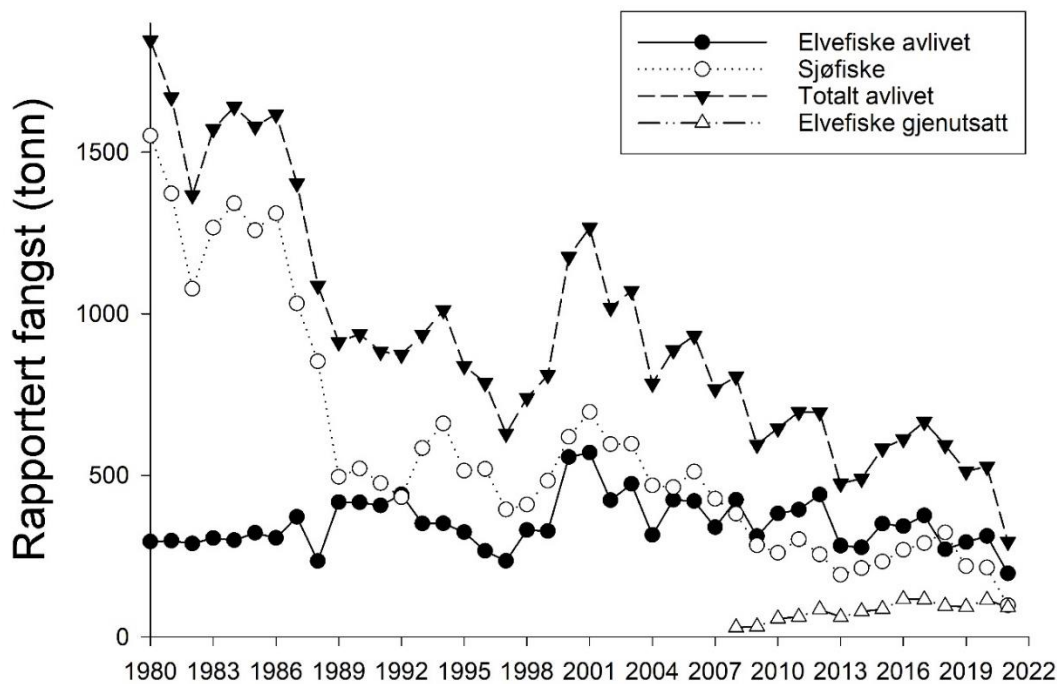
2.1 Fangst

I 2021 ble det rapportert fanget og avlivet ca. 82 000 laks i Norge (**figur 2.1**) som veide til sammen 295 tonn (**figur 2.2**). Dette er den laveste fangsten i tidsserien (som startet i 1980), både i antall og vekt. I tillegg ble det rapportert at ca. 21 000 laks ble gjenutsatt (26 % av totalfangsten, og 38 % av elvefangsten i antall). Andelen gjenutsatt laks var den høyeste noen gang registrert, men antallet sank fra 2020 til 2021. Anslått vekt på de som ble gjenutsatt var 92 tonn (31 % av totalfangst på vektbasis), slik at summen av avlivet og gjenutsatt laks var ca. 387 tonn. Sjølaksefisket har avtatt sterkt fra 1980- og 1990-tallet, både i innsats og fangst (**figur 2.1, 2.2 og 2.3**), og sank ytterligere markant fra 2020 til 2021 etter at betydelige nye begrensninger i fisket ble innført fra 2021. Fangstene i sjølaksefisket var halvparten så store som i elvefisket i 2021, og det ble nesten gjenutsatt like mange fisk i elvefisket som det ble fanget i sjølaksefisket. De rekordlave totalfangstene av laks i Norge i 2021 skyldes en kombinasjon av nye restriksjoner i sjølaksefisket (se **figur 2.3**), vanskelige fiskeforhold i mange elver i Sør-Norge³ og redusert lakseinnsig (se under).

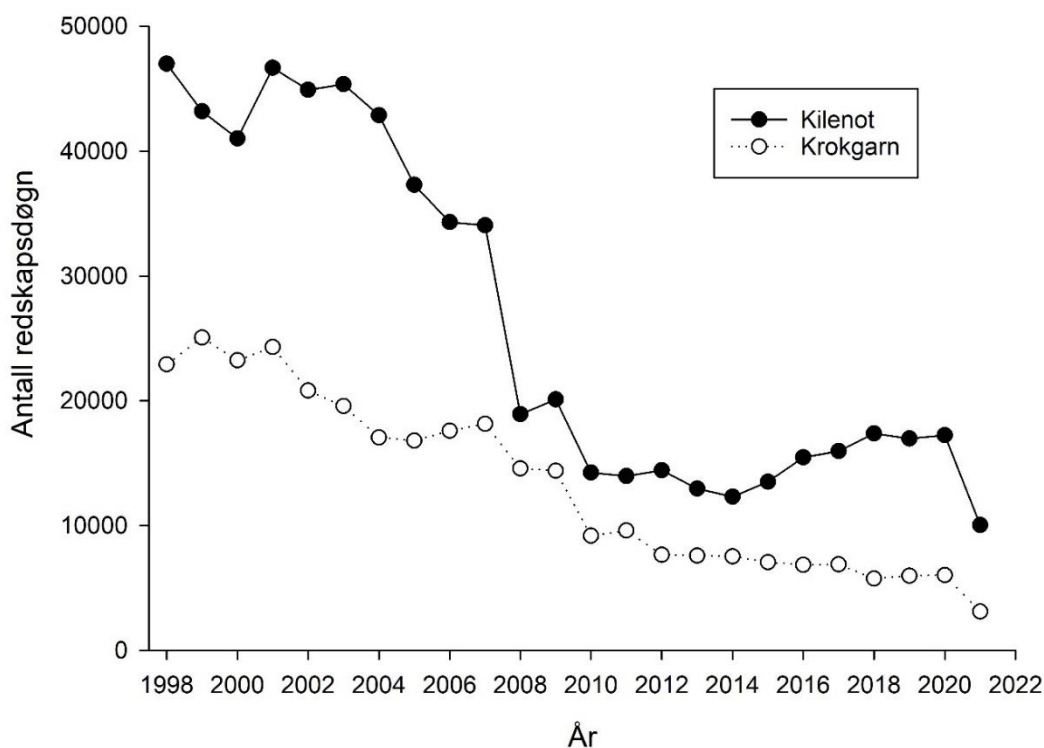


Figur 2.1. Rapportert fangst av laks (antall) i Norge i perioden 1980-2021 (rømt oppdrettslaks er inkludert). Gjenutsatt laks er vist i figuren, men ikke inkludert i totalen siden gjenutsatt laks kan bli fanget flere ganger.

³ <https://www.vitenskapsradet.no/VurderingAvEnkeltbestander/#/map>



Figur 2.2. Rapportert fangst av laks (tonn) i Norge i perioden 1980-2021 (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. Fangststimsats (antall redskapsdøgn) i sjølaksefisket i perioden 1998-2021.

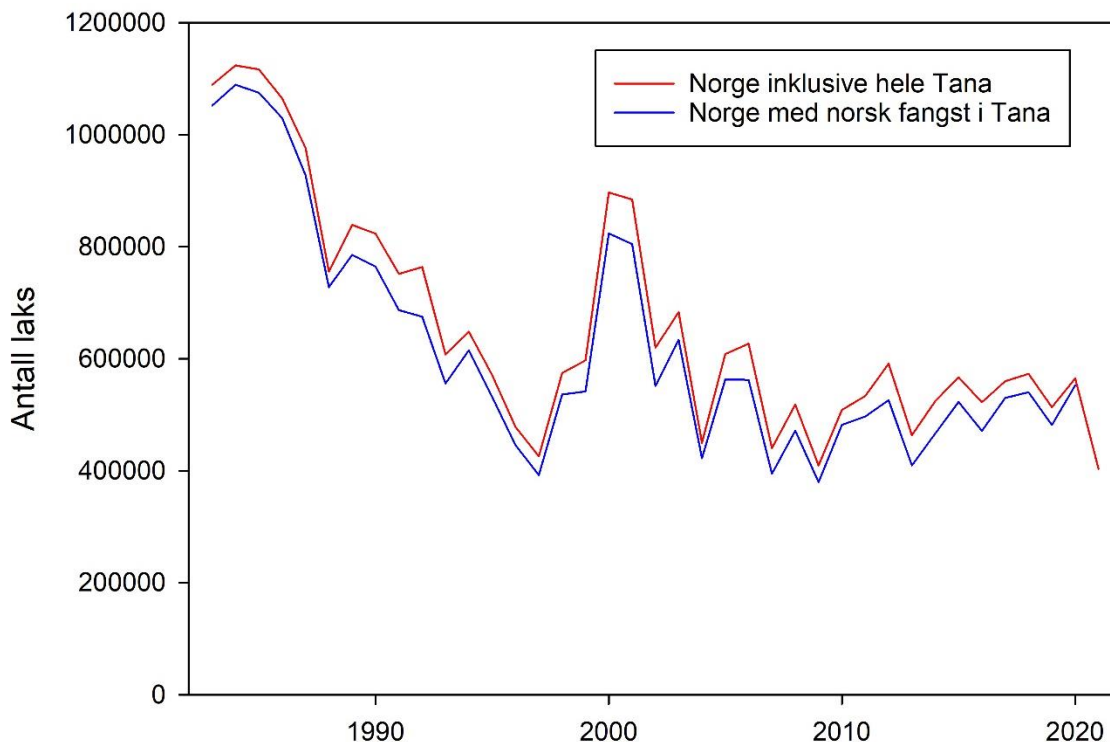
2.2 Beregning av innsig

Metoden som brukes til å beregne størrelsen på lakseinnsiget (bestandsstørrelse før 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 langtidsmønsteret. I et bevegelig gjennomsnitt beregnes gjennomsnittet av hvert år sammen med de to årene før og etter. Det første gjennomsnittet blir dermed beregnet to år etter starten av tidsserien, og det siste blir to år før slutten.

Vi har i år gjort to endringer i beregning og presentasjon av lakseinnsiget. For det første har vi endret hvordan vi behandler Tanavassdraget. Fram til og med 2020 har vi bare inkludert de norske fangstene i innsigsberegningene. Dette er en praksis som ble etablert lenge før vitenskapsrådet ble opprettet, og var basert på ønsket om å beregne innsiget av norsk laks. Vi har nå revidert alle innsigsberegningene fra 1983 og utover ved å inkludere også rapporterte fangster fra Finland. En sammenligning viser at beregningen av årlig innsig til Norge øker fra 3 til 10 % ved å ta med de finske fangstene i Tanavassdraget, men at langtidstrendene blir de samme (**figur 2.4**). Økningen i lakseinnsiget rundt år 2000 forsterkes, fordi 2000 og 2001 var år med gode innsig også til Tanavassdraget.

Den andre endringen er at vitenskapsrådet har besluttet å bare presentere regionale innsigsberegninger fra 1989 og utover. Årsaken er at fordelingen av innsig mellom regioner er usikker i perioden da drivgarnfisket pågikk (stoppet fra 1989). Dette fisket foregikk utenfor kysten og fisket i en region kunne på grunn av innvandringsmønsteret fange mer fisk fra andre regioner, og i nord også fisk fra Russland og i sørøst fra Sverige, enn det mer kystnære og fjordbaserte kilenot og kroggarnfisket. I tillegg ble fangstene rapportert der de ble landet, som ikke alltid var samme region som fangsten foregikk. Dette bidrar til usikkerhet i fordelingen av innsiget mellom de ulike regionene for årene 1983 til 1988, og vi fokuserer derfor på regionalt innsig fra 1989. Dette er i samsvar med praksis i tidligere rapporter, der vi også har beregnet endringer i innsiget siden 1989, men vi har nå altså valgt å ta ut årene før 1989 i de regionale innsigsfigurene og bare presentere innsig for hele perioden etter 1983 for landet samlet.



Figur 2.4. Beregnet totalinnsig av laks (midtverdier) til Norge når bare norsk fangst i Tanavassdraget er tatt med og når all fangst i Tanavassdraget inkludert Finland er tatt med.

2.3 Innsig av laks til Norge

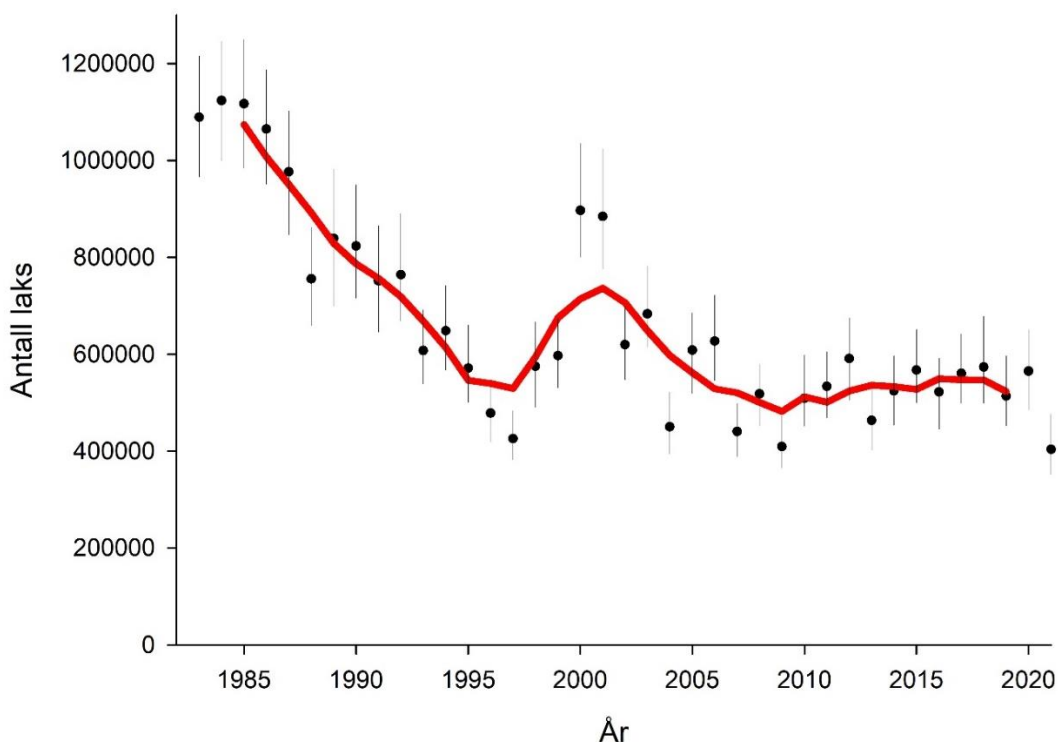
Etter noen år med relativt høyt totalinnsig av laks til Norge rundt årtusenskiftet, har innsiget de siste årene vært lavere. I 2021 var innsiget det laveste som noen gang er registrert, på rundt 403 000 villaks (basert på tidsserie fra 1983, **figur 2.5**). Reduksjonen i innsig fra 2020 til 2021 var markant (162 000 laks mindre) og den svakt økende trenden fra 2009 er nå borte. Det er fortsatt slik at innsiget har blitt halvert i perioden 1983-2021 (49 % reduksjon fra de første fem til de siste fem årene i perioden, **tabell 2.1**). Reduksjonen var mindre for perioden 1989-2021 (28 % reduksjon fra de første fem til de siste fem årene i perioden, **tabell 2.1**).

Det samlede innsiget til Norge er påvirket av en spesielt sterk reduksjon i innsig til Tanavassdraget fra 2014 og utover. Vi har derfor også beregnet innsiget til Norge uten Tanavassdraget (se kapittel 2.2.5 for hva som inngår i beregningen for Tanavassdraget). Langtidstrenden blir den samme om vi utelater Tanavassdraget (**figur 2.6, tabell 2.1**), med en halvering i innsiget fra 1983, men reduksjonen etter 1989 blir mindre (20 % mot 28 % om Tana inkluderes). I denne tidsserien er det også to år (1997 og 2009) som har så vidt lavere innsig enn i 2021. I alle videre analyser og presentasjoner benyttes innsig som inkluderer Tanavassdraget.

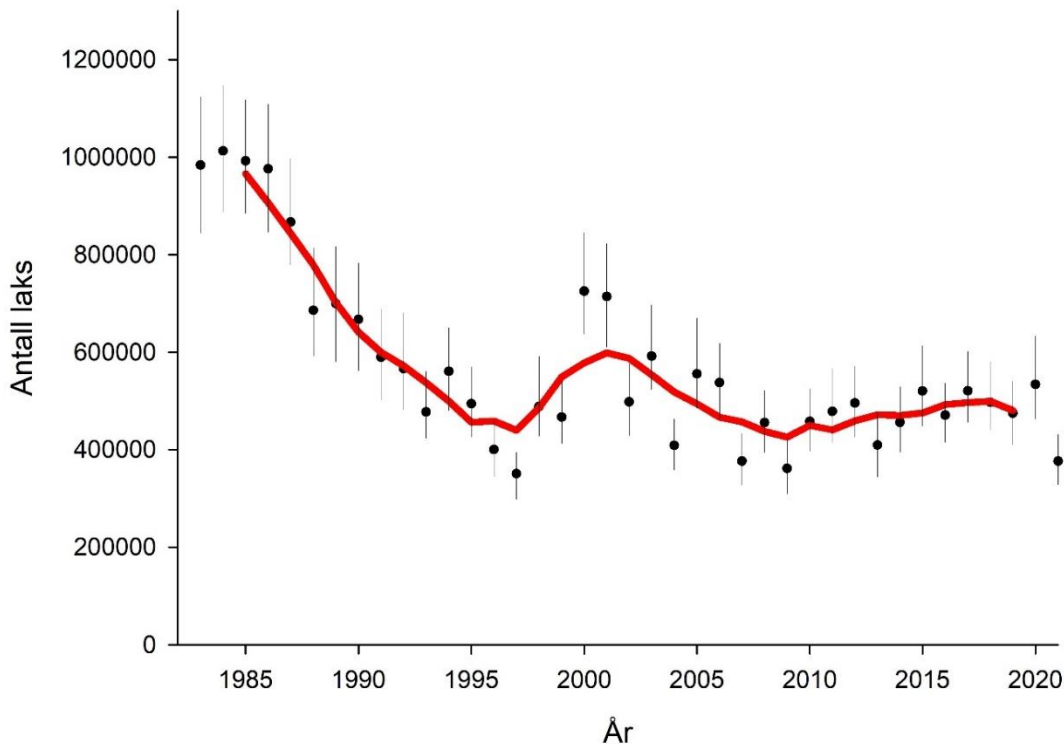
Det er særlig innsiget av smålaks som har avtatt sterkt fra starten av 1980-tallet til i dag (**figur 2.7**) med en reduksjon på nesten 60 % (**tabell 2.1**). Innsiget av smålaks har også avtatt markant etter 1989. Fordi en større andel av smålaksen (< 3 kg) har vært mer enn ett år i sjøen i de senere årene (se kapittel 3), er reduksjonen i innsiget av énsjøvinterlaks større enn analysene av smålaks tilsier. Innsiget av smålaks i 2021, som var i underkant av 202 000 smålaks, var det tredje laveste i tidsserien.

Innsiget av mellom- og storlaks (**figur 2.8**) er redusert fra starten av 1980 tallet (reduksjon på 34 %), men er i mindre grad redusert enn smålaksen. Fra 1989 er det ingen trend, det vil si verken økning eller reduksjon i innsiget av mellom- og storlaks. Innsiget av mellom- og storlaks (202 000 fisk) sank markant fra 2020 til 2021, og var det fjerde laveste i tidsserien og det laveste etter årtusenskiftet i 2021. Innsiget av mellom- og storlaks var spesielt lavt i 1997 (148 000 laks).

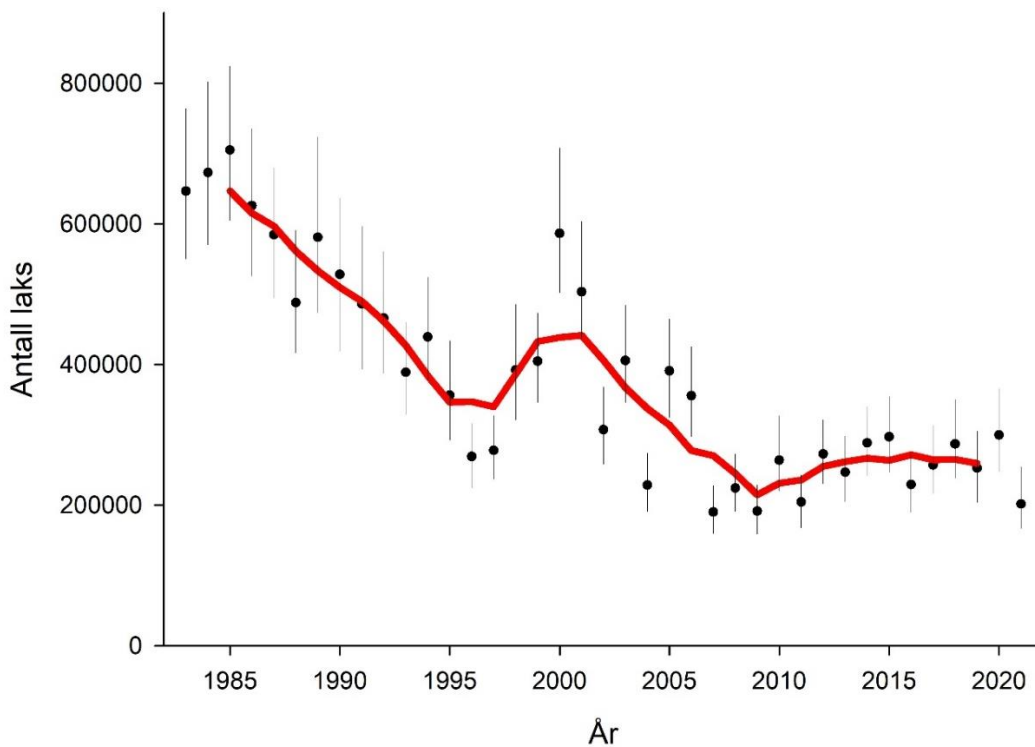
Fordelingen av innsiget mellom fangster i sjøen, fangster i elv og gytebestand i vassdragene viser at sjølaksefisket har blitt betydelig redusert i perioden 1983-2020, med en ytterligere markant reduksjon fra 2020 til 2021 (**figur 2.9**). Det totale antallet laks fanget i elvefiske har endret seg mindre, men ble også markant redusert fra 2020 til 2021. Etter 2009 har det totale antall gytefisk i vassdragene økt, til tross for at lakseinnsiget har holdt seg på et lavt nivå. Fra de første fem årene i tidsserien fra 1983 til de siste fem årene har gytebestanden økt med nesten 112 000 gytefisk.



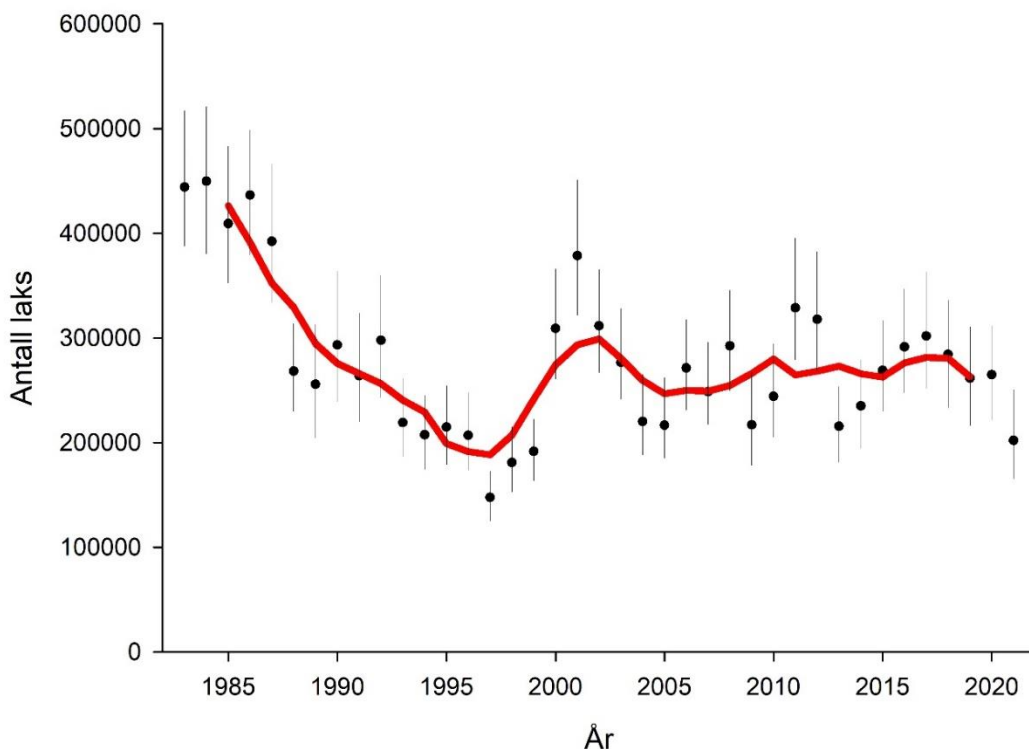
Figur 2.5. Beregnet innsig av alle størrelsesgrupper av laks til kysten av Norge i perioden 1983-2021. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



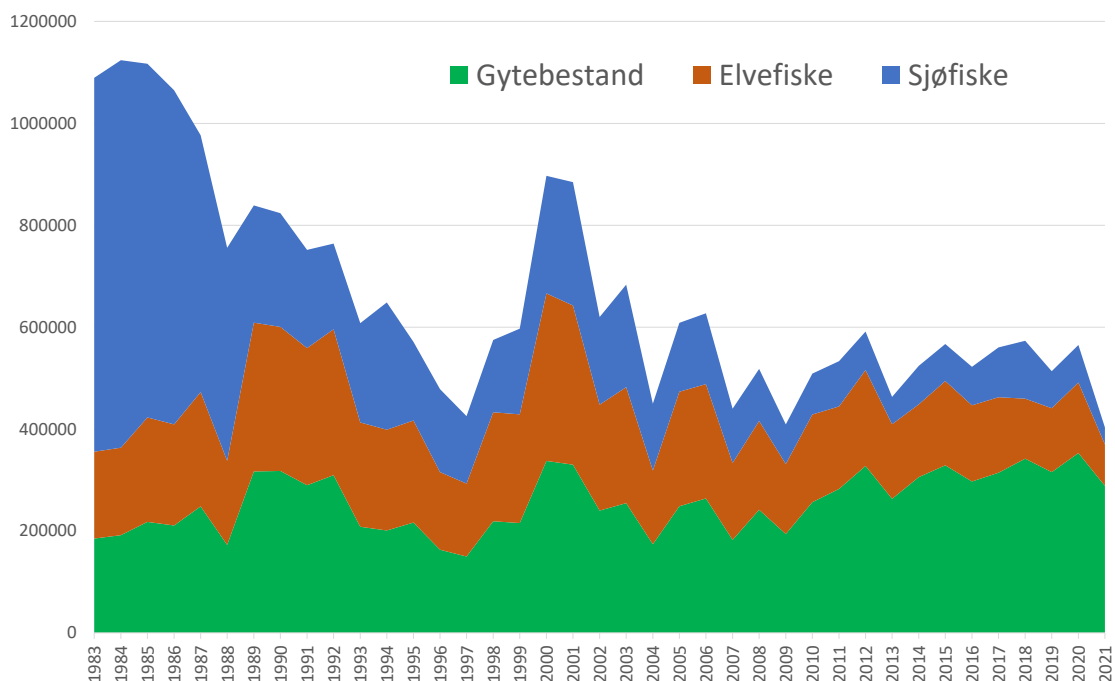
Figur 2.6. Beregnet innsig av alle størrelsesgrupper av laks til kysten av Norge, unntatt Tanavassdraget, i perioden 1983-2021. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



Figur 2.7. Beregnet innsig av smålaks (laks < 3 kg) til kysten av Norge i perioden 1983-2021. 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 1983-2021. 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 1983-2021. Tallene er fra simuleringmodellen for lakseinnsig til Norge, med bare midtverdiene av simuleringene for å bedre lesbarheten.

Tabell 2.1. Utvikling av lakseinnsiget for periodene 1983-2021 og 1989-2021 (dvs. etter at drivgarnsfisket ble forbudt) for Norge samlet og i regioner, gitt som prosentvis endring i gjennomsnittlig innsig mellom de fem første og fem siste årene i periodene. Både totalinnsig (all fisk) og innsig av smålaks og innsig av mellom- og storlaks hver for seg er gitt. For totalinnsiget oppgir vi også utviklingen for Norge uten Tanavassdraget. Tanavassdraget omfatter innsig av tanalaks til Tanaffjorden, mens tanalaks fanget langs kysten inngår i innsiget til Nord-Norge.

	Totalinnsig	Innsig av smålaks	Innsig av mellom- og storlaks
1983-2021:			
Norge	-49 %	-59 %	-34 %
Norge u/Tana	-50 %		

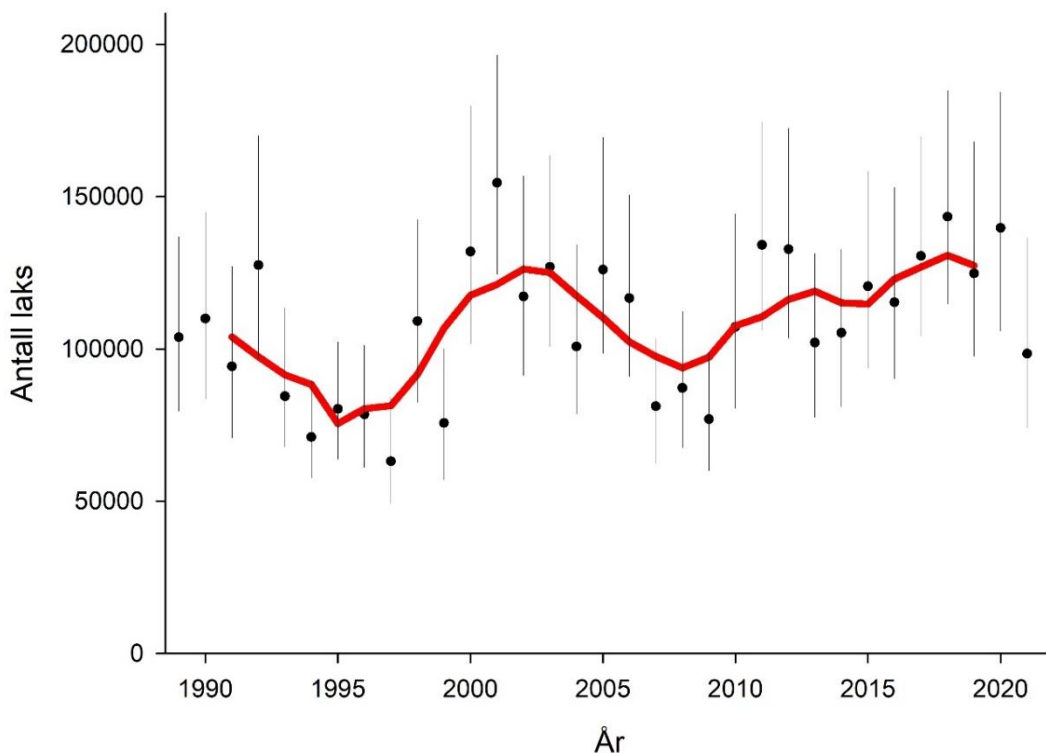
1989-2021:			
Norge	-28 %	-46 %	6 %
Norge u/Tana	-20 %		
Sør-Norge	23 %	-12 %	82 %
Vest-Norge	-24 %	-54 %	14 %
Midt-Norge	-41 %	-53 %	-19 %
Nord-Norge u/Tana	0 %	-15 %	26 %
Tanavassdraget	-73 %	-80 %	-58 %

2.4 Innsig av laks til de ulike regionene

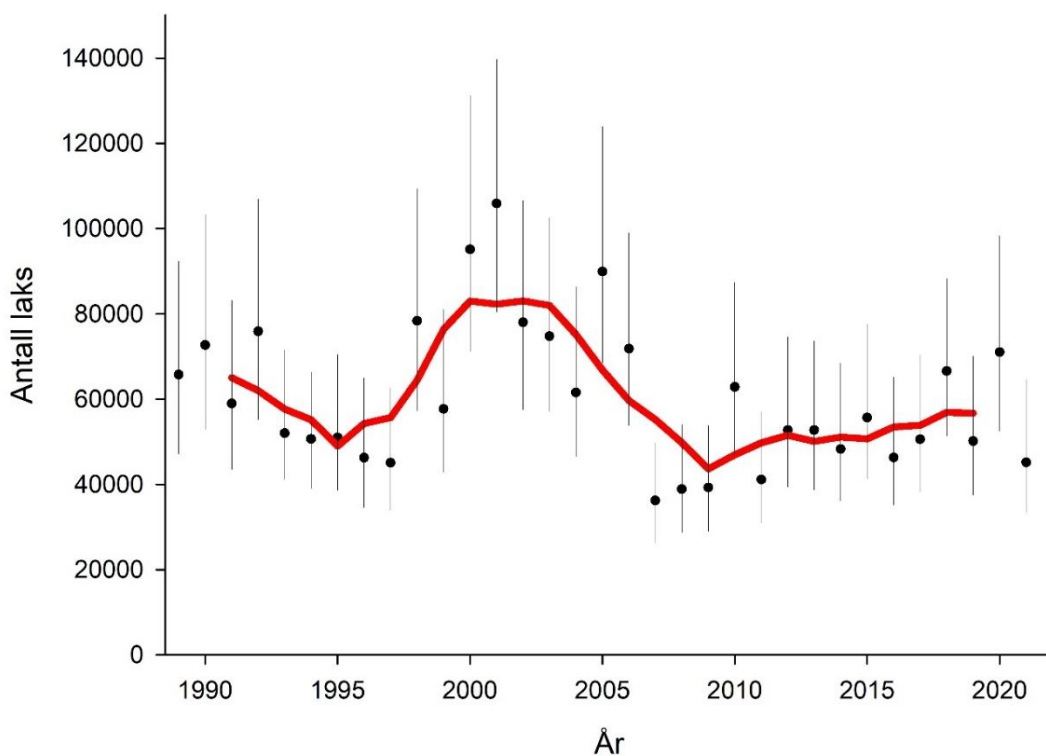
Norge deles inn i fire regioner; Sør-Norge (fra Østfold til og med Rogaland), Vest-Norge (Vestland til Stad), Midt-Norge (fra Stad til Vesterålen) og Nord-Norge (fra Vesterålen til grensa mot Russland). Lakseinnsiget er beskrevet for hver region for perioden fra 1989 til 2021. Laks fra Tanavassdraget 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.

2.4.1 Sør-Norge

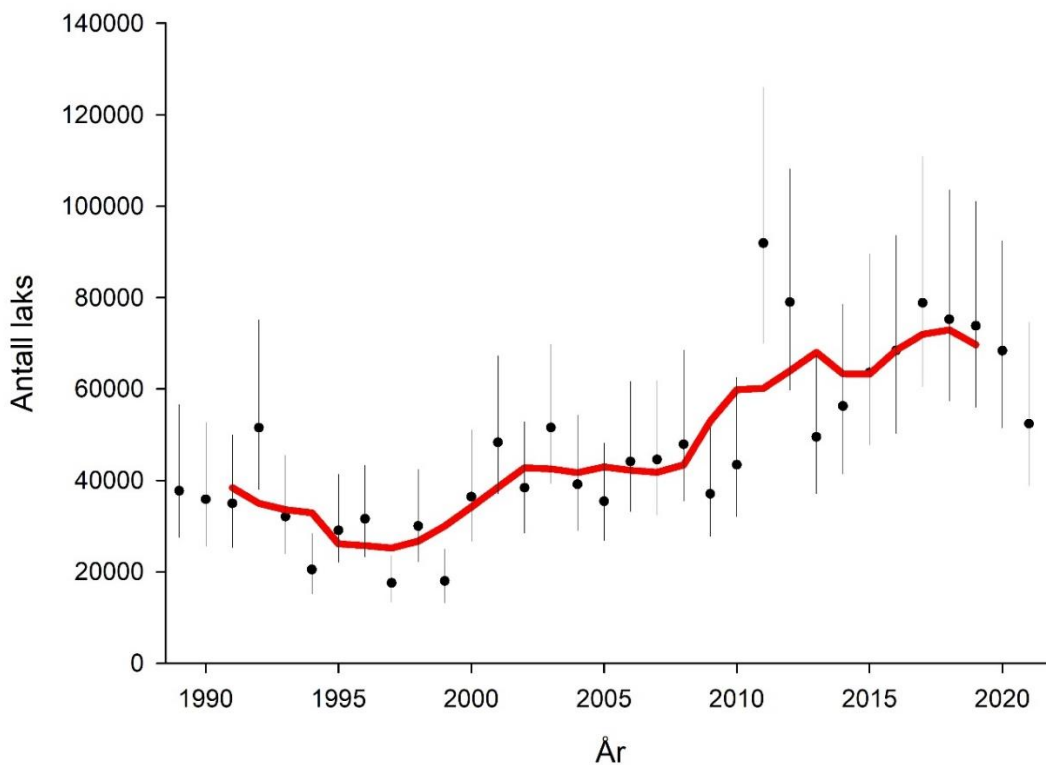
Det totale innsiget til elvene i Sør-Norge i 2021 ble beregnet til ca. 99 000 laks (**figur 2.10**). Dette var en reduksjon fra 2020 på nesten 41 000 laks. Innsiget har økt markant etter 1989 (82 %, **tabell 2.1**) på grunn av økt innsig av mellom- og storlaks (**figur 2.12**). Det var ingen langtidstrend i innsiget av smålaks (**figur 2.11**), men det var en midlertidig økning i innsiget av smålaks på starten av 2000-tallet. Flere av bestandene i Sør-Norge har blitt reetablert etter forsuring og kalking, og det er mulig at dette har gjort at fordelingen mellom smålaks og større laks har endret seg mer enn i andre regioner. Det ble ikke åpnet for sjølaksefiske i 2021, og andelen av innsiget som ble i igjen i gytebestandene økte dermed med 10 prosentpoeng, men antallet gytefisk var på samme nivå som årene før (**figur 2.13**). Dette skyldes den relativt markante reduksjonen i innsig fra 2020 til 2021. Andelen av innsiget som ble tatt i elvefisket endret seg ikke.



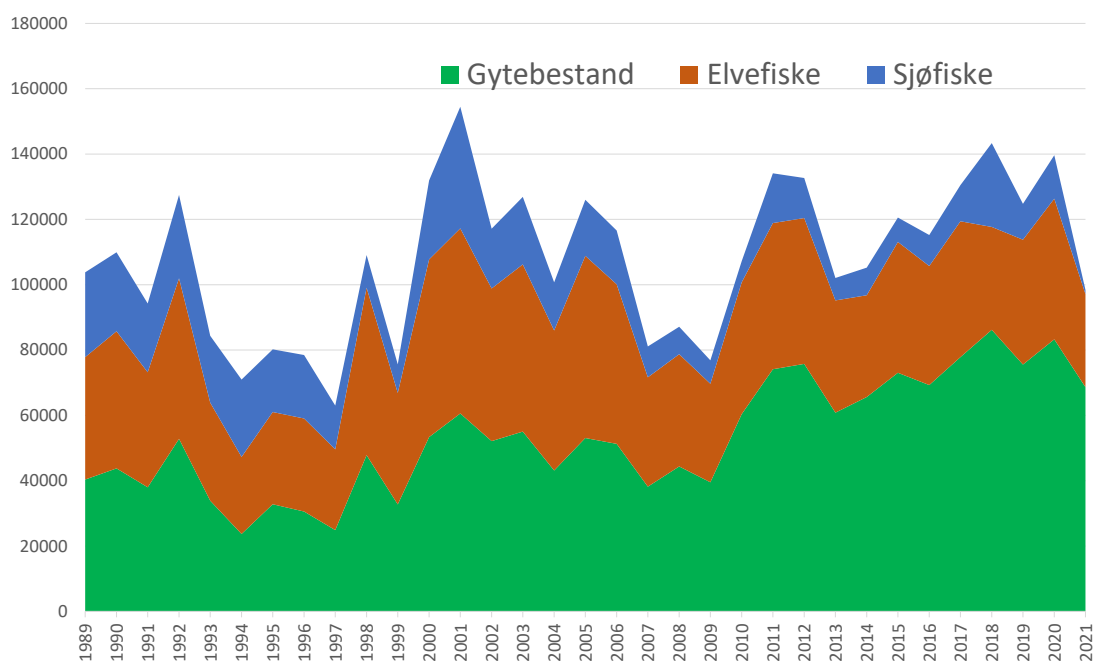
Figur 2.10. Beregnet innsig av alle størrelsesgrupper av laks til kysten av Sør-Norge (Østfold til og med Rogaland) i perioden 1989-2021. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt 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 1989-2021. 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.



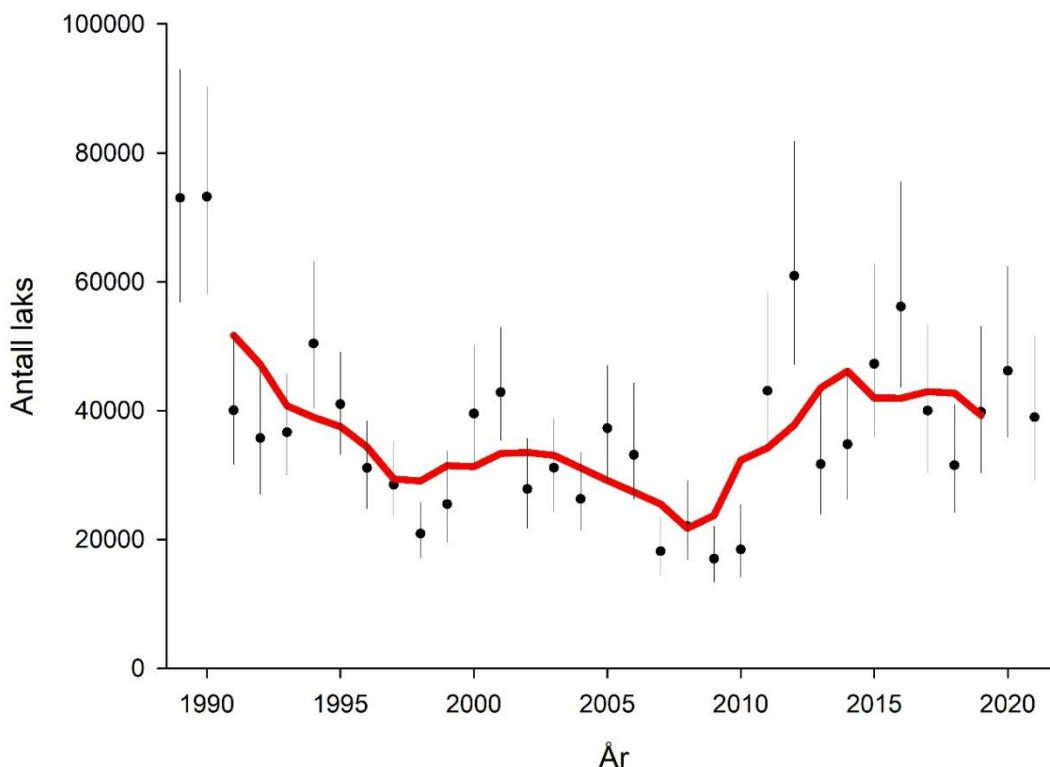
Figur 2.12. Beregnet innsig av mellom- og storlaks (laks > 3 kg) til kysten av Sør-Norge (Østfold til og med Rogaland) i perioden 1989-2021. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



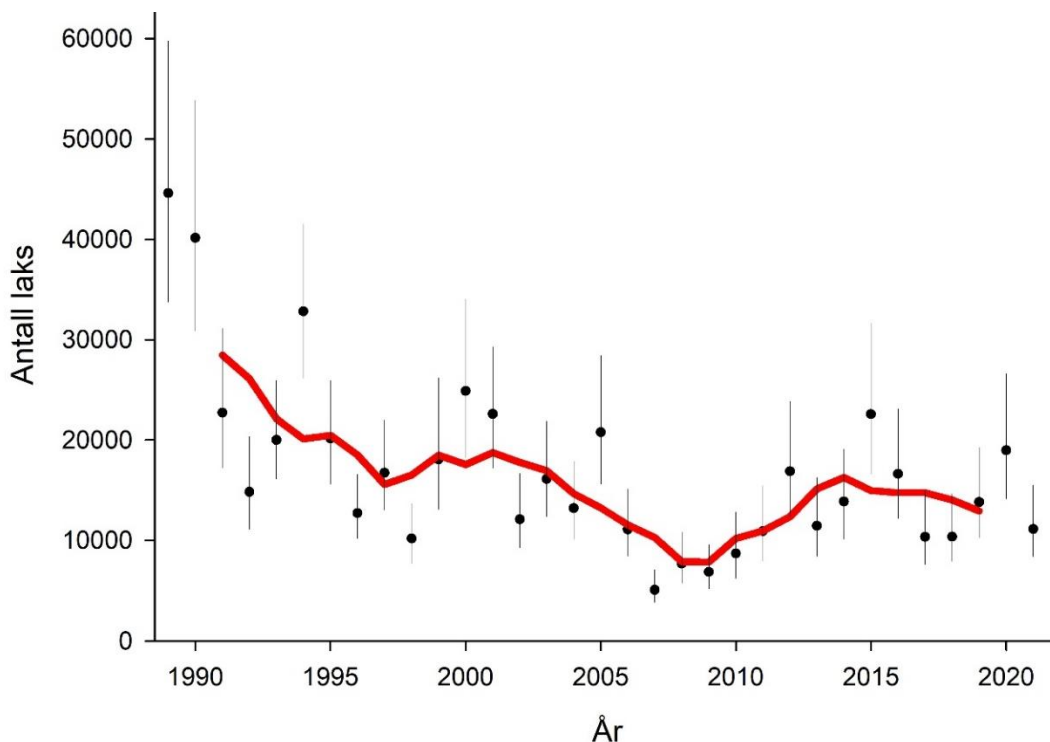
Figur 2.13. Beregnet antall laks som årlig har kommet inn til kysten av Sør-Norge (Østfold til og med Rogaland) og hvordan innsiget fordeler seg mellom sjølaksefiske, elvefiske og gytebestand (antall fisk som er igjen etter fangsten i sjøen og elvene) i perioden 1989-2021. Tallene er fra simuleringmodellen for lakseinnsig til Norge, med bare midtverdiene av simuleringene for å bedre lesbarheten.

2.4.2 Vest-Norge

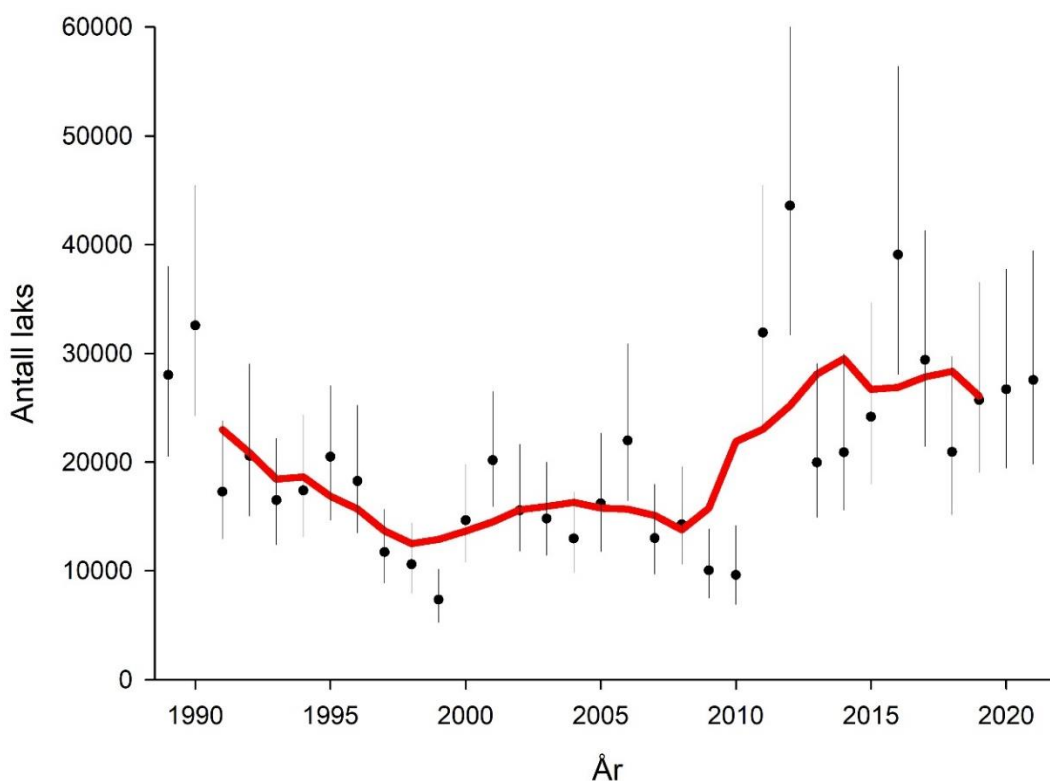
Det totale innsiget til elvene i Vest-Norge i 2021 ble beregnet til ca. 39 000 laks (**figur 2.14**), noe som er en reduksjon på ca. 7000 laks fra 2020. Det totale innsiget er redusert med 24 % fra de fem første til de fem siste årene i perioden 1989-2021. Dette skyldes at mengden smålaks er mer enn halvert (**figur 2.15**), mens antallet mellom- og storlaks har hatt en liten økning (**figur 2.16**). Sjølaksefisket ble betydelig redusert fra 1989 til 1991, og ble deretter gradvis redusert til det nå nesten har blitt borte (**figur 2.17**). Antall laks fanget i elvene har variert, uten tydelige trender siden 1990-tallet. Det beregnede antall gytefisk økte fra og med 2011 og har siden den gang vært på et høyere nivå enn tidligere (**figur 2.17**).



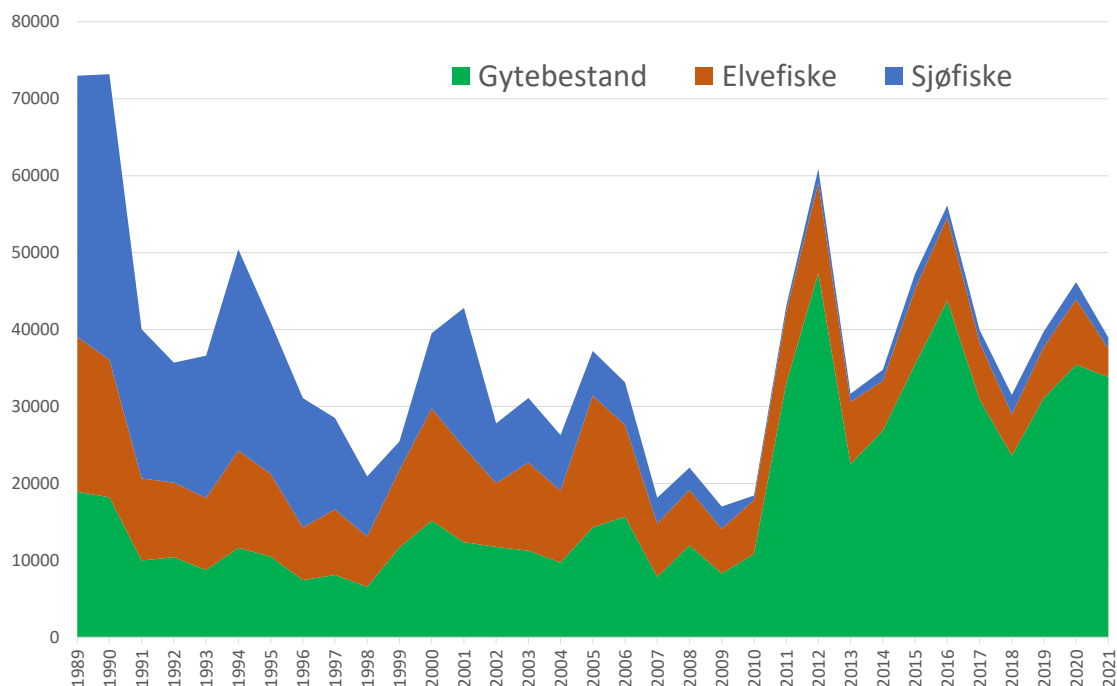
Figur 2.14. Beregnet innsig av alle størrelsesgrupper av laks til kysten av Vest-Norge (Vestland til Stad) i perioden 1989-2021. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



Figur 2.15. Beregnet innsig av smålaks (laks < 3 kg) til kysten av Vest-Norge (Vestland til Stad) i perioden 1989-2021. 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.



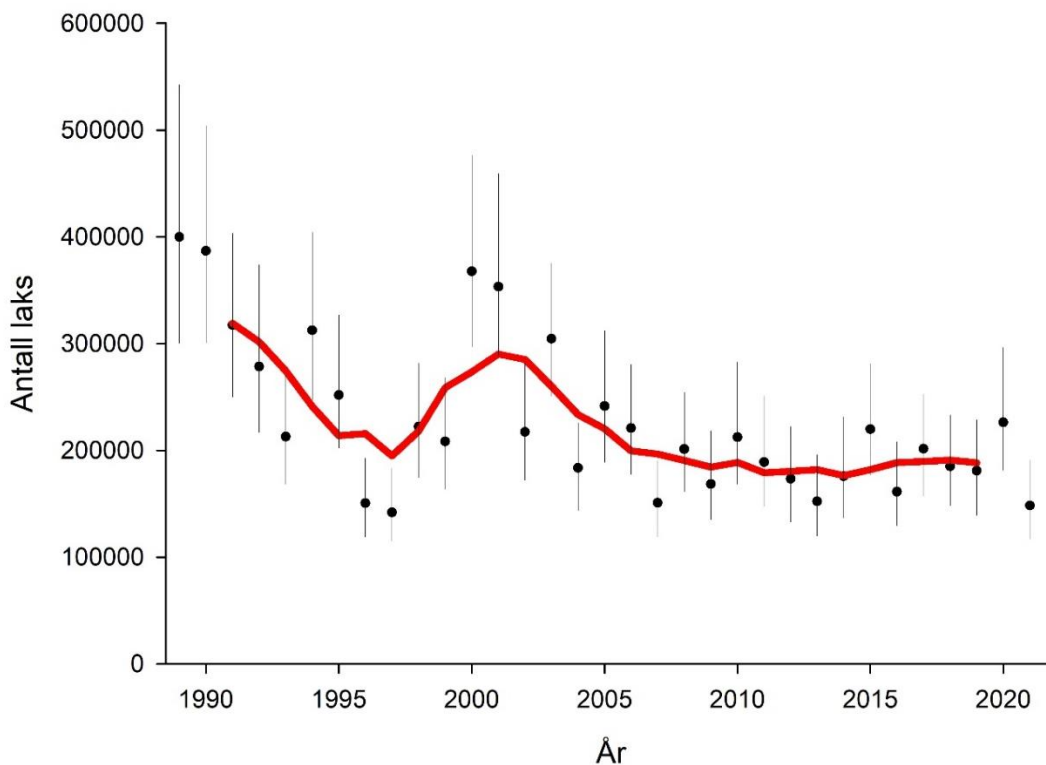
Figur 2.16. Beregnet innsig av mellom- og storlaks (laks > 3 kg) til kysten av Vest-Norge (Vestland til Stad) i perioden 1989-2021. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



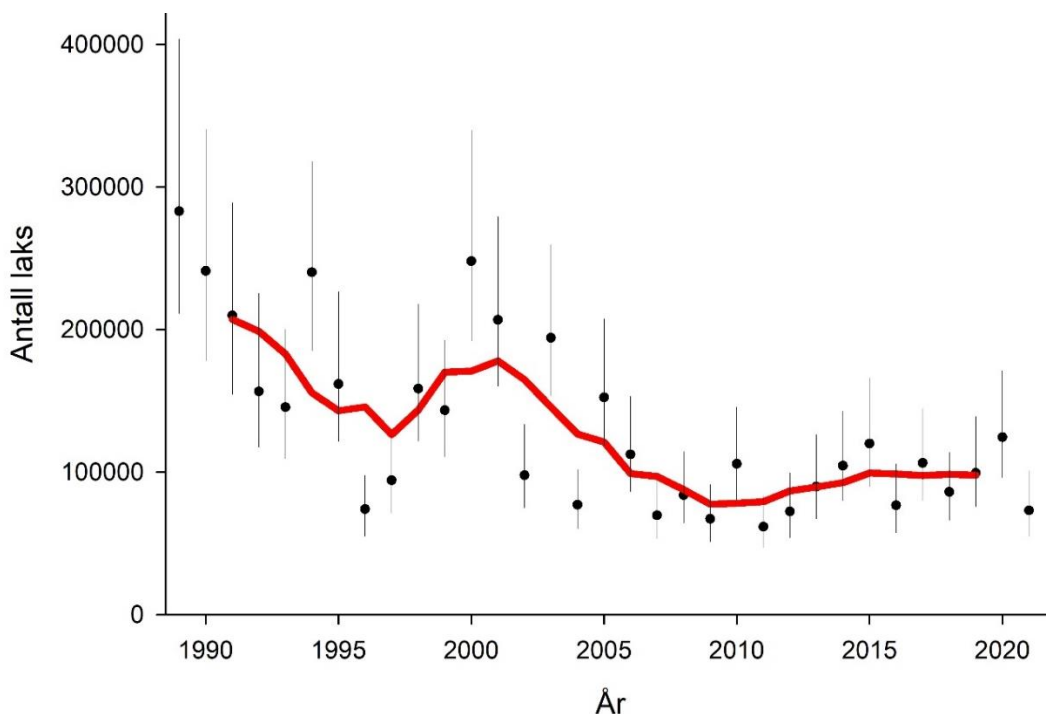
Figur 2.17. Beregnet antall laks som årlig har kommet inn til kysten av Vest-Norge (Vestland til Stad) og hvordan innsiget fordeler seg mellom sjølaksefiske, elvefiske og gytebestand (antall fisk som er igjen etter fangsten i sjøen og elvene) i perioden 1989-2021. Tallene er fra simuleringsmodellen for lakseinnslag til Norge, med bare midtverdiene av simuleringene for å bedre lesbarheten.

2.4.3 Midt-Norge

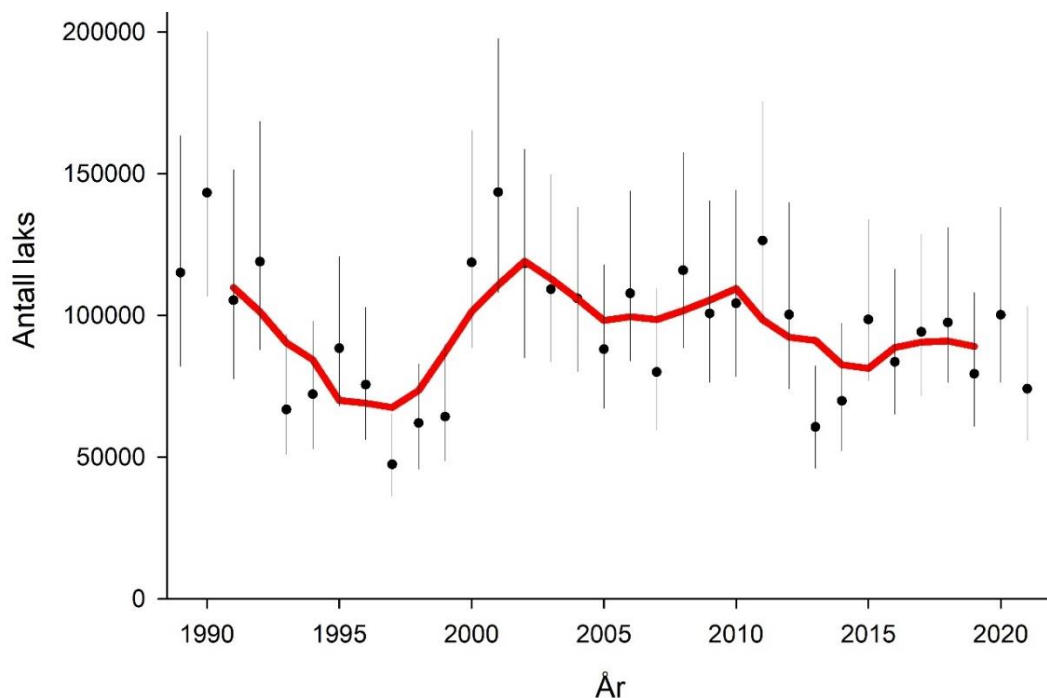
Det totale innsiget til elvene i Midt-Norge i 2021 ble beregnet til ca. 149 000 laks (**figur 2.18**). Dette er en reduksjon på ca. 77 000 laks fra 2020, og er på nivå med de laveste innsigene i 1996 og 1997. Det har vært en klar nedgang i lakseinnslaget, med en reduksjon på 40 % fra 1989 (**tabell 2.1**). Nedgangen skyldes at innsiget av smålaks er mer enn halvert (**figur 2.19**), mens innsiget av mellom- og storlaks har endret seg lite (**figur 2.20**). Både sjølaksefisket og elvefisket har blitt redusert etter 1989, og sjølaksefisket ble spesielt lite etter de nye begrensingene fra 2021 (**figur 2.21**). I kontrast til de andre regionene viser ikke antallet gytefisk noen klar økende trend.



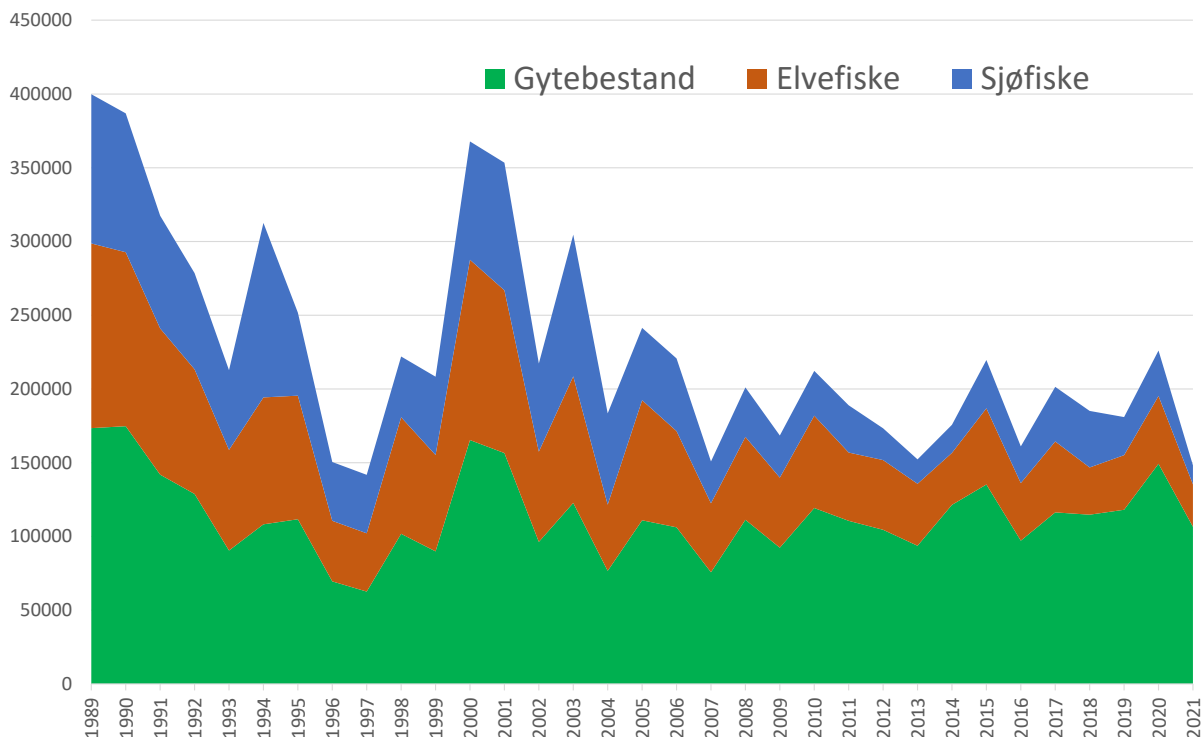
Figur 2.18. Beregnet innsig av alle størrelsesgrupper av laks til kysten av Midt-Norge (fra Stad til Vesterålen) i perioden 1989-2021. Punktene angir medianverdiene, mens de loddrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



Figur 2.19. Beregnet innsig av smålaks (laks < 3 kg) til kysten av Midt-Norge (fra Stad til Vesterålen) i perioden 1989-2021. 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 2.20. Beregnet innsig av mellom- og storlaks (laks > 3 kg) til kysten av Midt-Norge (fra Stad til Vesterålen) i perioden 1989-2021. 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.

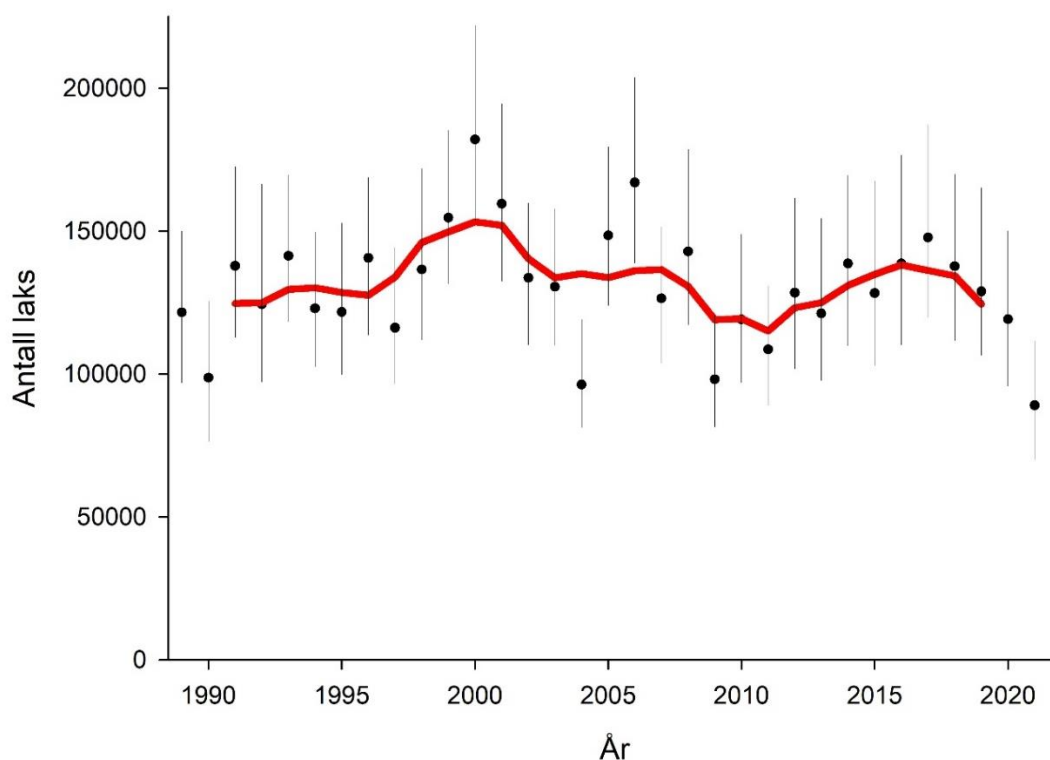


Figur 2.21. Beregnet antall laks som årlig har kommet inn til kysten av Midt-Norge (fra Stad til Vesterålen) og hvordan innsiget fordeler seg mellom sjølaksefiske, elvefiske og gytebestand (antall fisk som er igjen etter fangsten i sjøen og elvene) i perioden 1989-2021. Tallene er fra simuleringmodellen for lakseinnsig til Norge, med bare midtverdiene av simuleringene for å bedre lesbarheten.

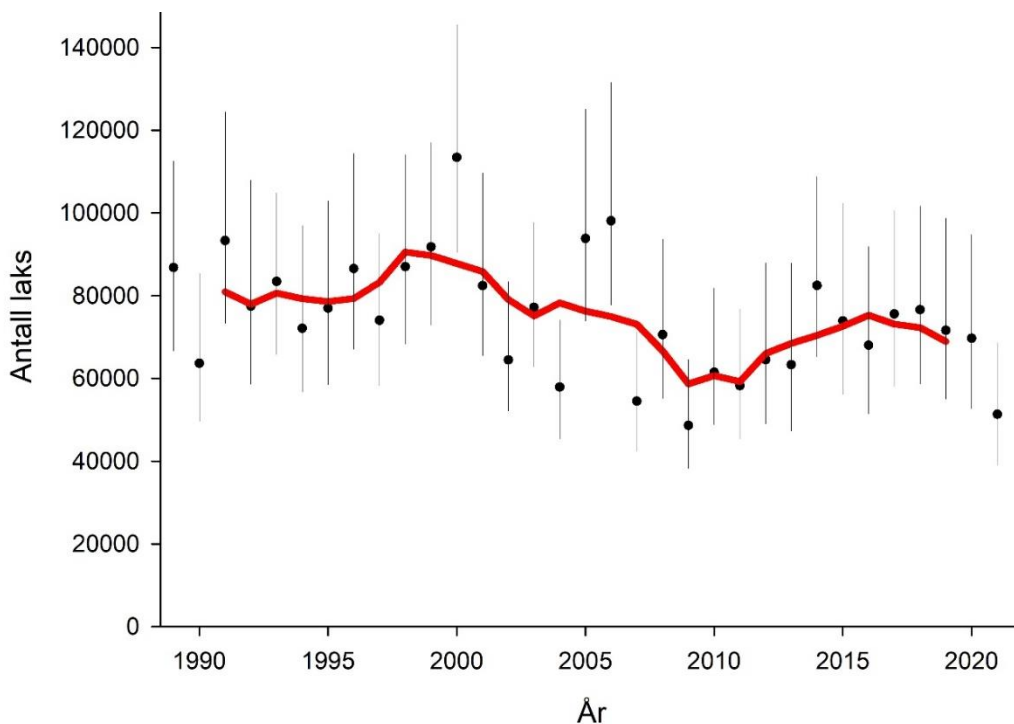
2.4.4 Nord-Norge uten Tanavassdraget

Laks fra Tanavassdraget utgjør en stor andel av laksen i Nord-Norge. Fordi laksen i Tanavassdraget har hatt en avvikende negativ utvikling sammenlignet med resten av regionen, har vi utelatt Tanavassdraget i analysene av innsiget til Nord-Norge og behandler dette vassdraget for seg.

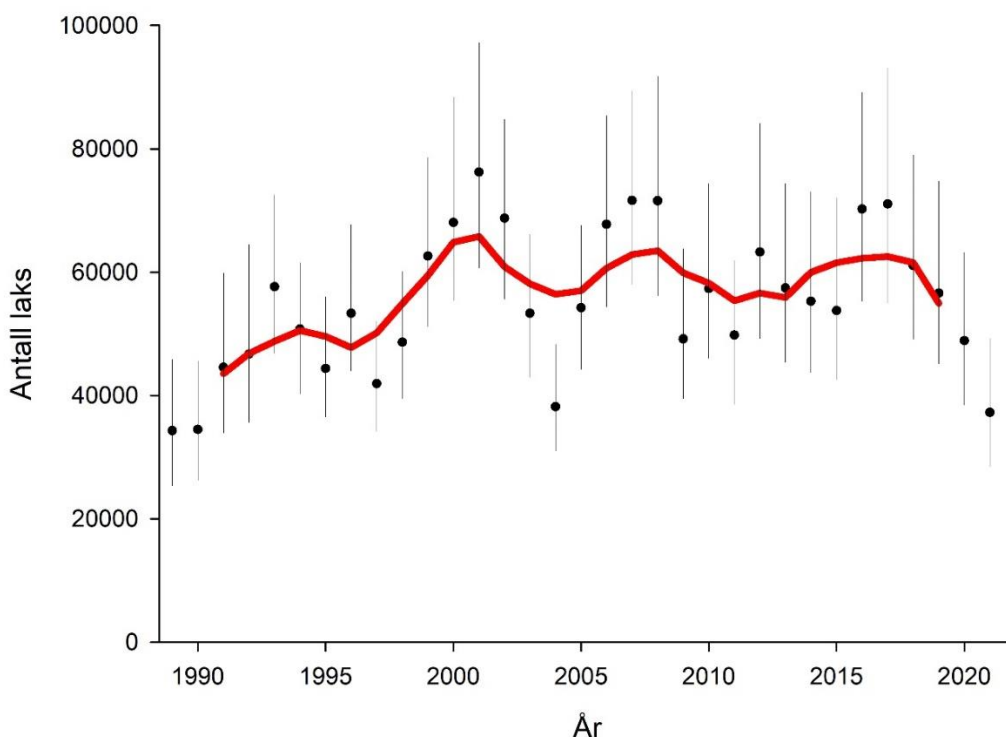
Innsiget til elvene i Nord-Norge uten Tanavassdraget ble i 2021 beregnet til ca. 89 000 laks, noe som er en nedgang på ca. 31 000 laks fra 2020 (**figur 2.22**). Det er ingen langtidstrend i totalinnsiget etter 1989, og heller ikke for smålaks (**figur 2.23**) eller mellom- og storlaks (**figur 2.23**, **tabell 2.1**). Imidlertid har det fra 2016 vært en nedgang, og totalinnsiget i 2021 var det laveste i tidsserien fra 1989. Reduksjonen sees både for smålaks og større laks. Nord-Norge er den regionen der det fortsatt er et stort sjølaksefiske, men fordi innsiget på lang sikt ikke har avtatt, har reduksjoner i både sjølaksefisket og elvefisket vært store nok til at antall gytefisk har økt betydelig fra 2004 (**figur 2.24**). I takt med de siste års reduksjoner i innsiget har antall gytefisk avtatt noe.



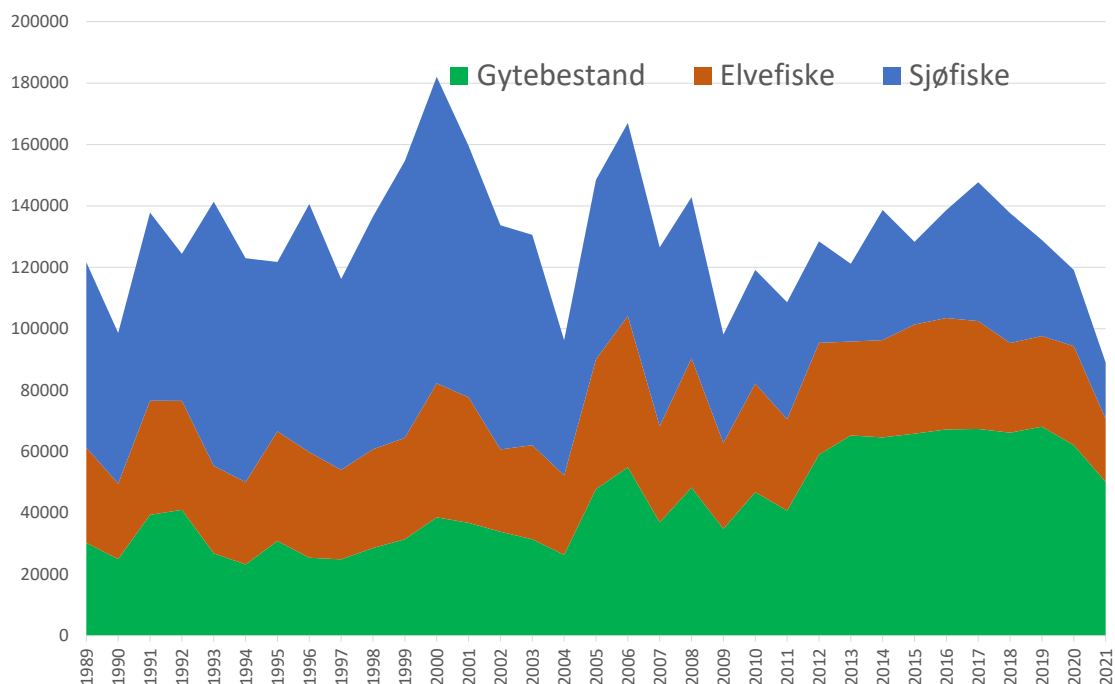
Figur 2.22. Beregnet innsig av alle størrelsesgrupper av laks til kysten av Nord-Norge (fra Vesterålen til grensa mot Russland, uten Tanavassdraget) i perioden 1989-2021. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



Figur 2.23. Beregnet innsig av smålaks (laks < 3 kg) til kysten av Nord-Norge (fra Vesterålen til grensa mot Russland, uten Tanavassdraget) i perioden 1989-2021. 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 2.24. Beregnet innsig av mellom- og storlaks (laks > 3 kg) til kysten av Nord-Norge (fra Vesterålen til grensa mot Russland, uten Tanavassdraget) i perioden 1989-2021. 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.



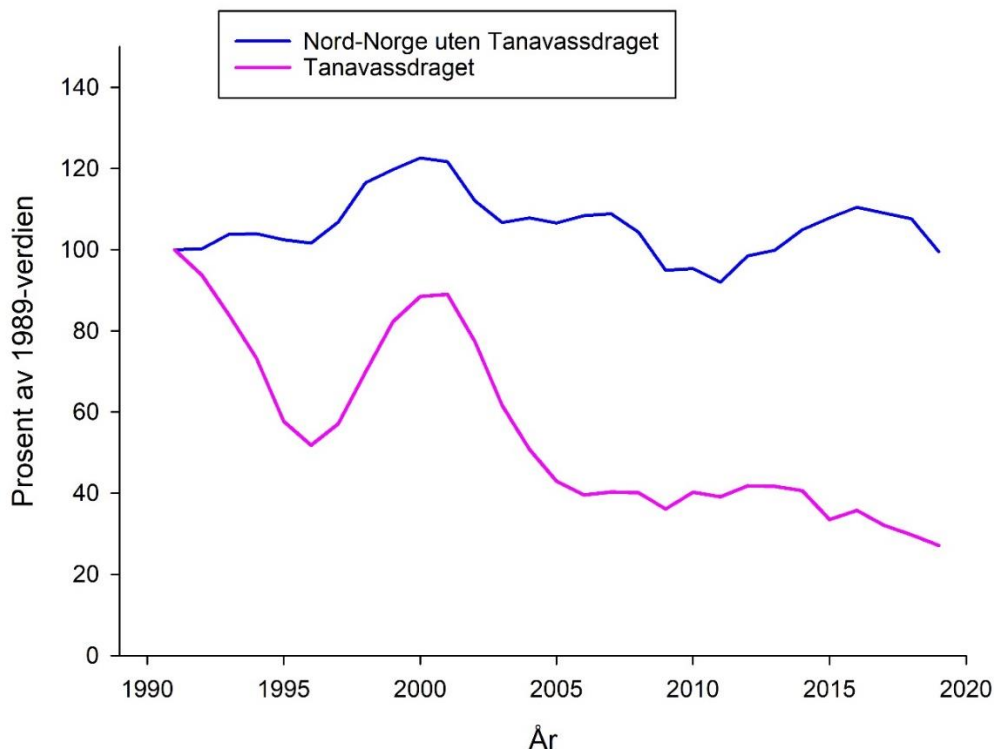
Figur 2.25. Beregnet antall laks som årlig har kommet inn til kysten av Nord-Norge (fra Vesterålen til grensa mot Russland, uten Tanavassdraget) og hvordan innsiget fordeler seg mellom sjølaksefiske, elvefiske og gytebestand (antall fisk som er igjen etter fangsten i sjøen og elvene) i perioden 1989-2021. Tallene er fra simuleringsmodellen for lakseinnsig til Norge, med bare midtverdiene av simuleringene for å bedre lesbarheten.

2.4.5 Tanavassdraget

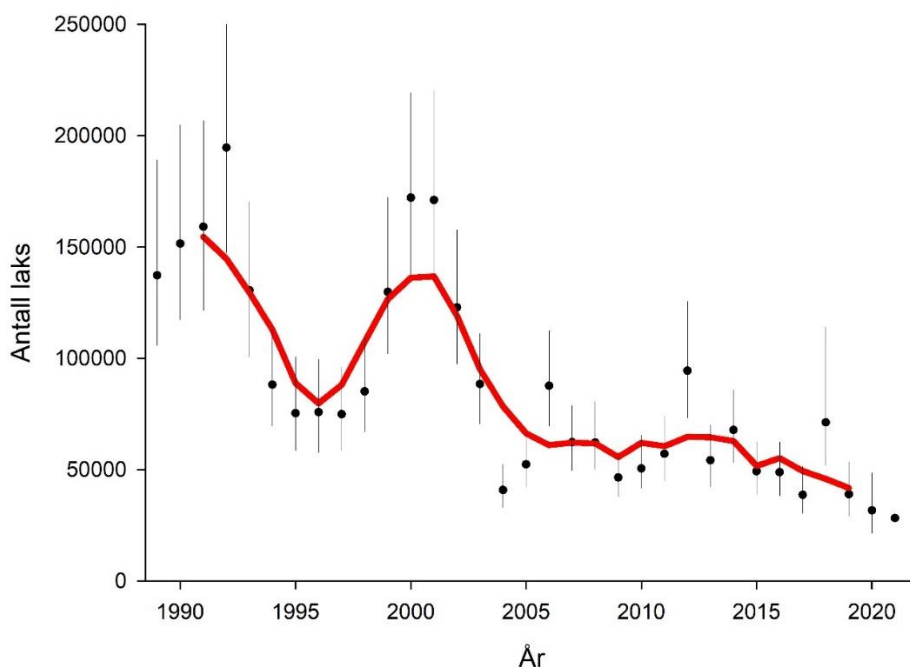
Vi har beregnet innsiget av laks til utløpet av Tanafjorden (unntatt innsiget til Langfjordelva i Tanafjorden), som i stor grad utgjør innsiget til Tanavassdraget. Dette utgjør imidlertid ikke hele innsiget til vassdraget, fordi laks som fanges langs kysten utenfor fjorden ikke er inkludert. Andelen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

Utviklingen i Tanavassdraget fra 1989 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**). Innsiget til Tanafjorden har i de senere år ligget på rundt 30 % av innsiget i 1989. 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**).

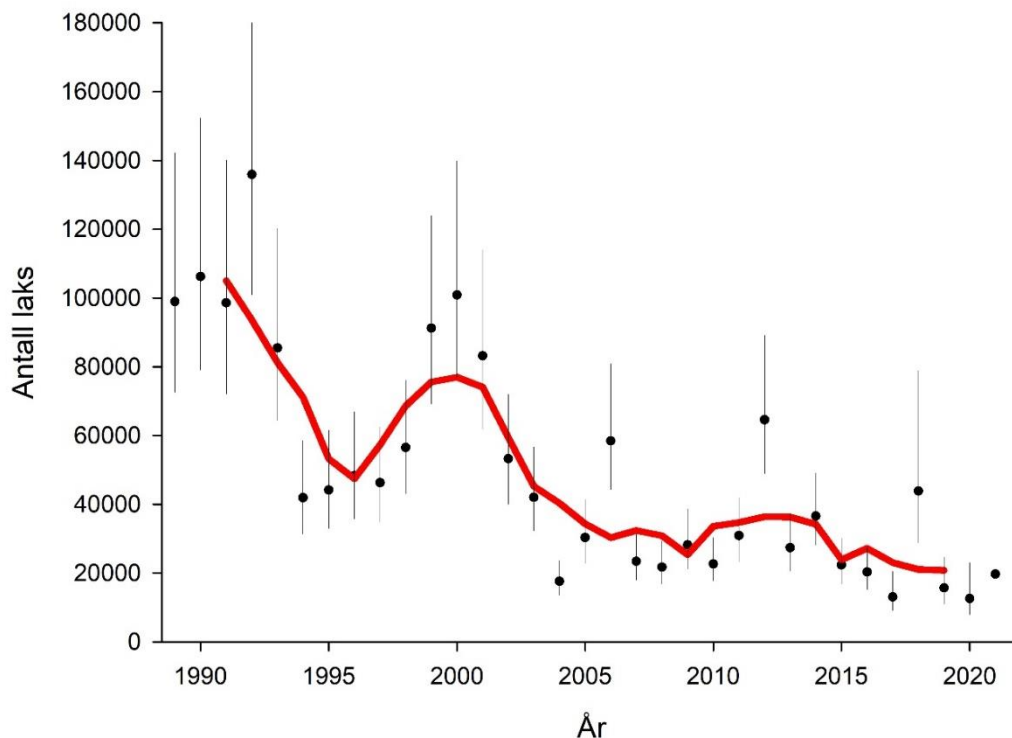
Innsiget til Tanafjorden i 2021 ble beregnet til ca. 28 000 laks, noe som er en nedgang på i overkant av 3000 laks fra det svært dårlige året 2020. Dette er det laveste innsiget i tidsserien fra 1989 (**figur 2.27**). Etter 1989 har totalinnsiget blitt redusert med 73 %. Reduksjonen for smålaks er 80 % (**figur 2.28**) og for mellom- og storlaks 58 % (**figur 2.29**). Sjølaksefisket i Tanafjorden er relativt lite og har avtatt gradvis fram til det ble stoppet i 2021 (**figur 2.30**). Antallet gytefisk har variert i takt med variasjoner i innsigets størrelse, og har etter 2002 ligget på et betydelig lavere nivå enn i tidligere år. Elvefisket ble stengt i 2021, men på grunn redusert innsig ga dette bare en liten økning i antall gytefisk fra 2020 til 2021. Redusert beskatning de siste årene før stenging av fisket førte til at en større del av innsiget ble igjen i gytebestanden.



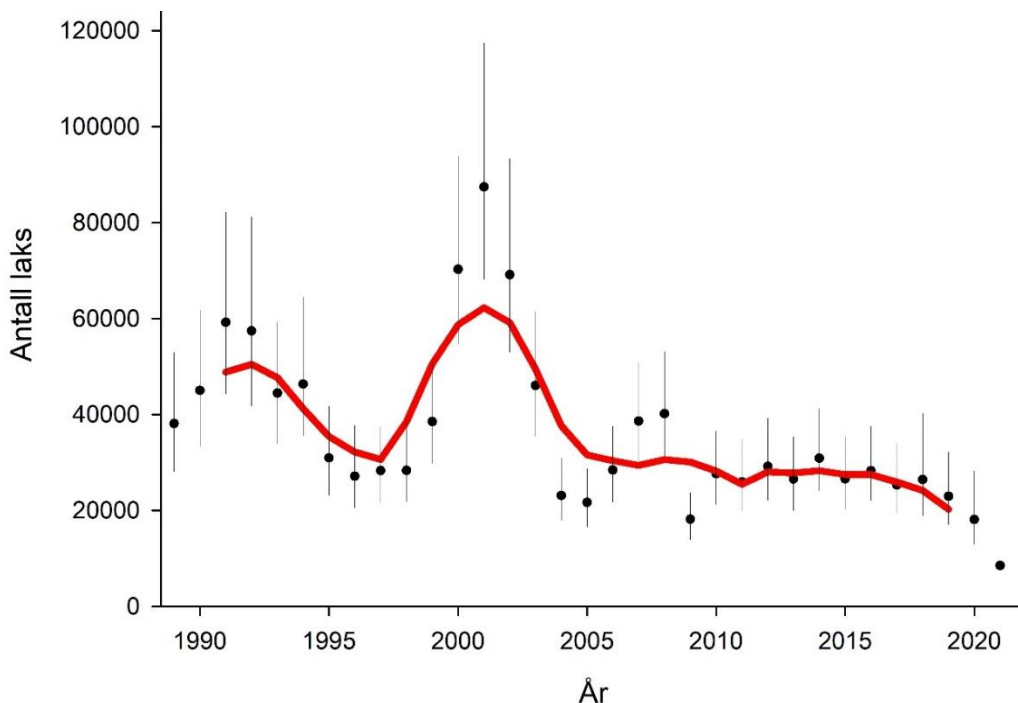
Figur 2.26. Utviklingen av lakseinnsiget fra havet til region Nord-Norge (fra Vesterålen til grensa mot Russland) uten Tanavassdraget (blå) og utviklingen i lakseinnsiget til Tanafjorden for fiske hjemmørende i Tanavassdraget (lilla) fra 1989 til 2021, gitt som prosent av 1989-verdien. Data er fra bevegelig femårs gjennomsnitt, slik at første året som har ett fullverdig gjennomsnitt er 1991 og siste året med et fullverdig gjennomsnitt er 2019. Innsiget er gitt for alle størrelsesgrupper laks samlet.



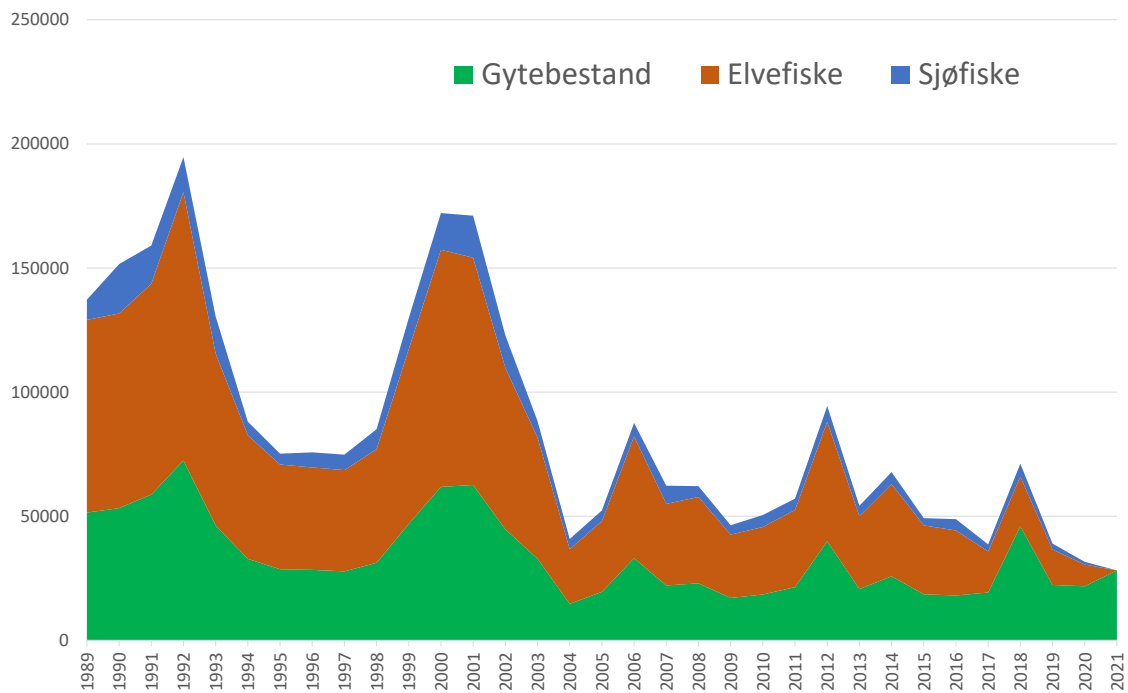
Figur 2.27. Beregnet innsig av alle størrelsesgrupper av laks til Tanafjorden hjemmørende i Tanavassdraget i perioden 1989-2021. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Verdien for 2021 er basert på sonartellingen i Polmak, og usikkerheten er anslått til 10 % av estimatet (vises ikke på figuren). Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



Figur 2.28. Beregnet innsig av smålaks (laks < 3 kg) til Tanafjorden hjemmørende i Tanavassdraget i perioden 1989-2021. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Verdien for 2021 er basert på sonartellingen i Polmak, og usikkerheten for totalantallet er anslått til 10 % av estimatet (vises ikke på figuren), men usikkerheten for smålaks kan være større på grunn av overlapp med størrelse på pukkellaks. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



Figur 2.29. Beregnet innsig av mellom- og storlaks (laks > 3 kg) til Tanafjorden hjemmørende i Tanavassdraget i perioden 1989-2021. 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 sjølaksfiske i fjorden, elvefiske og gytebestand (antall fisk som er igjen etter fangsten i Tanafjorden og i vassdraget) i perioden 1989-2021. Tallene er fra simuleringsmodellen for lakseinnslag til Norge, med bare midtverdiene av simuleringene for å bedre lesbarheten. Merk at laks fra Tanavassdraget også beskattes i sjølaksfiske utenfor fjorden, som ikke er inkludert her.

3 ALDER VED KJØNNSMODNING

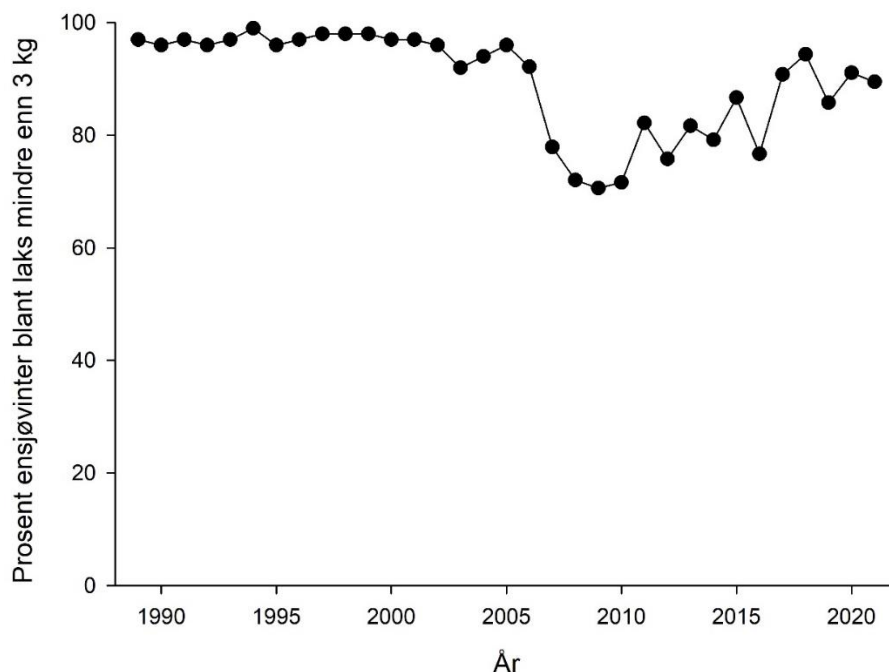
En viktig faktor som påvirker hvor mange smolt som overlever til de kommer tilbake som gytefisk, er hvor lenge laksen blir i sjøen før de kommer tilbake til elva for å gyte. Livet i havet er risikofylt, og færre overlever dersom oppholdet i havet varer lenger. Alder ved første kjønnsmodning varierer 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**). Dette sammenfaller med at veksten til laksen ble drastisk redusert rundt 2005 (**figur 3.2**). Dette var tydelig for laksen fra alle områdene i Norge bortsett fra i nord. En slik reduksjon i vekst vil mest sannsynlig føre til at en stor del av laksen må utsette tidspunkt for kjønnsmodning og tilbakevandring til elvene. Vollset mfl. (2022) publiserte nylig en analyse av sjøveksten hos laks basert på lesing av skjell fra over 50 000 laks fra 180 elver langs norskekysten. Ved å undersøke veksten i perioden fra laksen vandret ut fra elvene til første vinteren i sjøen ble en betydelig reduksjon i sjøveksten funnet for bestander fra Sør-Norge til Midt-Norge etter 2004 (altså fra smoltåret 2005). Denne vekstreduksjonen tilsvarte en gjennomsnittlig 25 % og 36 % reduksjon i vekt etter første året i sjøen for laks fra Sør-Norge og Midt-Norge. Denne vekstreduksjonen sammenfaller med (1) en reduksjon i mengden arktisk vann nord for Island som brer seg inn i Norskehavet, (2) en plutselig økning i havoverflatetemperaturen om vinteren før laksen vandrer ut, (3) en kraftig reduksjon i dyreplanktonbiomasse, (4) dårlig rekruttering hos flere marine pelagisk fiskearter og (5) vekstreduksjon hos makrell. Vekstreduksjonen hos laks sammenfaller også med at laksen over et enda større utbredelsesområde i Nord-Atlanteren utsatte kjønnsmodningen og dermed ble lengre i sjøen. Årsakene til denne plutselige reduksjonen i vekst er fremdeles usikre, men det virker klart at endringene i økosystemet skyldes endringer i hvordan havstrømmene har transportert produktivt arktisk vann inn i Norskehavet. Det er dermed kanskje positivt for veksten hos laks at denne transporten av arktisk vann synes å være på vei tilbake fra og med 2019, gitt at systemet responderer på samme måte som før vekstreduksjonen.

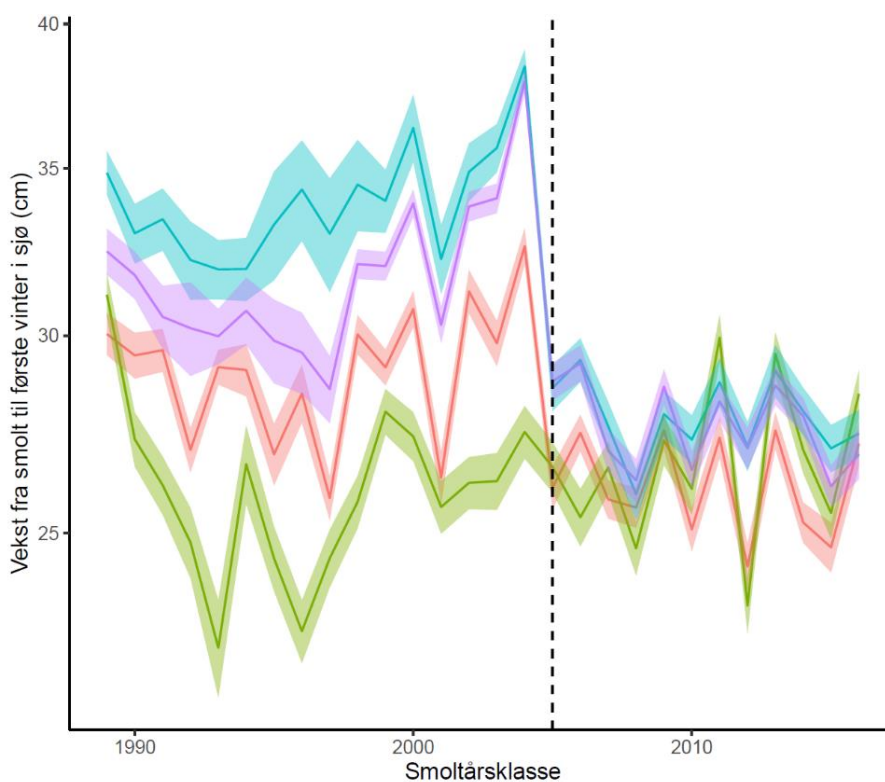
I 2017 og 2018 økte andelen énsjøvinterlaks blant laks under 3 kg igjen. I 2020 og 2021 var det om lag 90 % énsjøvinterlaks blant laks under 3 kg. Det er imidlertid forskjeller mellom regioner i hvordan denne andelen varierer over tid (**figur 3.3**). Laksen i Nord-Norge ser ikke ut til å ha hatt den samme reduksjonen som de andre regionene i andel énsjøvinterlaks blant laks mindre enn 3 kg siden 2006.

Innsiget av smålaks er mer redusert enn innsiget av mellom- og storlaks i perioden fra 1983 til 2021 (**figur 3.4**). Siden andelen énsjøvinterlaks blant smålaksen også har gått ned er trolig endringene i sjøalderssammensetning sannsynligvis større enn **figur 3.4** antyder. 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.

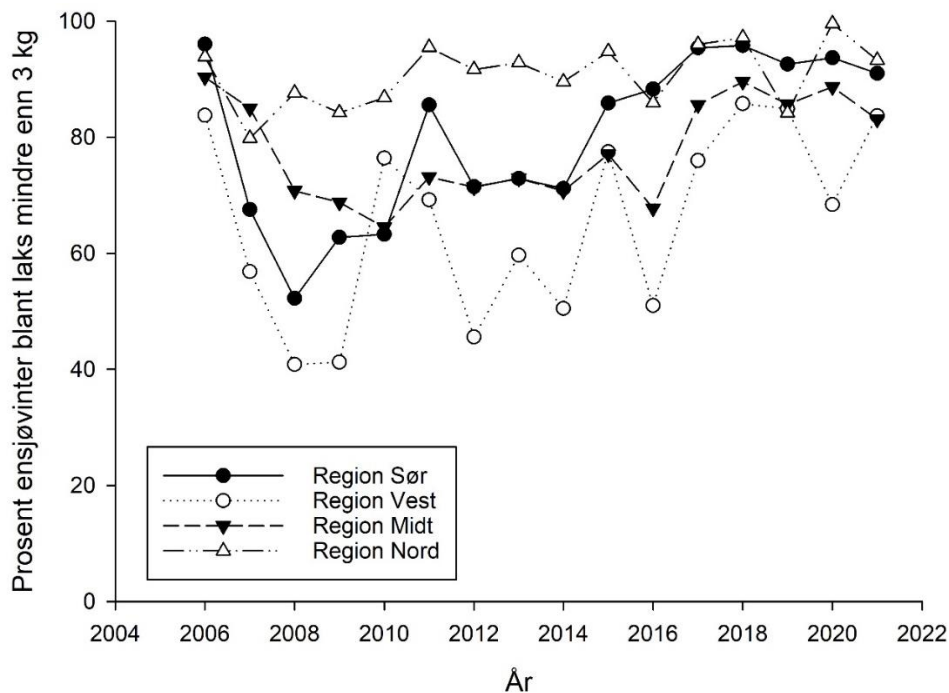
Nylig er det vist at alder ved kjønnsmodning hos laks kan påvirkes både direkte og indirekte av hvordan mennesker beskatter ulike komponenter av økosystemet. Det er tidligere vist at alder ved kjønnsmodning hos laks til en stor grad er regulert av ett enkelt gen (Barson mfl. 2015). Ved å undersøke variasjonen i dette genet over tid antyder Czorlich mfl. (2022) at tidspunktet for kjønnsmodning for Tanalaksen både ble påvirket av fisket i elva, og av fisket etter et foretrukket byttedyr i Barentshavet (lodde). Det er uklart hvordan laks i andre vassdrag og deler av landet er påvirket av slike direkte og indirekte effekter av fiske.



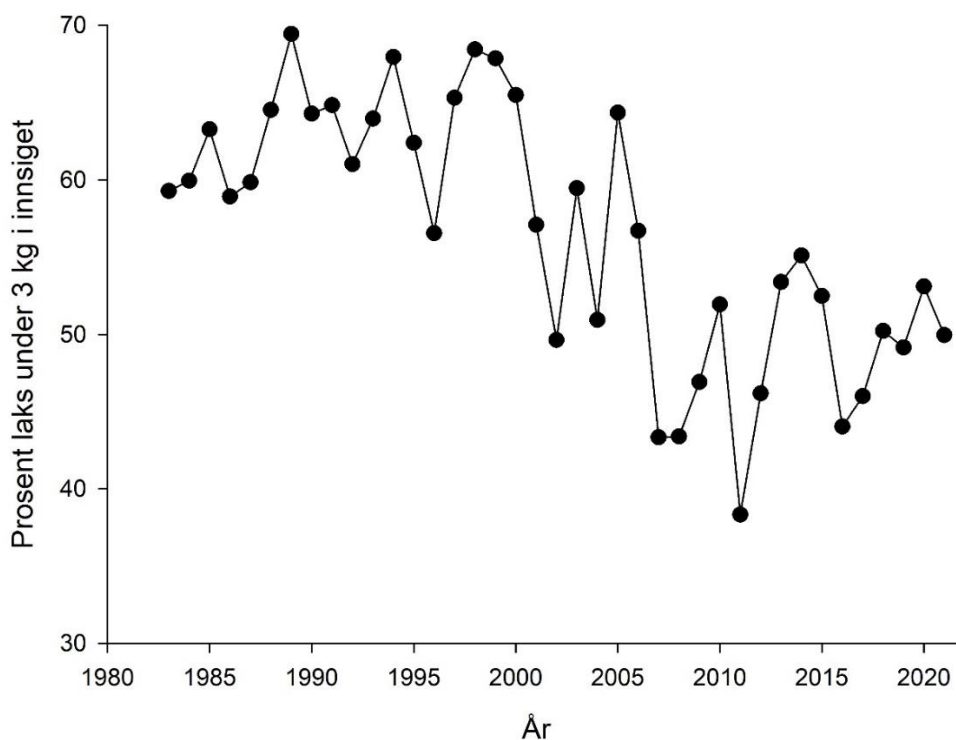
Figur 3.1. Gjennomsnittlig andel ensjøvinterlaks blant laks mindre enn 3 kg i norske elvefangster fra 1989 til 2020 basert på 406 (2003) til 5248 (2020) skjellprøver per år (gjennomsnittlig 2547 skjellprøver per år).



Figur 3.2. Tilvekst i cm fra utvandring til første vinter i sjøen hos laks basert på analyse av skjell fra 188 bestander langs kysten. Fargene tilsvarer grønn for nordlige bestander, rød for bestander i Midt-Norge, blå for bestander på Vestlandet og lilla for bestander i Sør-Norge. Dataene er hentet fra www.doi.org/10.5281/zenodo.5785711. Den stiplede linjen markerer året 2005, da en stor endring i vekst fant sted for alle bestander med unntak av bestander i Nord-Norge.



Figur 3.3. Gjennomsnittlig andel énsjøvinterlaks 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. Prosent av lakseinnsiget fra havet til norskekysten som bestod av smålaks (< 3 kg) i perioden 1983 til 2021 (beregnet fra modalverdiene fra PFA-modellen). Figuren er basert på data som er vist i **figur 2.7** og **figur 2.8**. Merk at y-aksen ikke går fra 0-100.

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.

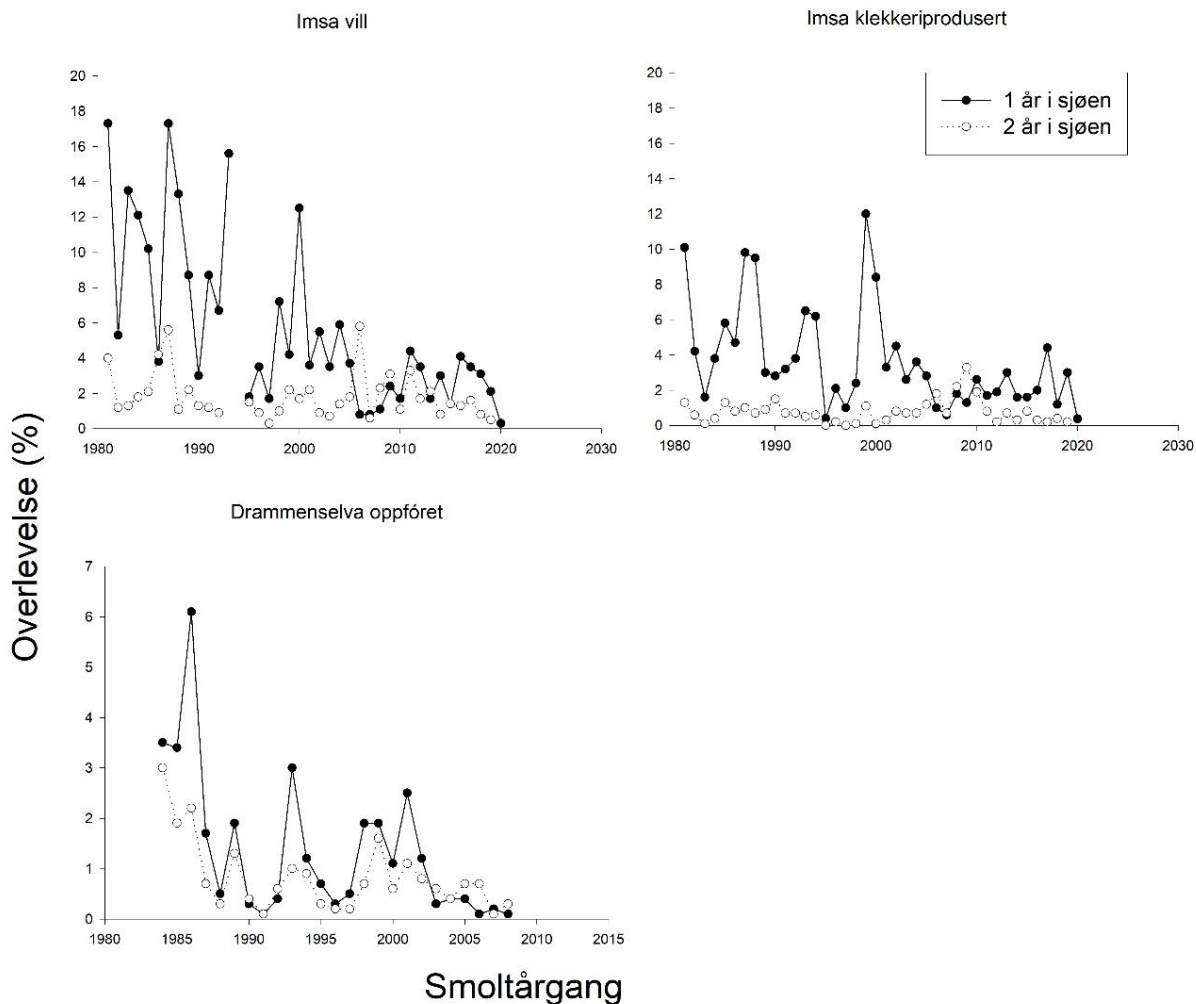
Vitenskapsrådet har anbefalt at sjøoverlevelse bør overvåkes i flere vassdrag for å dekke variasjonen langs norskekysten (VRL 2013). Fiske mfl. (2014b) anbefalte overvåking med merking av smolt og kontroll av tilbakevandrende laks i 15 vassdrag. Overvåkingen startet med PIT-merking av smolt i tre vassdrag i 2016 og ble utvidet med tre nye vassdrag i 2017. 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 til elva. I tillegg 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, 2020 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 de to elvene i Midt-Norge, men dette kan skyldes at mer av smolten kommer tilbake fra havet som to- og tresjøvinterlaks i Etneelva enn i de andre elvene (**tabell 4.1**).

De norske dataene har blitt rapportert til arbeidsgruppen for 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 2021a). Mønsteret med lavere overlevelse i de senere årene gjelder generelt for de overvåkede elvene (ICES 2021a).

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 %). Andelen som kom tilbake til Imsa som énsjøvinter fra 2020-smoltårgangen var den laveste i tidsserien, både for vill og klekkeriproduisert laks. Estimater for vill laks i Imsa for 2020-smoltårgangen er basert på PIT-merket fisk og inkluderer derfor ikke fisk fanget i sjøen eller i andre elver. For klekkeriproduisert fisk er estimatet basert på Carlin-merket fisk og dermed direkte sammenlignbart med tidligere år. Likevel var estimatet det laveste i tidsserien, noe som viser at en svært lav andel av fisken kom tilbake til Imsa som énsjøvinterlaks i 2021. 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 klekkeriprodusert smolt er lavere enn overlevelsen til vill smolt 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 klekkeriprodusert smolt fra Imsa og Drammenselva. Disse estimatene baserer seg på Carlinmerket smolt og inkluderer også fisk fanget i sjøfisket og i andre vassdrag. Estimaten for Imsa vill 2020-smoltårgangen er basert på PIT-merket fisk fordi all villfisk blir merket med PIT-merker fra og med 2020.

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 1SW	Vigda 2SW	Vigda 3SW	Sylte/ Moaelva 1SW	Sylte/ Moaelva 2SW	Sylte/ Moaelva 3SW	Etneelva 1SW	Etneelva 2SW	Etneelva 3SW	Imsa 1SW	Imsa 2SW	Imsa 3SW
2016	13,8	0,6	0	6,0	4,1	0	1,2	2,0	0,3	-	-	-
2017	3,3	0,6	0,1	4,0	1,0	0	1,5	1,1	0,3	3,7	0,1	0
2018	4,9	0,6	0	5,1	3,0	-	0,6	1,1	0,2	0,9	0,2	0
2019	10,9	0,7	-	2,3	0,8	-	2,6	1,2	-	3,0	0,1	-
2020	5,8	-	-	2,4			0,5			0,5		

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

I dette kapitlet vurderer vi utviklingen i bestandsstatus på nasjonalt og regionalt nivå fra 1983 til 2021. 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 database⁴.

Vitenskapsrådet har vurdert oppnåelse av gytebestandsmål og forvaltningsmål for en periode på 16 år (2006-2021). For de 12 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 siste 39 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 2021 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

⁴ www.vitenskapsradet.no/VurderingAvEnkeltbestander/

(tall hentet fra Thorstad mfl. 2020). Andel av gjenutsatt laks som sannsynligvis dør etter utsetting ble hentet fra en triangulærfordeling med minimumsverdi på 4 %, modalverdi på 7 % og maksimumsverdi på 15 %. Nivåene ble satt ut de undersøkelsene det er referert til ovenfor.

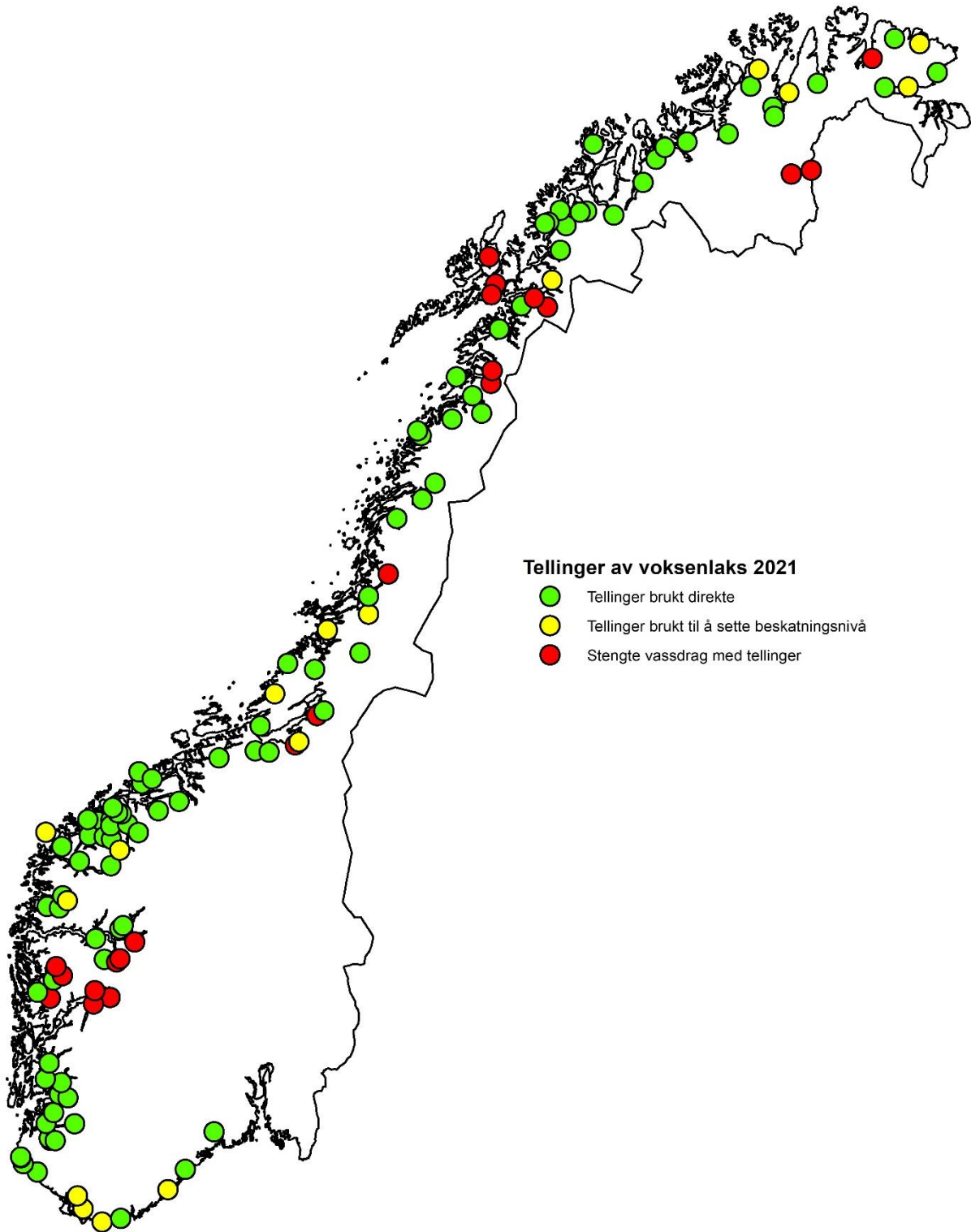
Den andre endringen i metodene som ble innført fra 2019, var at vi bruker tall fra gytefisktellinger direkte til å beregne gytebestandens størrelse og måloppnåelse. Av tekniske årsaker benyttet vi tidligere tall fra gytefisktellinger til å beregne beskatning, for deretter å bruke rapporterte fangster til å beregne måloppnåelse. Det har vært en markant økning i antall vassdrag der det gjennomføres gytefisktellinger (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 215 av vassdragene (inkludert ni delvassdrag). Måloppnåelse ble hovedsakelig vurdert på grunnlag av fangst og fangstandeler eller gytefisktellinger 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 Vefsregionen, 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 bare delvis har blitt startet, og at prøvafiske og data fra ulike tellinger ikke gir tilstrekkelig informasjon til vurderinger av måloppnåelse. Gytebestandsmålene i de vurderte bestandene utgjør 86 % av det samlede gytebestandsmålet i norske vassdrag. Våre vurderinger dekker 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 ca. 230 vassdragene med gytebestandsmål som ikke ble vurdert, drives det enten ikke fiske, fangstene er svært lave, eller fiske og/eller rapportering er sporadisk. Bestandsstatus for disse vassdragene for årene 2015-2019 er beskrevet i VRL (2021).

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, mens antallet ble redusert til 128 vassdrag i 2021 (**figur 5.1**), hovedsakelig på grunn av vanskeligere forhold for drivtellingene høsten 2021.



Figur 5.1. Kart som viser vassdrag hvor antall voksne laks i 2021 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

Laksebestander som er i god tilstand har ikke bare nok laks til å nå gytebestandsmålet, men de har et overskudd som kan høstes av ved fiske, som kalles høstbart overskudd. Det er mengden laks over gytebestandsmålet som kommer tilbake til ei elv som er det høstbare overskuddet. Det høstbare overskuddet i en bestand varierer mellom år fordi sjøoverlevelsen varierer mellom år på grunn av variasjoner i forholdene fisken opplever i havet. Når en større andel av laksen overlever gjennom oppholdet i havet, så kommer det flere laks tilbake til elvene enn i år med dårlig overlevelse. Dermed blir det høstbare overskuddet større i år med god sjøoverlevelse. Vi gjør derfor beregninger hvert år, for hver region, av hvor stort det normale høstbare overskuddet forventes å være (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2011b). I bestander der det faktiske høstbare overskuddet i et gitt år er lavere enn det som normalt var forventet, så betyr det at det sannsynligvis er menneskeskapte påvirkninger i vassdraget eller sjøen som har redusert innsiget av laks og det høstbare overskuddet.

Høstbart overskudd beregnes som 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 bruker 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 har likevel oppdatert alle resultater og figurer hvor disse beregningene inngår. Denne oppdateringen påvirker også beregningen av normalt høstbart overskudd.

Normalt høstbart overskudd er det overskuddet en bestand skal ha ut fra overlevelsesforholdene i havet. Ideelt skulle dette overskuddet beregnes ut fra estimer av sjøoverlevelse i bestander i ulike regioner som er upåvirket eller lite påvirket av menneskeskapt påvirkninger i tidlig marin fase (VRL 2011a). I mangel av slike data beregnes normalt høstbart overskudd som median høstbart overskudd i de av bestandene i hver av tre regioner (**tabell 5.2**) som sannsynligvis var fullrekrutterte (hadde nådd gytebestandsmålene). Fra 2020 endret vi kriteriene for utvalget av bestander som vi brukte til å beregne normalt høstbart overskudd fra. Tidligere brukte vi som en forenkling oppnåelse av gytebestandsmål de fem siste årene for å identifisere fullrekrutterte bestander. Fra 2020 brukte vi måloppnåelsen for de årene som mest sannsynlig var opphavet til gytefisk som kom tilbake for hvert av innsigsårene. Årene som ble brukt, varierer mellom bestander på grunn av forskjeller i smoltalder og sjøalder. Vi valgte bestander som hadde gjennomsnittlig oppnåelse av gytebestandsmål på over 90 % for de aktuelle årene. I disse gjennomsnittsberegningene ble oppnåelse av gytebestandsmål på over 100 % satt til 100 %. Valg av år ble gjort ut fra kombinasjonen av typisk smoltalder (mellom to og fire år) og sjøalder (ensjø- til tresjøvinter) i de enkelte bestandene.

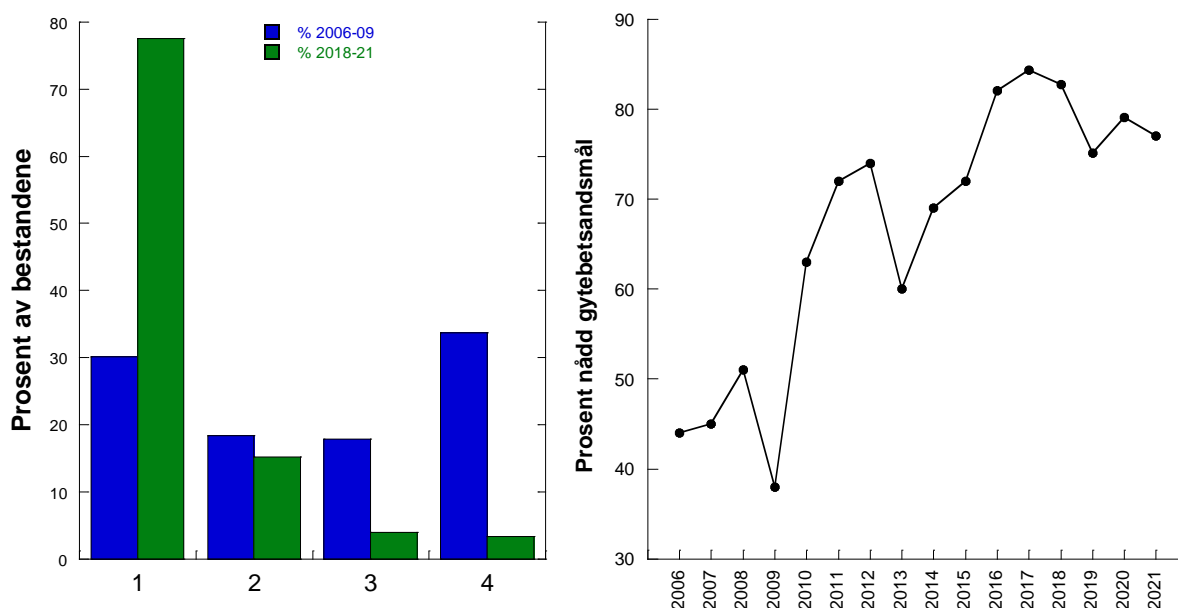
Med disse nye prosedyrene ble normalt høstbart overskudd for hver av tre regioner beregnet på nytt for alle år fra 2010 (**tabell 5.2**). Endringene var generelt små, men normalt høstbart overskudd ble noe lavere for region 2 for årene 2013-2015. Dette skyldes at noen flere bestander som hadde lavt høstbart 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 (se **figur 5.9**). Dersom for eksempel det høstbare overskuddet i en bestand i region 1 var 65 % av innsiget i 2021, så var det høstbare overskuddet 96 % av det normale (normalt høstbart overskudd for region 1 i 2020 var 68 %). Det høstbare overskuddet for denne bestanden ble dermed klassifisert som normalt for 2021. Var det høstbare overskuddet 50 % av innsiget for en bestand, så var det høstbare overskuddet 74 % av det normale, og det ble klassifisert som lavt. Til slutt ble gjennomsnittet for 2018-2021 beregnet og brukt i klassifiseringen for hver bestand.

Tabell 5.2. Normalt høstbart overskudd (gitt som % av innsiget) for årene 2010-2021 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	2021
1: Fra Østfold til Hustadvika i Møre og Romsdal	74 %	84 %	83 %	73 %	69 %	75 %	78 %	78 %	75 %	72 %	75 %	68 %
2: Fra Hustadvika til og med Målselv i Troms	72 %	66 %	67 %	42 %	48 %	54 %	61 %	70 %	72 %	65 %	67 %	49 %
3: Fra og med Reisaelva i Troms til og med Finnmark	76 %	68 %	80 %	72 %	74 %	71 %	77 %	77 %	71 %	68 %	61 %	61 %

5.2 Nasjonale trender

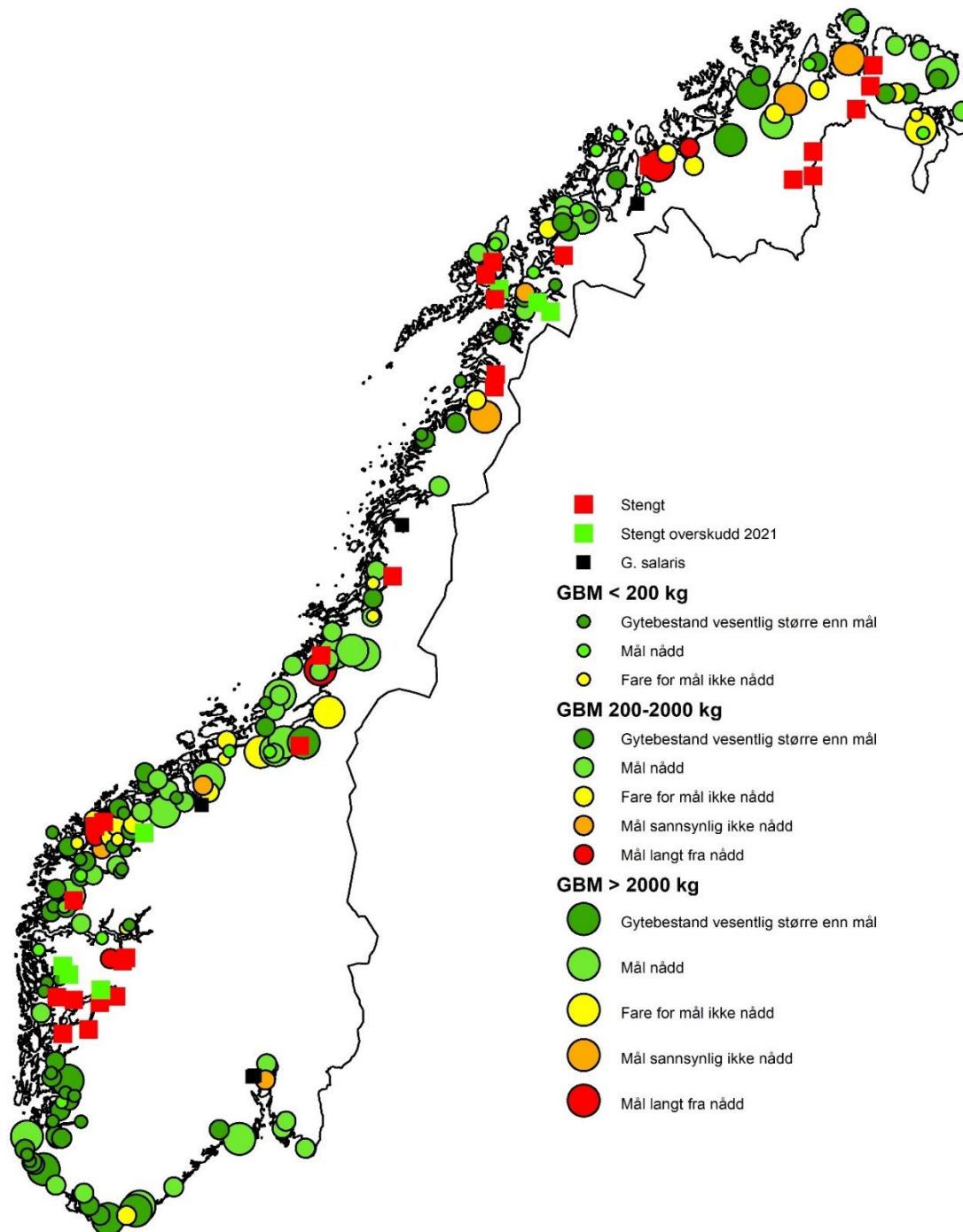
Det har vært en klar forbedring i oppnåelsen av forvaltningsmålene fra den første perioden som ble vurdert, 2006 til 2009, til perioden 2018 til 2021 (**figur 5.2**). Det har vært en markant økning i andel bestander der forvaltningsmålet var nådd og en reduksjon i andel bestander der forvaltningsmålet sannsynligvis eller sikkert ikke var nådd. Forvaltningsmålet for perioden 2018-2021 var nådd for 136 av de 175 bestandene med ordinære beskatningsvurderinger (78 %). Det var fare for at målet ikke var nådd i 27 bestander (15 %), sannsynlig at målet ikke var nådd i syv bestander (4 %), og målet var langt fra nådd i fem bestander (2,9 %). Dette var svært likt forrige periode som ble vurdert (2017-2020, VRL 2021). I tillegg var det 26 stengte vassdrag, der bare seks har hatt et stabilt høstbart overskudd i 2018-2021, og fem vassdrag som er eller har vært smittet med *G. salaris* og hvor måloppnåelse ikke har blitt vurdert (**figur 5.3**). Gjennomsnittlig oppnåelse av gytebestandsmål var 94 % for de vurderte bestandene i perioden 2018-2021 (det vil si uten Tanavassdraget, og 91 % hvis Tanavassdraget tas med), og dette var den høyeste andelen i tidsserien. Beregningen av gjennomsnittlig oppnåelse av gytebestandsmål ble gjort ved at gjennomsnittet ble veid med gytebestandsmålene og 100 % var maksimumsverdi brukt i beregningen selv for bestander med en høyere oppnåelse. Ser vi på den årlige andelen bestander som har nådd gytebestandsmålene, har det vært en jevn økning fra under halvparten av bestandene i 2006-2007 til over 80 % i årene 2016-2018, fulgt av en svak reduksjon i senere år (**figur 5.2**). Som vi skal vise nedenfor kan den generelle bedringen i høy grad tilskrives redusert beskatning, mens variasjonen mellom år er påvirket av variasjon i lakseinnsiget.



Figur 5.2. Venstre figur: Andel av de vurderte bestandene 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 2018-2021. Høyre figur: Prosentandel av vurderte bestander som hadde nådd gytebestandsmålet hvert år i perioden 2006-2021.

En viktig årsak til bedring i andelen bestander som når gytebestandsmålene er redusert beskatning i sjø- og elvefisket (**figur 5.4**). Den samlede beskatningen var ca. 80 % i årene med drivgarnsfiske, sank ned mot 60 % i de neste periodene, stabiliserte seg på i overkant av 40 % perioden 2012-2017, for deretter å synke ytterligere. Nye restriksjoner i sjølaksefiske og vanskelige fiskeforhold i mange vassdrag i 2021 gjorde at den samlede beskatningen sank fra 38 % i 2020 til 29 % i 2021. Variasjoner

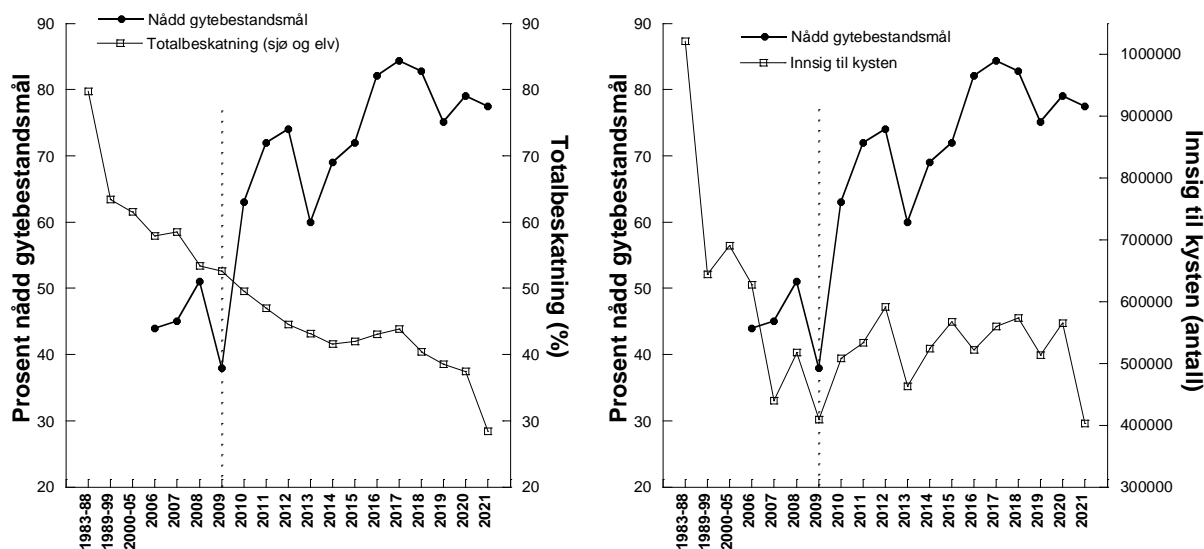
i lakseinnsiget fra havet påvirker også andel bestander som når gytebestandsmålene. Redusert innsig fra 2008 til 2009 og fra 2012 til 2013 ga redusert oppnåelse av gytebestandsmålene i 2009 og 2013. I perioden 2015 til 2020 har lakseinnsiget variert mindre, men sank markant fra 2020 til 2021. Denne reduksjonen påvirket i liten grad andelen bestander som nådde gytebestandsmålene, fordi beskatningen også ble kraftig redusert.



Figur 5.3. Vurdering av oppnåelse av forvaltningsmål for perioden 2018-2021. 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 gått 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 2021.

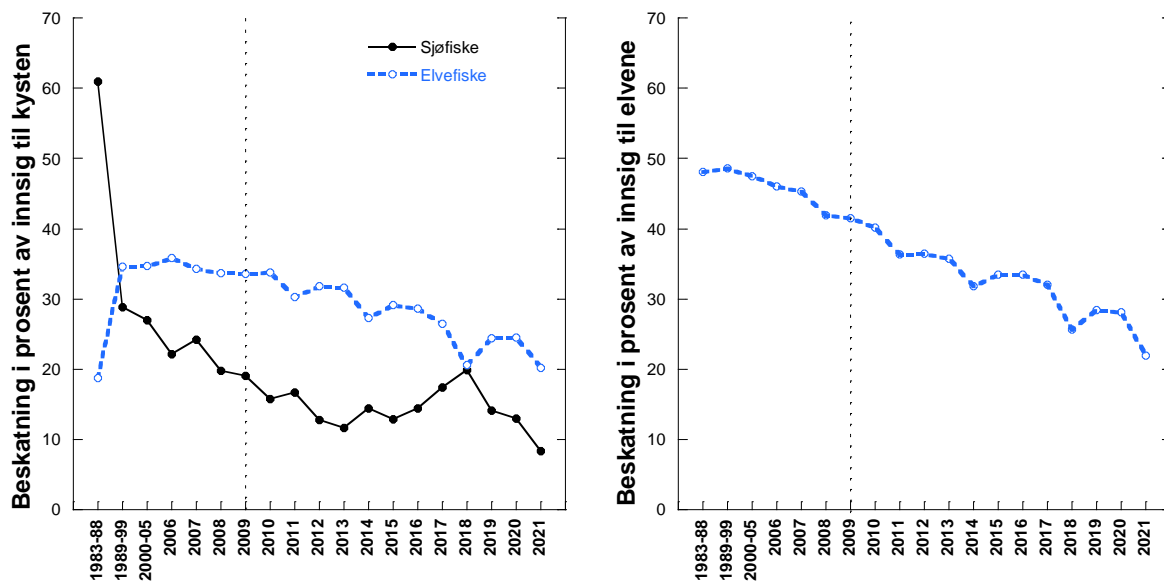
I perioden 1983-1988 ble mer enn 60 % av laksen som kom fra havet til Norge (innsiget) fisket i sjøen, mens mindre enn 20 % av innsiget ble fisket⁵ i elvene (**figur 5.5**). Etter at drivgarnsfisket ble forbudt fra 1989 sank beskatningen, og i perioden 1989-1999 ble i overkant av 30 % av innsiget fisket 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 foreløpig 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. Etter 2018 har andelen fisket i sjøen sunket og nådde etter de nye restriksjonene et minimum på 8 % i 2021. I denne perioden holdt beskatningen i elvefisket seg mellom 20 % og 24 % av innsiget til Norge, og var i 2021 på 20 %.

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 2021 (**figur 5.5**). Fram til 2005 ble i gjennomsnitt 47 % av laksen som kom til elvene avlivet. Andelen sank til 26 % i 2018 (et tørkeår), var rundt 28 % i 2019 og 2020, for så å synke til et minimum på 20 % i 2021, som også var et tørt år i Sør-Norge. 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 laksefiske etter 1982 (183 vassdrag per 2021).



Figur 5.4. Andel av de vurderte bestandene ($n = 166-201$) som nådde gytebestandsmålene i 2006-2021, 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.

⁵ 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.



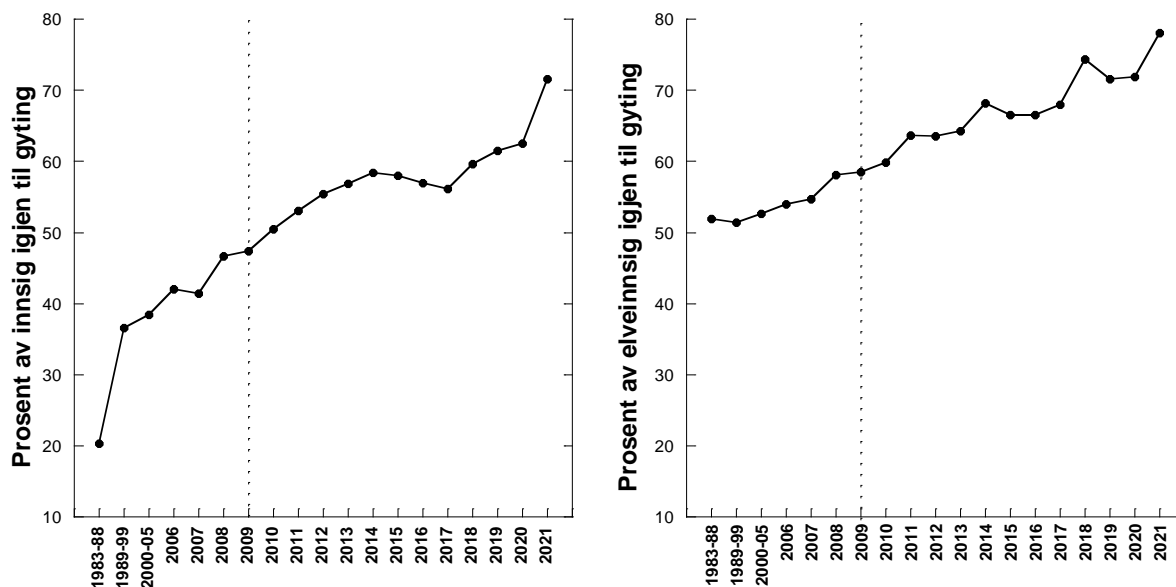
Figur 5.5. Beskatning i prosent av innsiget av laks til norskekysten fordelt på sjø- og elvefiske for periodene 1983-1988, 1989-1999, 2000-2005 (alle som gjennomsnitt) og årlig deretter (venstre figur), samt beskatning i elvefisket i prosent av innsiget til elvene (etter sjøfangsten) for de samme periodene og årene (høyre figur). Stiplet linje angir året da forvaltning etter gytebestandsmål ble innført. 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 fisket (**figur 5.6**). 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 57 %, og fra 2018 har rundt 60 % av innsiget blitt igjen som gytefisk. I 2021 økte andelen til 71 %. Tilsvarende har andelen av innsiget til elvene (etter sjølaksefisket) som var igjen til gytebestandene økt nesten lineært fra 53 % for 2005, til 72 % i 2020 og 78 % i tørkeåret 2021.

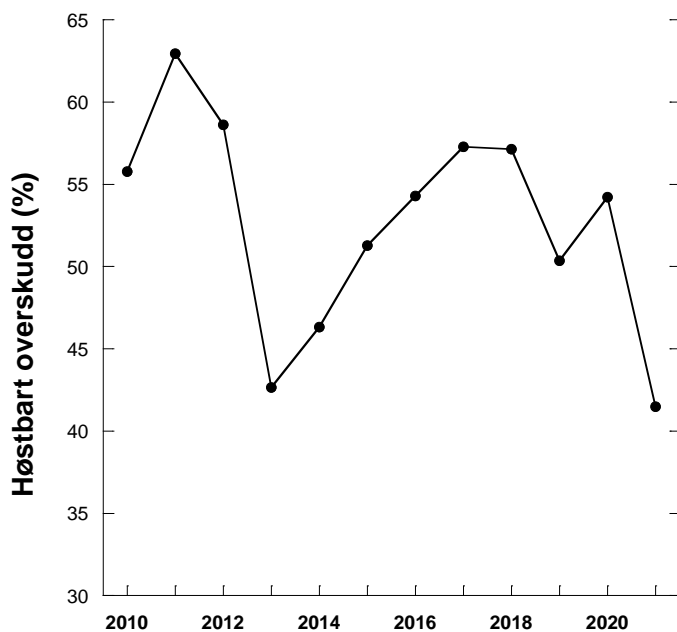
For 2010-2021 har vi også beregnet det høstbare overskuddet før fisket startet for alle de vurderte bestandene (**figur 5.7**). Dette er i utgangspunktet det overskuddet som kan fiskes både i sjø og elv uten at gytebestandene blir for små. Det høstbare overskuddet har vært over 50 % av innsiget i mange av årene, men med en bunn i 2013 og 2014, og en ny nedgang fra 2020 til 2021, med et minimum i tidsserien på 41 % i 2021. 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 er nå fire overvåkingsstasjoner i sjøen (kilenøter) som skal bedre forvaltningen av laks ved å fange opp slike raske endringer. Det lave overskuddet i 2021 skyldes fortsatt lavt overskudd i Vest-Norge, redusert overskudd i Sør-Norge og Midt-Norge, og en spesielt sterk reduksjon i høstbart overskudd i Nord-Norge i de to siste årene (se kapittel 5.3). Reduksjonen i høstbart overskudd medførte ikke redusert oppnåelse av gytebestandsmålene i 2021, fordi beskatningen ble redusert tilsvarende fra 2020 til 2021.

Overbeskatning defineres som grad av reduksjon i gytebestand under gytebestandsmålet som skyldes beskatning, og uttrykkes i prosent av gytebestandsmålet (VRL 2011a). På grunn av

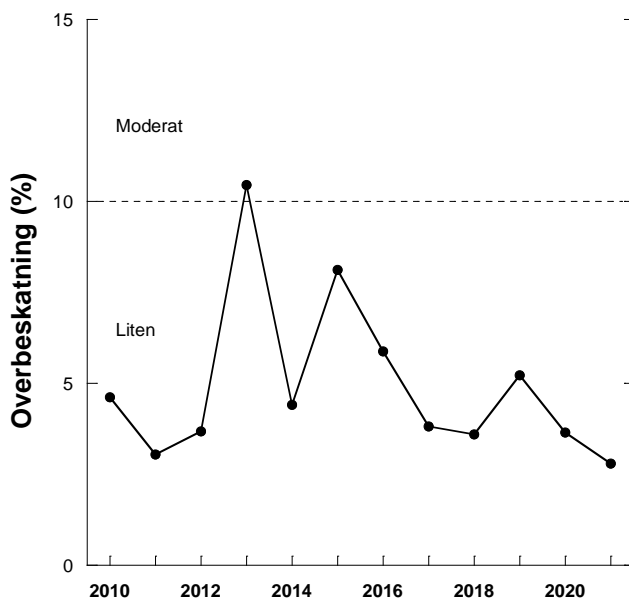
sterkt redusert beskatning var gjennomsnittlig overbeskatning liten i nesten alle år fra 2010 til 2021 (figur 5.8) og har generelt sunket til et minimum i 2021 på i underkant av 3 %. Bare i 2013, da innsiget og det høstbare overskuddet sank markant i deler av landet, var overbeskatningen rett over grensen for moderat høy overbeskatning (10 % av gytebestandsmålet). I 2021 var det moderat overbeskatning i 8,3 % av de vurderte bestandene, mens 1,5 % av bestandene hadde høy overbeskatning (over 30 %). Det var færre bestander med slik overbeskatning i 2021 enn i 2020.



Figur 5.6. 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. Prosent er beregnet basert på antall laks.



Figur 5.7. Gjennomsnittlig høstbart overskudd i prosent av innsiget for alle vurderte bestander i 2010-2021. Gjennomsnittet er veid med gytebestandsmålene, slik at store bestander teller mer enn små. Tanavassdraget som har et annet forvaltningsystem, er ikke inkludert.

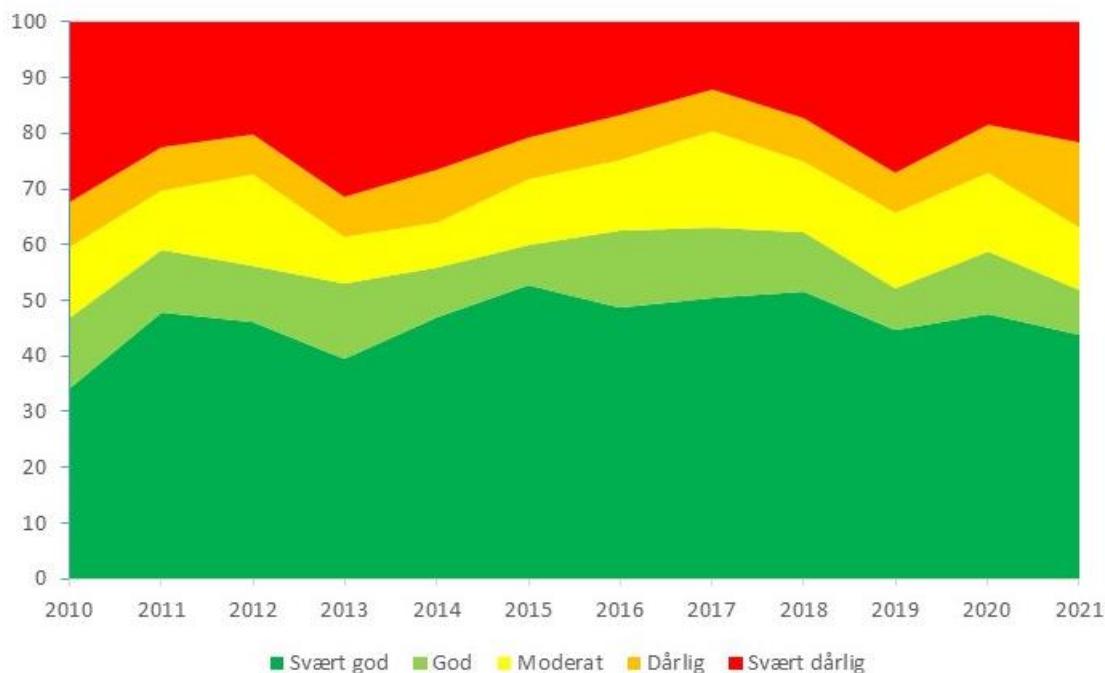


Figur 5.8. Gjennomsnittlig overbeskatning (% av gytebestandsmålet) for alle vurderte bestander i 2010-2021. Gjennomsnittet er veid med gytebestandsmålene, slik at store bestander teller mer enn små. Stiplet linje angir grensen mellom liten og moderat overbeskatning, slik det er klassifisert i kvalitetsnormens 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 basert på prinsippet om at bestandsstatus bare kan klassifiseres som god når gytebestandsmålet er nådd etter en normal høsting av bestanden (figur 5.9). Det høstbare overskuddet i en bestand sammenlignes med det som er beregnet til å være normalt høstbart overskudd for bestandene i regionen (se kapittel 5.1.4 og tabell 5.2). Normalt høstbart overskudd er det overskuddet en bestand skal ha ut fra overlevelsesforholdene i havet, og bestanden kan høstes på dette nivået uten at det går utover oppnåelsen av gytebestandsmålet.

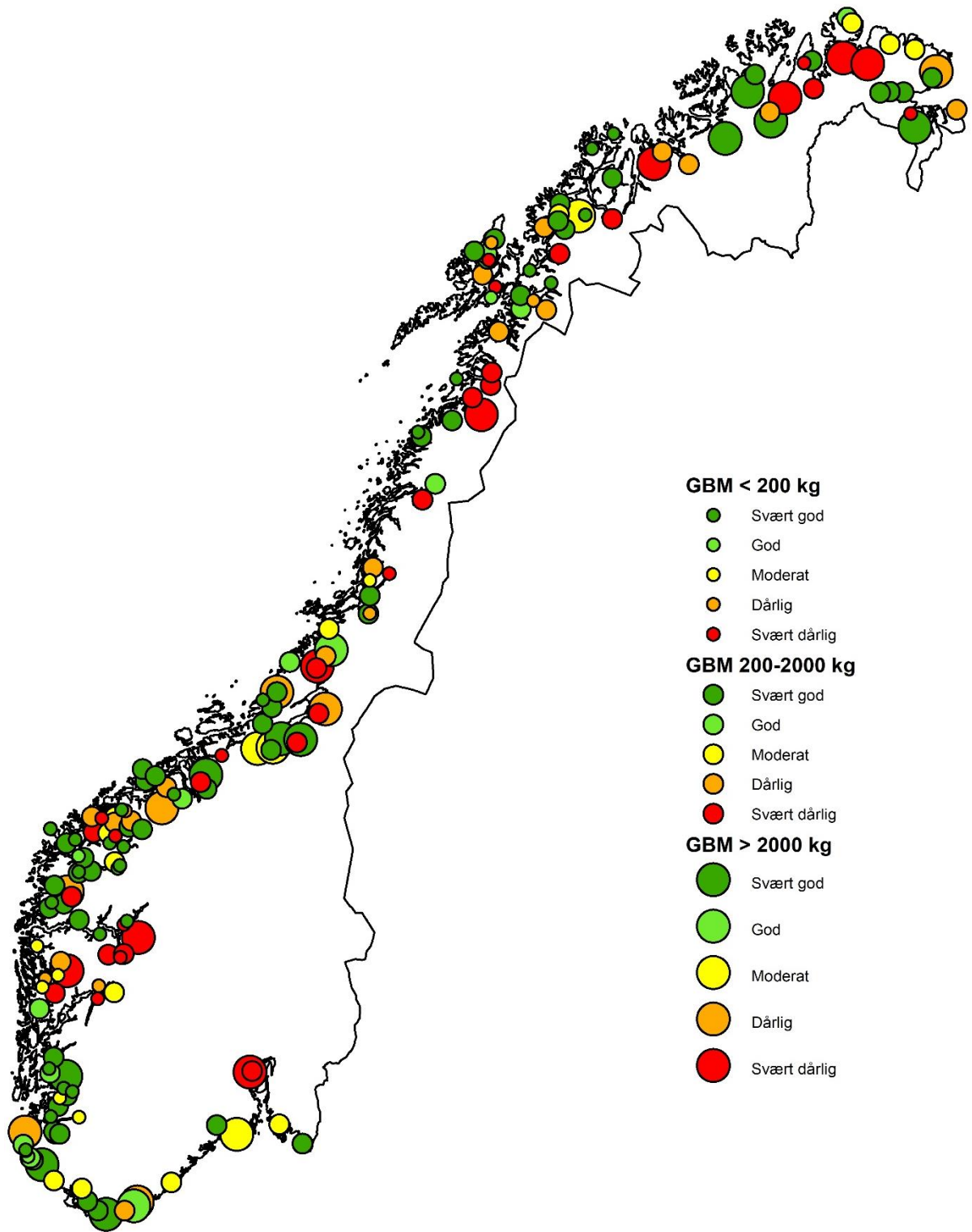
Høstingsnivå i % av normalt		Oppnåelse av gytebestandsmål i %				
		Svært dårlig	Dårlig	Moderat	God	Svært god
		< 50	50-69	70-79	80-90	> 90
Normalt	> 90					
Redusert	80-89					
Lavt	60-79					
Svært lavt	< 60					

Figur 5.9. 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 5.10. Andel bestander i de fem klassene for bestandsstatus fra svært god til svært dårlig for alle vurderte bestander i Norge for årene 2010 til 2021. 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 5.9). 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, økt noe fra 2010 til 2016-2018, og avtok deretter noe fram til 2021 (figur 5.10). 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 2021 (52 %). 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). I 2020 og 2021 var andelen bestander i svært dårlig status rundt 20 %. Tilstanden i hver av de klassifiserte bestandene er vist i figur 5.11.



Figur 5.11. 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 2021. 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 5.12**), noe som i høy grad kan knyttes til redusert beskatning i alle regioner (**figur 5.13**). Beskatningen har alle år vært høyest i Nord-Norge, mens Sør-Norge og Midt-Norge har hatt lavere beskatning, som har avtatt parallelt. Nord-Norge er den eneste regionen der det fortsatt er et relativt stort sjølaksefiske langs kysten. Beskatningen flatet ut på rundt 40 % i Sør-Norge, men ble ytterligere noe redusert i Midt-Norge etter 2017. De nye begrensingene i sjølaksefisket fra 2021 ga markant redusert beskatning i Sør-Norge, men hadde mindre effekt i Midt-Norge og Nord-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 5.14**), 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. Fra 2020 til 2021 var det et ytterligere fall i beskatningen i Vest-Norge, men dette kan ikke knyttes til redusert sjølaksefiske, fordi dette fisket allerede var stengt. Til dels svært dårlige fiskeforhold i flere elver og ytterligere innstramminger i fisket i noen elver er årsaken til at den samlede beskatningen av innsiget i denne regionen nådde et nytt minimum på 13 % i 2021.

I tillegg til redusert beskatning har det vært markante endringer i lakseinnsiget 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 5.12**) og en økning i høstbart overskudd (**figur 5.15**). 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 5.14**). 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 enn i Sør-Norge, med en ny reduksjon i høstbart overskudd i 2014, og en mindre topp i 2016. 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 og 2021 økte det høstbare overskuddet igjen, men var fortsatt blant de laveste i tidsserien.

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 5.15**), og færre bestander nådde gytebestandsmålene i 2013 (**figur 5.12**). 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 nådde gytebestandsmålene nærmet seg 80 % igjen, mens overskuddet sank igjen i 2021.

I Nord-Norge (unntatt Tanavassdraget) har det høstbare overskuddet vært mer stabilt enn i de andre regionene, og var på over 60 % i hele perioden fram til 2020, da overskuddet etter noen år med gradvis reduksjon kom under 60 % og nådde et minimum på 44 % i 2021. Rundt 80 % av bestandene i Nord-Norge hadde nådd gytebestandsmålene i 2016-2018, men andelen har siden sunket noe.

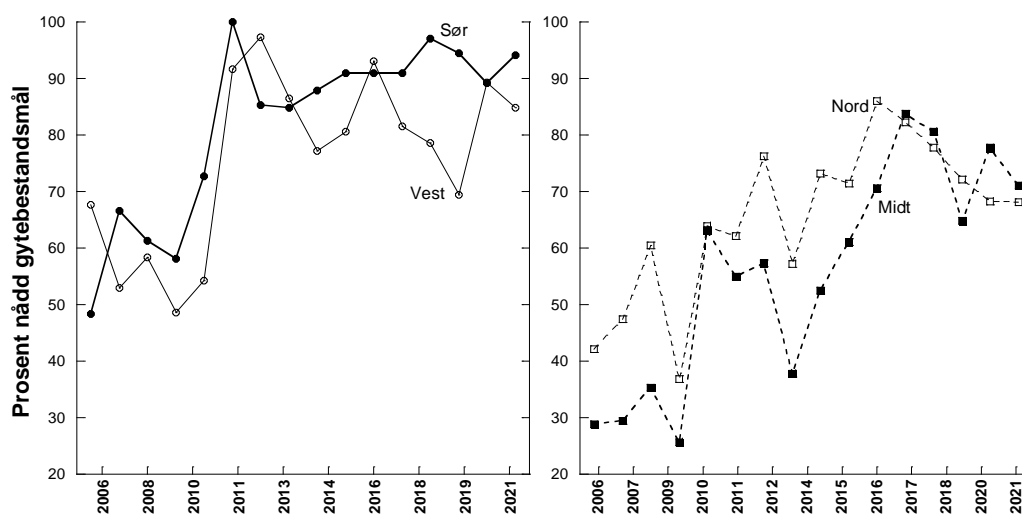
I 2021 sank innsiget av laks til Norge til det laveste innsiget i tidsserien (en tidsserie som startet i 1983, kapittel 2), og dette medførte redusert høstbart overskudd i alle regioner (**figur 5.15**). Reduksjonen i høstbart overskudd fra 2020 til 2021 var størst i Midt-Norge (nesten 30 %), fulgt av Sør- og Nord-Norge (rundt 20 %) og minst i Vest-Norge. Fordi beskatningen også sank – mest i Sør-Norge og Vest-Norge, fulgt av Midt-Norge og minst i Nord-Norge (**figur 5.13**) – var endringene i oppnåelse av gytebestandsmålene små (**figur 5.12**).

Andel av innsiget fanget i sjøen og elvene har utviklet seg svært forskjellig i de fire regionene (**figur 5.14**). I Sør-Norge var den totale beskatningen i sjøen og elver 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 (et tørkeår med dårlig fiske i elvene) har fisket i elvene i alle år etter perioden 1983 til 1988 tatt ut en større andel av innsiget enn sjølaksefisket. Etter at sjølaksefisket ble stengt langs kysten fra 2021 ble beskatningen i sjøen på laks i Sør-Norge nesten borte.

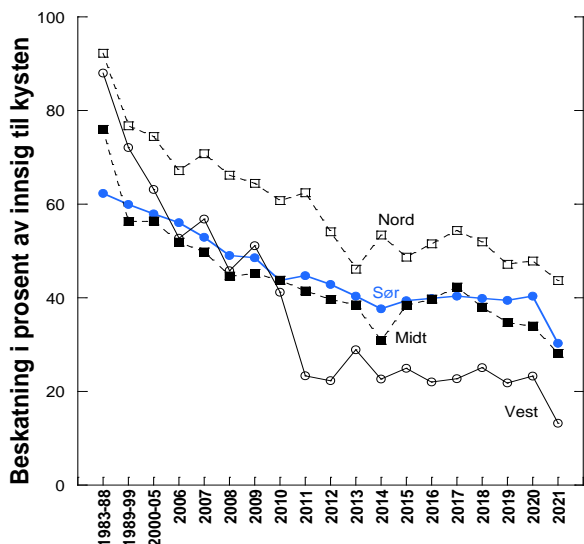
I Vest-Norge var beskatningen svært høy på starten av 1980-tallet, dominert av sjølaksefisket. Det var bare Nord-Norge som hadde høyere beskatning (**figur 5.14**). Andelen av innsiget som ble fanget i elvene i Vest-Norge økte ettersom beskatningen i sjølaksefisket avtok. Sjølaksefisket ble i hovedsak stengt i Vest-Norge fra 2010. De gjenværende fangstene var dominert av fangster fra de relativt få elvene som har vært åpnet for fiske. I 2021 falt beskatningen i elvefisket betraktelig på grunn av vanskelige fiskeforhold og strengere fiskeregler i noen vassdrag.

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 fanget 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 fanget i elvene. Fra 2014 har andelen tatt i sjøen økt noe igjen, og fisket i elvene og sjøen var omtrent like stort i 2018 (et tørkeår). I 2019 til 2021 var det igjen elvefisket som tok ut den største andelen av innsiget.

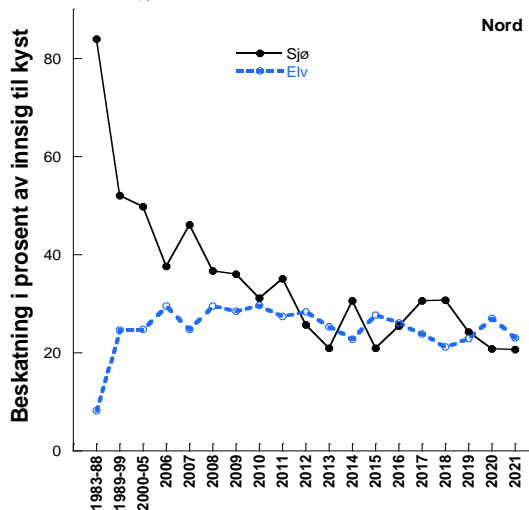
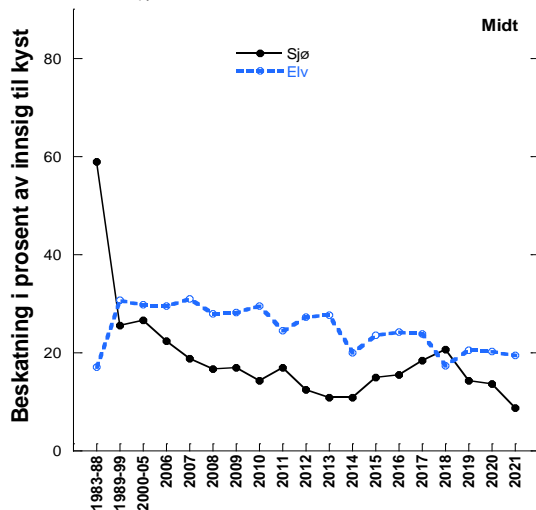
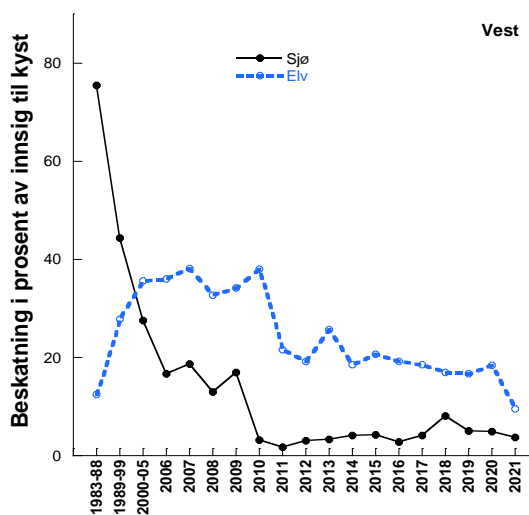
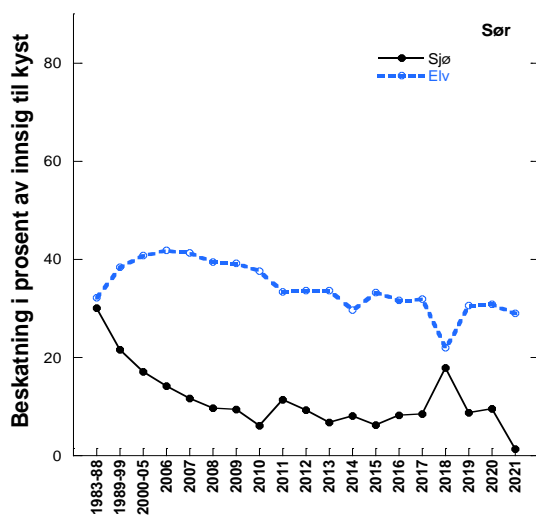
I Nord-Norge har beskatningen vært størst av alle regionene i alle år, og andelen fanget i sjøen var svært høy på starten av 1980-tallet. Andelen av innsiget fanget i sjøen ble redusert og andelen fanget i elvene økte etter at drivgarnfisket ble stoppet. Omtrent like store deler av innsiget er fanget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



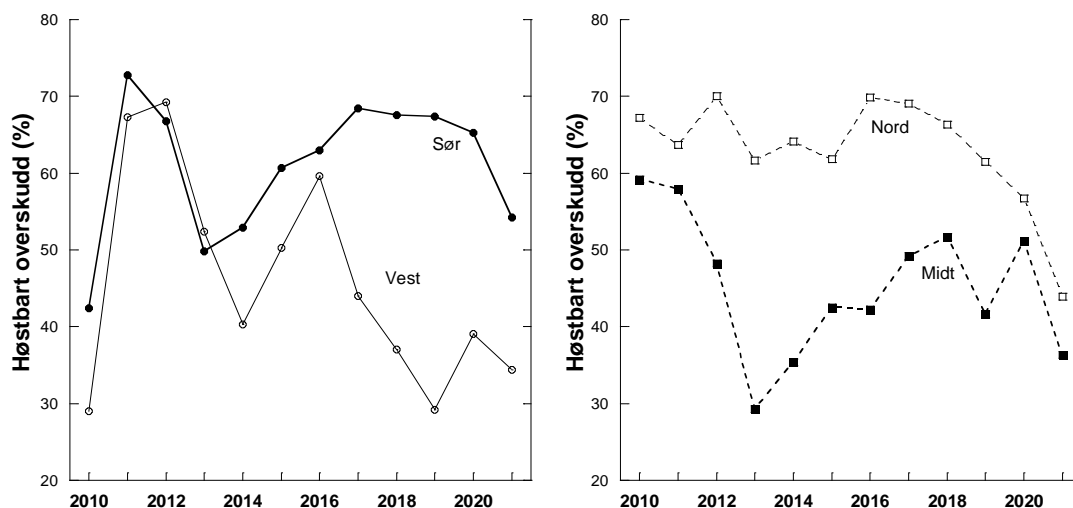
Figur 5.12. Andel av de vurderte bestandene som nådde gytebestandsmålene i Sør-Norge og Vest-Norge (venstre figur), samt Midt-Norge og Nord-Norge (høyre figur) for årene 2006 til 2021.



Figur 5.13. Beskatning i sjø- og elvefiskeet 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 lakseinnsiget fra havet.



Figur 5.14. 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.



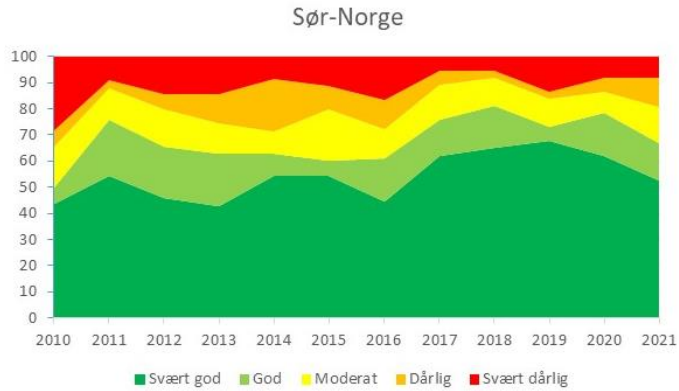
Figur 5.15. Gjennomsnittlig høstbart overskudd i prosent av innsiget for alle vurderte bestander i Sør-Norge og Vest-Norge (venstre figur), samt Midt-Norge og Nord-Norge (høyre figur) for årene 2010 til 2021. Gjennomsnittet er veid med gytebestandsmålene, slik at store bestander teller mer enn små.

Klassifisering av status for bestandene viser forskjellig utvikling i de fire regionene i 2010-2021 (**figur 5.16**). 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)

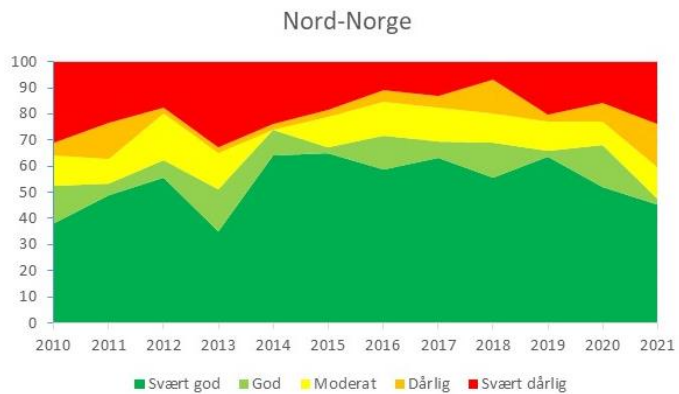
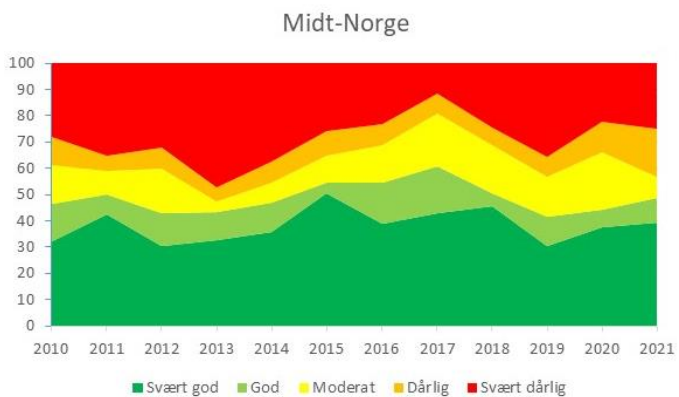
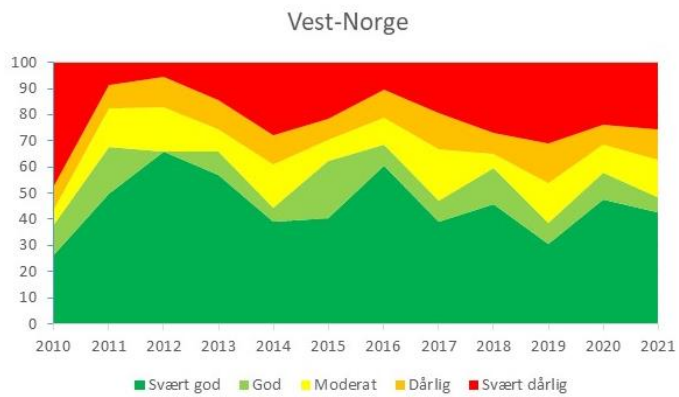
I Vest-Norge og Midt-Norge har det skjedd store endringer i bestandsstatus i perioden 2010 til 2019 (**figur 5.16**). I Vest-Norge økte andelen bestander med svært god og god status fra 38 % i 2010 til henholdsvis 68 % og 66 % i 2011 og 2012. Denne bedringen var del av det samme storskala mønstret som 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 størrelser laks. I 2019 var bestandsstatusen den dårligste i tidsserien, med 31 % av bestandene med svært dårlig status og bare 38 % hadde god eller svært god status. Statusen bedret seg igjen i 2020 og 2021 med rundt halvparten av bestandene i god eller svært god status, men fortsatt med en relativ høy andel i svært dårlig status.

Midt-Norge har fra 2011 gjennomgående hatt den dårligste bestandsstatusen av de fire regionene (**figur 5.16**). 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 et markant redusert innsig til mange av elvene i Sunnmøre. Statusen bedret seg noe igjen i 2020 og 2021.

I Nord-Norge har variasjonen i status vært mindre enn i de andre regionene (**figur 5.16**). Andelen bestander med god eller svært god status økte fram til 2014, holdt seg ganske stabilt i flere år, men avtok fra 2020 til 2021. Andelen bestander med svært dårlig status avtok til et minimum på ca. 6 % i 2018 for deretter å øke til 24 % i 2021. Endringene i de senere årene kan knyttes til redusert høstbart overskudd, fra 61 % i 2019 til 44 % i 2021 (**figur 5.15**), samtidig som Nord-Norge er den regionen der beskatningen har blitt minst redusert (**figur 5.13**). Dette er den eneste regionen der det fortsatt foregår et stort sjøfiske etter laks langs kysten.



Figur 5.16. 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 2021. Se figur 5.9 for mer om klassene.



6 RØMT OPPDRETTLAKS

6.1 Forekomst av rømt oppdrettlaks

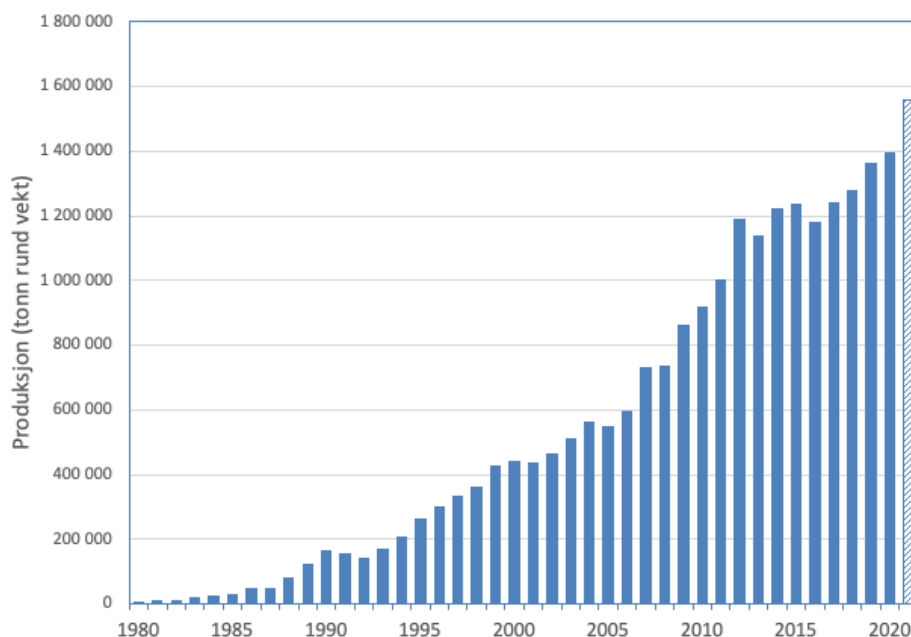
Produksjonen av oppdrettlaks øker stadig, og i 2021 ble det produsert ca. 1 558 000 tonn oppdrettlaks i Norge (**figur 6.1**). Til sammenligning ble det fanget ca. 387 tonn laks i sjø- og elvefisket (inkludert gjenutsatt fisk). Produksjonen av oppdrettlaks var 4489 ganger større enn fangsten av laks i sjø- og elvefisket målt i tonn. Utsett av smolt i merdene i 2021 (388 millioner smolt) var litt høyere enn i 2020 (366 millioner). Ifølge Fiskeridirektoratet ble det rapportert at ca. 61 000 laks rømte i 2021. Dette er noe høyere enn i 2020, men en nedgang i forhold til 2019 og 2018, da det ble rapportert at ca. 290 000 og 159 000 laks rømte (**figur 6.2**). I gjennomsnitt de siste ti årene ble 139 000 laks rapportert rømt per år.

Innslaget av rømt oppdrettlaks 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. 2022). Undersøkelsene er basert på identifisering av rømt oppdrettlaks ut fra utseende og skjellanalyser (Lund mfl. 1989, Lund & Hansen 1991). Innslaget av rømt oppdrettlaks 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 ulike metoder 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 oppdrettlaks baseres på ytre kjennetegn og atferd, noe som kan medføre at tidlig rømt oppdrettlaks blir feilklassifisert som villaks (Svenning mfl. 2016, Anon. 2016). Andelen rømt oppdrettlaks kan dermed bli undervurdert. Tester utført under overvåkingen av rømt oppdrettlaks 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 oppdrettlaksen ofte vandre opp i elvene senere enn villaksen, noe som vil bidra til lavere innslag av rømt oppdrettlaks 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.

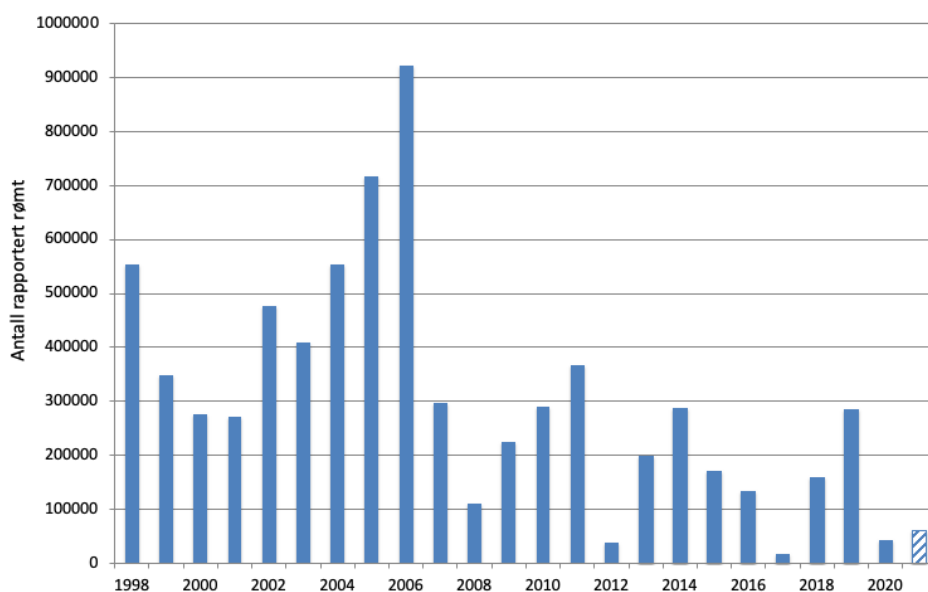
Innslaget av rømt oppdrettlaks i sportsfisket har vært varierende, men synkende de siste 10 årene, med andeler beregnet til mellom 1,5 % og 5 % (uveid gjennomsnitt, **figur 6.3**). I 2021 var innslaget rømt oppdrettlaks i sportsfiskefangstene i gjennomsnitt 1,4 % (13 658 fisk fra 124 vassdrag undersøkt, Wennevik mfl. 2022). Dette er på samme nivå som i 2020 (1,6 %), og er de laveste tallene i tidsserien.

Innslaget av rømt oppdrettlaks i prøver fra elvene om høsten har også vært synkende over tid og var 4,0 % i 2021, noe som er blant de laveste tallene i tidsserien (uveid gjennomsnitt basert på prøvefiske og stamfiske, Wennevik mfl. 2022, **figur 6.3**). I de siste ti årene har andelen variert mellom 3,4 % og 18 %. I drivtelling om høsten varierte andelen rømt oppdrettlaks fra 7,2 % i 2014 til 2,6 % i 2018.

Innslaget av rømt oppdrettlaks varierte betydelig mellom vassdrag (**figur 6.4**). I rapporten fra det nasjonale overvåkningsprogrammet for rømt laks ble det foretatt en klassifisering av 178 vassdrag i 2021 (Wennevik mfl. 2022). Av disse hadde 140 vassdrag lavt innslag av rømt oppdrettlaks (< 4 %), 24 hadde innslag mellom 4 og 10 %, og i 14 vassdrag ble innslaget vurdert som høyt (> 10 %).



Figur 6.1. Produksjon av oppdrettslaks i Norge i perioden 1980-2021 (tonn). Tallene for 2021 (stiplet stolpe) er foreløpige⁶.

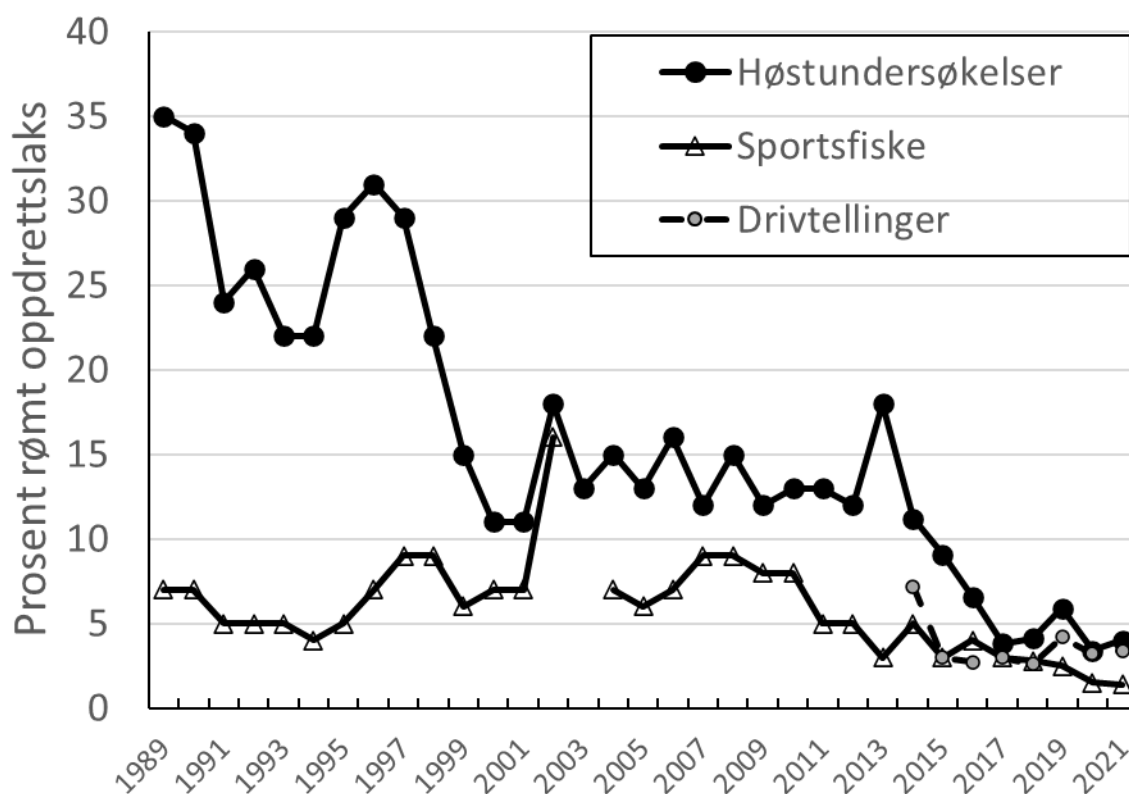


Figur 6.2. Rapportert antall rømt laks fra norske oppdrettsanlegg i perioden 1998-2021. Oppdaterte tall per mai 2022⁵.

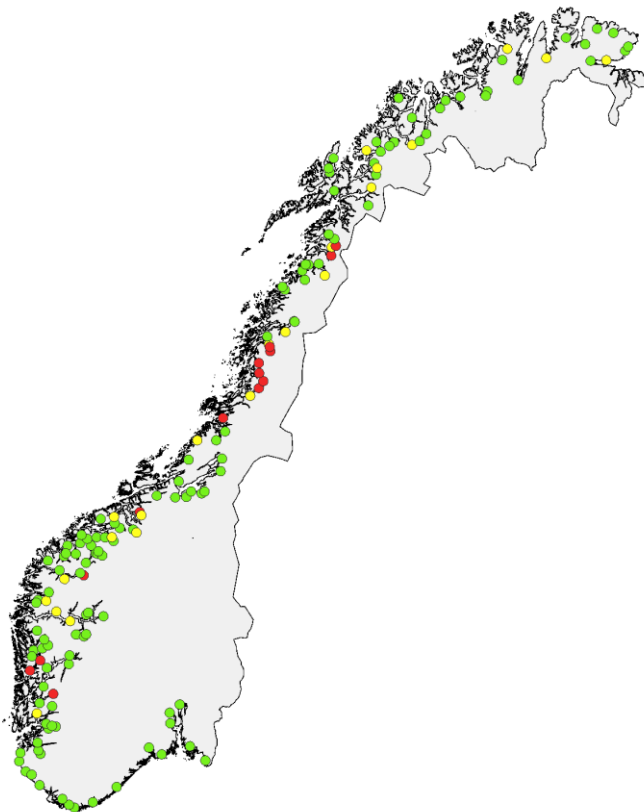
Antall laks som rømte fra oppdrettsanlegg i perioden 2005-2011 ble beregnet av Taranger mfl. (2014), og senere publisert av Skilbrei mfl. (2015), med utgangspunkt i kunnskap fra merkestudier av overlevelsen til smolt og voksen laks som rømmer, estimater for fangst av rømt laks i sjø og elv i perioden og ulike anslag for fangsten i sjøen. Resultatene viste at det er svært sannsynlig at

⁶ www.fiskeridir.no

rømmingen har vært langt høyere enn det som har blitt rapportert, og at smoltrømminger 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 blitt publisert tilsvarende undersøkelser for perioden etter 2011, men Norsk standard for flytende akvakulturanlegg (NS 9415) har blitt oppdatert etter denne perioden, noe som trolig har ført til en nedgang i urapportert rømming. Dette gjelder spesielt urapportert smoltrømming som kan være vanskelig å oppdage dersom feil maskevidde fører til drypprømming (Harboe og Skulestad. 2013). Det er likevel stor 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 for gyting om høsten i perioden 1989-2021, og resultater for drivtelling i perioden 2014-2021. 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 2014-2021 kommer fra det nasjonale overvåkningsprogrammet (Anon. 2015b, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020b, Wennevik mfl. 2021, Wennevik mfl. 2022). 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 2021, slik det ble vurdert av overvåkningsprogrammet for rømt oppdrettslaks (Wennevik mfl. 2022). Innslaget er kategorisert som lavt i 140 bestander (< 4 % rømt oppdrettslaks, grønt), middels i 24 bestander (4-10 % rømt oppdrettslaks, gult), og høyt i 14 bestander (> 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 undersøkelser 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 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 trolig reduserer produksjonen av laks i elvene, og at den samlede effekten over generasjoner kan ha store negative konsekvenser.

Flere undersøkelser 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 mer omfattende nedstrøms vandringer hos villaksunger. Robertsen mfl. (2019) fant at tilstedeværelse av krysninger mellom rømt oppdrettslaks og villaks førte til lavere overlevelse hos deres ville halvøsken under semi-naturlige forhold, noe 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 (Glover mfl. 2013, 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 vitenskapsrådet (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. I enkelte mindre vassdrag som ikke er statusvurdert av vitenskapsrådet, er det dokumentert stor variasjon i nivå av innkryssing, og på det meste over 90 % oppdrettsbakgrunn hos laks samlet inn fra elvene. Det tyder på at mindre vassdrag kan fungere som et formeringssted for rømt oppdrettslaks (Pulg mfl. 2020), hvorfra deres avkom kan spre seg til andre nærliggende laksevassdrag.

Dokumentasjon av effekter på ville bestander er stadig mer omfattende. Bolstad mfl. (2017) viste hvordan genetisk påvirkning fra rømt oppdrettslaks på villaks i en rekke bestander har ført til endringer i livshistoriekarakterer hos villaks med innslag av rømt oppdrettslaks i slekten. De fant endringer i alder og størrelse ved kjønnsmodning hos individer med stor andel genetisk bakgrunn fra oppdrettslaks. Videre viste Bolstad mfl. (2021) at stor andel oppdrettsbakgrunn fører til raskere vekst ikke bare i sjøen, men også i elva, og lavere alder både ved smoltutvandring og ved kjønnsmodning. Det er imidlertid stor variasjon mellom bestandene i forhold til effekten av innkryssing fra rømt oppdrettslaks. Økt størrelse hos smolt og voksen fisk er også dokumentert hos villaks fra Etneelva med innslag av rømt laks i slekten, men da hanner og hunner ble undersøkt hver for seg var det kun hannene som viste endring i alder ved disse livsstadier (Besnier mfl. 2022). Villaksen med oppdrettslaks i slekten vandret også senere opp i Etneelva enn villaksen (Besnier mfl. 2022). 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, og resulterte i at graden av genetisk innkryssing var høyere blant den yngste ungfisken (+0) enn blant eldre ungfisk (2+) i Altaelva (Wacker mfl. 2021). Tilsvarende resultat er funnet hos 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.

En omfattende undersøkelse basert på data fra overvåking av rømt laks i elv i perioden 2006 og 2018 (Diserud mfl. 2019a, Glover mfl. 2019) og rapport for genetisk status (Diserud mfl. 2020), har nylig undersøkt hvilke faktorer som best forklarer tilstedeværelse av rømt laks i elv og grad av innkryssing. Studien viser at det er en sammenheng mellom oppdrettsintensitet i nærområdet og forekomst av rømt oppdrettslaks i elvene både når det gjelder i andel og antall (Diserud mfl. 2022). I tillegg viser undersøkelsen at vassdrag med høy vannføring og tallrike

laksebestander tiltrekker seg rømt oppdrettslaks, men andel rømt laks vil likevel være lavere i vassdrag med sterke, tallrike bestander (Diserud mfl. 2022). Mengde oppdrettslaks i elven har størst effekt på graden av innkryssing av oppdrettslaks hos villaks, samtidig som fysiske hindringer i elv kan redusere innkryssing (Diserud mfl. 2022). Resultatene samsvarer med tidligere evalueringer av nasjonale laksefjorder og laksevassdrag (Fiske mfl. 2013, Hindar mfl. 2018), hvor det ble konkludert med at nasjonale laksevassdrag og laksefjorder kan bidra til å redusere forekomsten av rømt oppdrettslaks i tilhørende vassdrag ved at avstanden til oppdrettsanlegg blir større (Hindar mfl. 2018). En positiv sammenheng mellom antall rømt laks og både oppdrettsintensitet i nærområdet og vannføring i elvene har også tidligere blitt vist i en undersøkelse basert på 14 år med data fra 54 elver på Vestlandet (Mahlum mfl. 2021). 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, mens det motsatte ble observert i vassdrag plassert i indre del (Mahlum mfl. 2021). Undersøkelsen viste også en dårlig sammenheng mellom mengde rømt laks rapportert til Fiskeridirektoratet og mengde rømt laks observert i elvene (Mahlum mfl. 2021).

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 trolig 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 RANGERING AV TRUSSELFAKTORER MOT NORSK LAKS

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

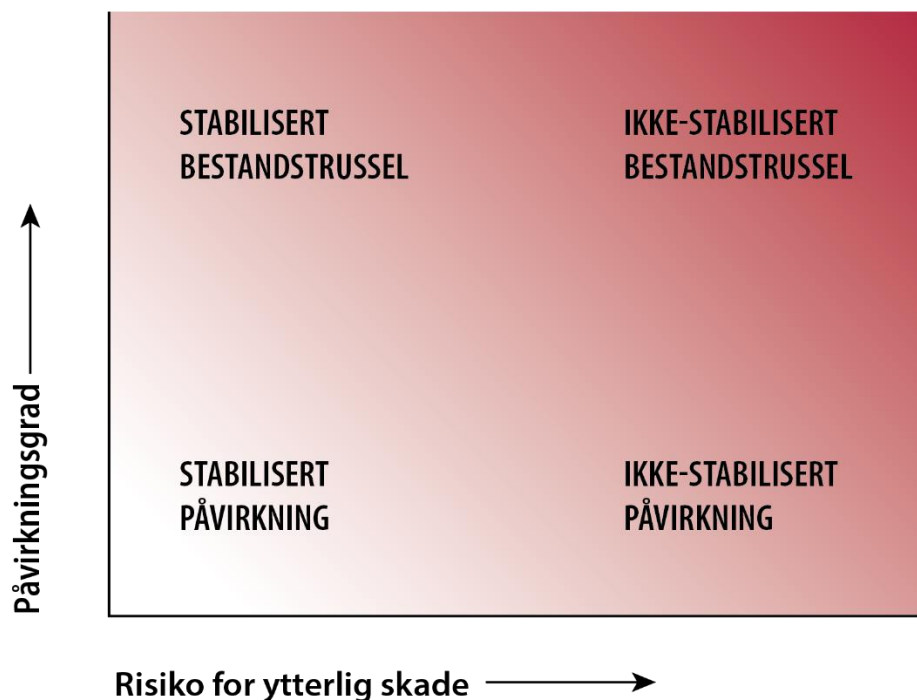
Vitenskapsrådet har vurdert og rangert trussel- og påvirkningsfaktorene for norsk laks årlig siden 2010. Trusselvurderingene har også blitt publisert i en internasjonal vitenskapelig journal (Forseth mfl. 2017). En oppdatering av vurderingene er gjort her.

7.1 Metoder

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 7.1, 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 7.1**). 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 7.1**):

- **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 truslene ikke tvinges inn i én av kategoriene.



Figur 7.2. Vitenskapsrådets todimensjonale system for vurdering av påvirkningsfaktorer og bestandstrusler for norske laks. Diagrammet er fargelagt etter alvorlighetsgrad (mørk farge mest alvorlig).

For å klargjøre sikkerheten i vurderingen av de ulike truslene har vi endret metoden for vurdering av sikkerhet. Tidligere har sikkerhet blitt vurdert på en skala fra 1-3 for kunnskapsnivå om effekt- og usikkerhet om framtidig utvikling, kombinert til en samlet vurdering. Vi har nå valgt å følge retningslinjene til FN's klimapanel⁷ (Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC), hvor kvalitativ vurdering av usikkerhet blir definert som “confidence” basert på hvor godt *dokumentert* effekten er, og hvor *samstemt* dokumentasjonen og ekspertene er i vurderingen. “Confidence” kan oversettes til “tiltro” på norsk, men har en litt annen betydning i norsk dagligtale, og vi har derfor valgt å bruke ordet “sikkerhetsvurdering”, altså hvor sikre vi er på om trusselfaktorene er riktig rangert. Fordelen med denne metoden er at det er tydelig om plasseringen av en trussel er usikker fordi det er motstridende dokumentasjon, eller det finnes for lite dokumentasjon til å gjøre en god vurdering. Dette kan blant annet brukes til å vurdere om ressurser bør brukes til å framskaffe mer kunnskap om trusselfaktoren.

Sikkerhetsvurderingen ble utført ved at dokumentasjon ble vurdert som dårlig, moderat eller god, og samstemt som lav, moderat eller høy (**figur 7.2**) for hver av trusselfaktorene. Primæreksperter(e) for de ulike truslene i vitenskapsrådet foreslo en vurdering, som deretter ble diskutert i hele vitenskapsrådet. Vurderingene av dokumentasjon og samstemthet ble kombinert i en femtrinns skala slik at den høyeste sikkerheten i vurderingen er når dokumentasjonen er god og samstemtheten høy, og den laveste sikkerheten er når dokumentasjonen er dårlig og samstemtheten lav (**figur 7.2**).

⁷ <https://www.ipcc.ch/publication/ipcc-cross-working-group-meeting-on-consistent-treatment-of-uncertainties/>

		Samstemthet		
		1	2	3
Dokumentasjon	3	3 God/Lav	4 God/Moderat	5 God/Høy
	2	2 Moderat/Lav	3 Moderat/Moderat	4 Moderat/Høy
	1	1 Dårlig/Lav	2 Dårlig/Moderat	3 Dårlig/Høy

Figur 7.2. Kombinasjon av de to aksene dokumentasjon (1 dårlig, 2 moderat og 3 god) og samstemthet (1 lav, 2 moderat og 3 høy) til en femdelt skala av samlet sikkerhet i trusselvurderingen. Vurderingen er gjort for hver av trusselfaktorene (tabell 7.1), og samlet sikkerhet i vurderingen av hver trusselfaktor karakteriseres dermed fra 1 Dårlig/Lav (rød) til 5 God/høy (mørkegrønn).

7.2 Vurdering av de enkelte trusselfaktorene

I forhold til trusselvurderingen i 2021 er det gjort justeringer av påvirkningsgrad eller risiko for ytterligere skade for annen vannbruk, sur nedbør, klimaendringer, *Gyrodactylus salaris* og pukkellaks (tabell 7.1). 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).

7.2.1 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. Vannkraftregulering 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 betydelige kunnskapen som 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 vannkraftregulering).

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. I oktober 2018 trakk kraftselskapet søknaden om flomkraftverket. I juni 2022 ble et forslag om å tillate «skånsom utbygging av vannkraft i vernede vassdrag der kraftproduksjonene kan økes uten det det går særlig på bekostning av natur- og miljøhensyn» nedstemt i Stortinget. Så langt ligger altså vernet i verneplanene fast.

Stortingsmeldingen «Kraft til endring» bekrefter at tiltak for å oppnå miljøforbedringer i regulerte vassdrag er viktig, gjennom både vanddirektivet og vilkårsrevisjoner. Stortingsmeldingen 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 18. juni 2022 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 begrense 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 prioriteringen (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 et 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 samordnet 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). Kraftverket med vandringssløsningene ble ferdigstilt våren 2022. I revisjonen innstilte NVE også på økte minstevannføringskrav både sommer og vinter, lokkeflommer og flere fysiske tiltak som vil bedre forholdene for lakseproduksjon, men innstillingen er ikke ferdigbehandlet i departementet. Vi er per juni 2022 ikke kjent med andre revisjonssaker i laksevassdrag der det er avgitt innstilling fra NVE, eller der avgjørelser er tatt. Ut fra revisjonsprosessene så langt, beskrevet i 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 temperaturforholdene, mens NVE sin anbefaling om restriksjoner for å redusere effektkjøring ble ikke fulgt.

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, inkludert 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). Fra 2020 og frem til juni 2022 ble det ikke fattet vedtak om gebyr i tilsynssaker for vannkraft av betydning for laksevassdrag.

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 Norges forskningsråd på gassovermetning under ledelse av NORCE LFI (SUPERSAT). I 2020 startet et nytt prosjekt der det skal utarbeides en teknisk løsning for å redusere gassovermetning, ledet av NTNU (DEGAS).

I forbindelse med opprusting og utvidelse av elvekraftverkene Boenfossen kraftverk i Tovdalselva og Palmafossen kraftverk i Vossovassdraget er det bygget mønsterpraksis vandringstunneler (beste tilgjengelige løsninger) for både opp- og nedvandring av fisk (Fjeldstad mfl. 2017, 2018). Disse innebærer inntakrister med lysåpninger som sikrer at nedvandrende smolt ikke kan vandre inn i turbinene, men ledes sikkert forbi kraftverkene gjennom fluktåpninger. Tilsvarende løsning er bygget i nye Rafossen kraftverk i Kvina. Slike nedvandringstunneler kan bidra til betydelig redusert smoltdødelighet i kraftverk som har inntak på lakseførende strekninger. Både i Rafossen og i Palmafossen gir fisketrappesystem bygget i forbindelse med etablering av kraftverkene flere kilometer nye elvestrekninger strekninger tilgjengelig for lakseproduksjon.

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. Dokumentasjonen for effekter av vannkraftregulering er god (settes til 3) og samstemtheten høy (settes til 3), slik at sikkerheten i vurderingen er god. Vurderingen av påvirkningsgrad og risiko for ytterlige påvirkning i 2022 er den samme som i 2021.

7.2.2 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 den siste gjennomgangen av vassdrag for klassifisering av sjøaurebestander (VRL 2022b), ble annen vannbruk enn kraftproduksjon vurdert til å ha negativ effekt i 49 av 448 laksevassdrag. Av disse var 25 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 sjørret i mindre vassdrag enn for laks (VRL 2022b). 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. Økende produksjon i oppdrettsnæringen vil øke behovet for vann til smoltproduksjon (Kittelsen mfl. 2006), men samtidig ser det ut til at flere anlegg går over til RAS-teknologi (Recirculating Aquaculture Systems) med mindre vannforbruk per produksjonsvolum. NVE har i de senere årene økt tilsynsvirksomheten med slike vanninntak. Siden innføringen av overtredelsesgebyr som sanksjonsform og fram til 2021 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. I 2021 og fram til og med juli 2022 ble det gitt overtredelses til fire oppdrettsanlegg for ulike brudd på konsesjonsbestemmelser. Tre av anleggene påvirker vassdrag med sjøvandrende laksefisk, og i et av disse, Slørdalselva, er det en registrert laksebestand i moderat tilstand. Gebyret i Slørdalselva gjaldt tapping under laveste tillatte vannstand i Slørdalsvatnet i februar 2021, og antas å ha påvirket nedstrøms vannføring på lakseførende strekning.

Antall rammede bestander ble redusert fra klasse 2 til 1 mens geografisk utbredelse ble økt fra 1 til 2 (mange spredte lokaliteter) slik at samlet vurdering er den samme i 2022 som i 2021. Fordi effektene av slik vannbruk ligner svært mye på effekter av vannkraftregulering er dokumentasjonen god (settes til 3) og samstemthet høy (settes til 3).

7.2.3 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.

Reduksjonen i sulfat- og nitratkonsentrasjon de siste årene forventes å gi forbedringer i vannkvaliteten. Det er svært lav risiko for ytterligere tap i produksjon og bestander. Videreføring av allerede gjennomførte kutt i kalkingsbevilgning i statsbudsjettene for 2021 og 2022 gir mindre rom for optimalisering og FoU (forskning og utvikling), og kan tvinge fram redusert kalkingsaktivitet (Miljødirektoratet 2022). Ukontrollert reduksjon i kalkingsaktivitet vil medføre økt sannsynlighet for produksjonstap i enkeltbestander.

Kunnskapen om forsuring som påvirkningsfaktor er god (grad av dokumentasjon og samstemthet settes begge til 3). 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 i de hardest rammede områdene ville bli historisk lav når syretrykket ble redusert. Kalsium er viktig for fiskens saltbalanse, og allerede saltfattige vannforekomster i forsuringsområdet kan få en mer marginal vannkvalitet. Resultater fra 1000-sjøersundersøkelsen og programmet Økosystemovervåking i ferskvann bekrefter dette (Garmo & Skancke 2021, Hindar mfl. 2020).

En endring som kan påvirke naturens tålegrense for sur nedbør, er økt biomasseuttak fra skog. Bruk av topper og greiner til produksjon av bioråolje for tilsetting 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). Økt biomasseuttak fra skog 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.

Typisk effekt på produksjon er justert ned fra 4 (> 75% redusert produksjon) til 3 (25-75 % redusert produksjon) siden forrige trusselvurdering på grunn av effektive kalkingstiltak og bedret vannkvalitet. Vurderingen i 2022 er ellers den samme som i 2021.

7.2.4 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 (Bechmann mfl. 2021, Kaste mfl. 2022).

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. Viktigst 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 nødvendig. Ekstremhendelser på grunn av klimaendringer er imidlertid lite forutsigbare. Kunnskapen om faktoren er moderat, og kunne vært bedre (grad av dokumentasjon og samstemthet settes begge til 2). Vurderingen av påvirkningsgrad og risiko for ytterligere påvirkning i 2022 er den samme som i 2021.

7.2.5 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. Effekter på fisk varierer fra svak reduksjon i reproduksjon til akutt fiskedød. Det er vist at selv lave konsentrasjoner av hormonhermende stoffer kan ha effekt på reproduktive funksjoner, for eksempel gjennom redusert luktrespons på feromoner (og dermed nedsatt seksuell aktivitet), redusert gonadeutvikling og en reduksjon i antall befruktede egg (f.eks. Moore & Waring 2001). Innføringen av vannforskriften har medført relativt omfattende kartlegging av kjemisk og økologisk tilstand i de vassdrag og fjorder der bedriftene har utslipp. Dette bidrar til bedre oversikt over effekter av miljøgifttilførsler i mange vassdrag. Noen av de antatt farligste stoffene er på EUs prioriterte liste for miljøgifter og blir faset ut.

Det skjer menneskeskapte utslipp av mange ulike stoffer som kan skade laks. Innføringen av det europeiske kjemikalierregelverket REACH har gitt bedre dokumentasjonen av miljøfarer ved stoffer som brukes i større mengder. Det er likevel ofte usikkert hvilken betydning påviste effekter av enkeltstoffer på individer under kontrollerte laboratorieforsøk har for effekter på bestander og

artssamfunn ute i naturen. Videre er det usikkerhet hvordan ulike stoffer virker sammen («cocktaileffekter»). 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. Graden av dokumentasjon vurderes som dårlig (settes til 1) og samstemthet høy (settes til 3). 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 av påvirkningsgrad og risiko for ytterligere påvirkning i 2022 er den samme som i 2021.

7.2.6 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 foreligger data fra laboratorieforsøk på hva på hva ulike livsstadier av anadrom laksefisk i ferskvann tåler, men overføringsverdien til kompliserte eksponeringsforløp i naturen er noe usikker. Det er dermed vanskelig å angi i hvilken grad tålegrensene er overskredet i de enkelte vassdragene. Videre vil metaller kunne påvirke smoltens vandring i fjordsystemet, men det er i liten grad dokumentert for andre metaller enn aluminium. Kunnskapsgrunnet for å utrede konsekvenser av ny bergverksindustri kunne vært bedre. Dette, sammen med en forventet økning i bergverksaktiviteten, innebærer at det er en risiko for ytterligere skade. Graden av dokumentasjon og samstemthet settes begge til 2. Vurderingen av påvirkningsgrad og risiko for ytterligere påvirkning i 2022 er den samme som i 2021.

7.2.7 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 av laks i elvene 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 ved 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 ved strengere fiskereguleringer, både for sjølaksefisket og i mange elver. I de nye reguleringsene 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 fiskesesongen 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. Vurderingen er endret fra at omfattende og effektive tiltak er planlagt, til at svært omfattende og effektive tiltak er planlagt.

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 2021 var det moderat overbeskatning i 8,3 % av bestandene og høy i 1,5 % av bestandene. Dette er lavere enn i 2020. Vurderingen i 2022 er den samme som i 2021, bortsett fra at risiko for ytterligere skade er ytterligere redusert. Graden av dokumentasjon og samstemthet settes begge til 3.

7.2.8 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 fysiologiske og patologiske effekter av lakselus på livsfunksjoner hos laksefisk (Taranger mfl. 2015, Fjellidal 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, skjell prøver og lakseinnsig (VRL 2020a; Harvey mfl. 2022). Videre er det også dokumentert at lus fra oppdrett er den viktigste kilden til høye påslag av lus på vill laksefisk (Vollset mfl. 2019b, Bøhn mfl. 2021).

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, 2019, 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 i naturen på grunn av lakselus ligger mellom 6 og 20 bestander.

Nivåene av lakselus på villaks er fremdeles høy i områder som har hatt høye påslag av lakselus over mange år. Samtidig øker nivåene også lenger nord, hvor oppdrettsaktiviteten er økende. Overvåkingen av lakselus på vill laksefisk har jevnlig vist høye påslag av lakselus på utvandrende postsmolt av laks på Vestlandet, særlig i Ryfylke, Hardanger og Sognefjorden, siden overvåkingen startet i 2010 (Taranger mfl. 2015, Grefsrud mfl. 2021). I tillegg er det observert høye nivå av lakselus på sjørret 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>).

Havforskningsinstituttet gjennomfører hvert år en risikovurdering basert på en subjektiv sannsynlighetsmetode for om påvirkning på utvandrende laksesmolt har et avvik fra en ønsket tilstand. I denne vurderingen har de definert moderat avstand fra ønsket tilstand og dermed moderat risiko som sannsynligheten for at mer enn 10% av laksesmolten dør; og stor avstand og dermed høy risiko er definert som sannsynligheten for at dødeligheten er over 30%. I 2021 var det ifølge denne risikovurderingen høy risiko for at utvandrende postsmolt av laks dør på grunn av lakselus i Ryfylke, Hardanger, Sognefjorden, og Sunnmøre. I tillegg var vurderingen at risiko for dødelighet på grunn av lakselus i Trøndelag opp til Bindal og Troms (Andøya til Senja) moderat.

Høy dødelighet av villaks skjer med jevne mellomrom i områder med stor oppdrettsproduksjon av laks (Vollset mfl. 2020). Vurderinger for perioden 2016–2021 tilsier at ved flere tilfeller har mer enn 30 % av laksesmolten årlig dødd på grunn av lakselus fra Ryfylke til Sunnmøre (produksjonsområde 2 til 5 i trafikklssystemet) (Anon. 2015a, Karlsen mfl. 2016, Nilsen mfl. 2017, 2018, Vollset mfl. 2019b, 2020). I Nord-Møre til Trøndelag (produksjonsområde 6), Nord-Trøndelag (produksjonsområde 7) og Andøya til Senja (produksjonsområde 10) har det vært år da 10-30 % av laksesmolten har dødd på grunn av lakselus, ut fra disse beregningene. Den aller høyeste dødeligheten av villaks har vært i Hardanger og Sogn og Fjordane.

Trafikklssystemet 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. Grenseverdiene som brukes i trafikklssystemet vil 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 trafikklssystemet en oppdrettsproduksjon som medfører 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 villaks er større enn den effekten man skal forvente ved at man reduserer biomassen i oppdrett med 6 %, slik trafikklssystemet er lagt opp (Myksvoll mfl. 2020). Dermed vil det være stor risiko for at bestandeffekter 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 §12, 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 trafikklssystemet 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 % i perioden 2014 til 2017 (Helgesen mfl. 2021). Antall behandlinger har vært relativt stabilt etter dette, men økte litt i 2021 sammenlignet med 2020, samtidig som antall behandlinger med ikke-medikamentelle metoder for første gang gikk noe ned (Helgesen mfl. 2022). Resistensnivået hos lakselus var fortsatt høyt i 2021, men det ble registrert noe reduksjon i resistensnivå for deltamethrin og azamethiphos. Behandling med ferskvann alene eller i kombinasjon med andre metoder utgjorde 15 % av de ikke medikamentelle behandlingene i 2021. Overvåkingen av ferskvannstoleranse viste noe høyere toleranse hos lus fra matfiskanlegg som ligger i områdene med høy frekvens av ferskvannsbehandlinger, men forskjellen var mindre enn registrert i 2020 (Helgesen mfl. 2021, 2022).

Mattilsynet gikk i 2021 bort fra den varslede utfasingen av termisk avlusing. I sin vurdering i 2022 mente et flertall av Rådet for dyreetikk sine medlemmer, basert på ny forskning og med fiskens ve og vel som målestokk, at dagens praksis der millioner av fisk dør i forbindelse med termisk behandling er dyrevelferdsmessig og etisk uakseptabel (Rådet for dyreetikk 2022). Om dette vil ha forvaltningsmessige konsekvenser er usikkert. I 2021 ble det for første gang på to tiår godkjent et nytt legemiddel basert på en ny gruppe av virkestoff.

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 har 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 trafikklyssordningen der dødelighet av laks på grunn av lus vurderes til å være over 30 %, føre til noe redusert lakselus-smitte. På kort sikt er det derimot 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 at enkelte bestander har hatt en betydelig reduksjon i innsiget av villaks på grunn av lus de siste fem årene (for eksempel i Ryfylke; Nilsen mfl. 2019, Vollset mfl. 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 7.3**). Lakselus som trusselfaktor ligger høyt både langs påvirkningsaksen og risikoaksen. I tillegg til at lus har en bestandsreduserende effekt (Krkošek mfl. 2013, Vollset mfl. 2016, Shephard & Gargan 2017, Thorstad & Finstad 2018, Bohn 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). Samlet er vår vurdering at den dokumentasjonen av effekter av lakselus på villaks er godt dokumentert (settes til 3).

I vurderingen av dokumentasjonen er det viktig å påpeke at det fremdeles er faglig uenighet om eksakt hvordan man skal kvantifisere effekten av lus på bestandsnivå av laks og hvordan man skal modellere påslaget av laks fra oppdrett til villfisk. For eksempel, har Jansen & Gjerde (2021) kommentert modellen som brukes i trafikklyssystemet publisert av Johnsen mfl. (2021) og har hevdet at modellen overestimerer påslag på utvandrende lakselus, noe som forfatterne har motsatt seg i et tilsvarende svar (Johnsen mfl. 2021b). Samtidig er det slik at alle undersøkelser viser at lakselus som parasitt har effekter på verten i laboratorieundersøkelser, og sammenhengen mellom smitte fra oppdrett og smitte på både sjørret (Vollset mfl. 2018), villaks (Johnsen mfl. 2021) eller laks i

smoltbur (e.g. Kristoffersen mfl. 2016) er godt dokumentert. Alle undersøkelser basert på sammenligninger av overlevelse hos laks som er behandlet og ubehandlet mot lakselus har også funnet en signifikant effekt på overlevelse, selv om det er variasjon i hvor stor effekten er (Vollset mfl. 2016). Undersøkelsene som har sammenstilt smittepressmodeller og beregninger av innsiget av villaks stemmer også overens med den biologiske forståelsen vi har av effekten av lus på villaks. Det er altså pågående debatter om enkelte undersøkelser (Jansen & Gjerde 2021, Johnsen mfl. 2021b), men til sammenligning med andre trusler er det stor grad av enighet om effekten av lakselus. Samstemtheten settes derfor til 3.

Vurderingen av påvirkningsgrad og risiko for ytterlige påvirkning i 2022 er den samme som i 2021.

7.2.9 Infeksjoner knyttet til fiskeoppdrett

Infeksjoner knyttet til fiskeoppdrett som trusselfaktor har sammenheng med smittestatus, de mange sykdomsutbruddene og den store biomassen av fisk i åpne oppdrettsanlegg i sjøen. Infeksjonssykdommer er en naturlig komponent i ethvert økosystem, men etableringen av fiskeoppdrett endrer smittedynamikken i systemet på flere måter. Introduksjon av nye vertsarter, som for eksempel regnbueørret, og nye smittestoffer, som for eksempel furunkulose og *G. salaris*, er eksempler på dette. Den største endringen knyttet til etablering av lakseoppdrett er likevel at antall og tetthet av mottakelige verter langs kysten har økt drastisk, i tillegg til at oppdrettslaksen er til stede langs kysten hele året i motsetning til villaksen. Den høye tettheten av verter legger til rette for en mer effektiv spredning av smittsomme agens mellom verter i samme merd og på samme lokalitet, men også mellom lokaliteter med vannmassene. Det høye antallet oppdrettslaks har gitt smittestoffene en kontinuerlig tilgang på nye mottakelige verter slik at flere ulike smittestoff har blitt endemiske, det vil si at smitten opprettholdes blant oppdrettslaksen over tid. Tilgangen på mottakelige verter over tid legger også til rette for at smittestoff med økt evne til å gi sykdom kan etableres og spres, og er også en viktig betingelse for at smittestoffer som krysser artsbarrierer, kan etablere seg og gi nye sykdomstilstander.

Det foreligger relativt god kunnskap om smittestatus i oppdrettsnæringen og hvordan ulike infeksjonssykdommer påvirker laks i oppdrettsmiljøet. Horisontal smitte mellom fisk, merder og lokaliteter er en viktig smittevei i lakseoppdrett, og forskning har vist at det også foregår smitteutveksling mellom villfisk og oppdrettsfisk (Garseth mfl. 2013b, Madhun mfl. 2016, Nylund mfl. 2019). På grunn av smittespredning til vann vil utvandrende postsmolt og tilbakevandrende laks i regioner med oppdrett utsettes for økt smittepress fra oppdrettsanlegg med sykdomsutbrudd. I tillegg kan oppgang av rømt oppdrettsfisk i elvene utgjøre en smitekilde i bestander både i og utenfor regioner med oppdrett. Rømt oppdrettslaks har generelt en høyere forekomst av de smittestoffene som gir sykdomsproblemer i oppdrettsnæringen enn det villaks har (Garseth mfl. 2013a, Madhun mfl. 2015).

Det finnes lite kunnskap om hvordan eksponering for økt smittepress fra oppdrett påvirker smittestatus, helse og prestasjon hos villaks. I flere studier er villaks undersøkt for å beskrive forekomst og utbredelse av smittestoff som gir sykdommer i oppdrettsnæringen, men det er gjort få undersøkelser som viser effekten av infeksjonene på celle-, vevs-, individ- og bestandsnivå hos villaks. En utfordring er å vurdere hvilke effekter som kan tilskrives økt smittepress fra oppdrett kontra effekter som skyldes et bakgrunnsnivå av infeksjoner. Forskningsaktiviteten på området er fortsatt begrenset, og effekten på produksjonen av villaks er ukjent på grunn av denne kunnskapsmangelen. For sykdommen klassisk furunkulose er det god dokumentasjon på introduksjon til Norge, spredning blant oppdrettslaks og overføring til villaks, samt effekter på villaksbestander. Men for det store flertallet av sykdommene som opptrer i oppdrettsnæringen foreligger det ikke tilsvarende dokumentasjon. Det er likevel sannsynlig at smitte overført fra oppdrettslaks til villaks har en helsemessig effekt hos villaks og påvirker produksjonen av villaks.

Dokumentasjon er derfor satt til 1 og samstemthet til 2 for denne trusselfaktoren. Dette tilsier at det er et stort behov for forskning på feltet. I trusselvurderingen har vitenskapsrådet satt effekten på norske laksebestander til < 10 %. Faktoren ligger høyt langs både påvirkningsaksen og risikoaksen. Usikkerheten om framtidig utvikling er høy, men dagens forvaltning, næringsstruktur og teknologi gjør det lite sannsynlig at det kan gjennomføres tilstrekkelige tiltak som effektivt beskytter villfisk.

Ved utgangen av desember 2021 stod det mer enn 437 millioner laks (871 105 tonn) og 18 millioner regnbueørret (36 982 tonn) i sjøanlegg langs norskekysten (Fiskeridirektoratet). I sjøfasen døde 54 million laks i 2021. Dette utgjør nær 16 % av produksjonen og 88 % av det totale tapet av laks på individnivå (basert på månedlige dødfiskrater, Sommerset mfl. 2022, <http://apps.vetinst.no/Laksetap>). Forekomst av infeksjonssykdommer er en viktig årsak til dødelighet hos oppdrettsfisken, og situasjonen forverres ved at oppdrettsfisk med underliggende helseproblemer, som nedsatt hud-, gjelle- og hjertehelse, gjennomgår håndtering som overstiger individets tålegrense. Håndtering i forbindelse med avlusing resulterer i skader og svekkelse som gjør fisken mer mottakelig for infeksjoner. Håndteringen er for eksempel 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, 2022). Håndteringen i forbindelse med avlusing kan også aktivere latent infeksjon hos friske smittebærere (Strand mfl. 2021, Sommerset mfl. 2022). Det er grunn til å tro at dette bidrar til økt smittepress i sjø. Oppdrettet laksefisk utgjør dermed et betydelig smittereservoar med mulighet for smitteoverføring til andre oppdrettsfisk og villfisk via vannmassene.

Den geografiske variasjonen i registrert dødelighet hos oppdrettslaks reflekterer forskjell i helsestatus, men de spesifikke årsakene til dødelighet per oppdrettslokalitet er ikke tilgjengelig. Merdødelighet som følge av håndteringskrevende ikke-medikamentell avlusing vanskeliggjør også vurderinger av hva som er de direkte og indirekte årsakene til at fisk dør på den enkelte lokalitet og i de enkelte produksjonsområdene.

I 2021 var det fortsatt høy forekomst av bakteriesykdommer hos oppdrettslaks. I særlig grad bakterieinfeksjoner knyttet til sårutvikling, både klassisk vintersår (*M. viscosa*) og atypiske vintersår (*Tenacibaculum* spp.). Pasteurellose hos oppdrettslaks har økt i forekomst og utbredelse de senere årene og gir svært alvorlige symptomer hos oppdrettslaks. De aktuelle Pasteurellabakteriene trives også ved høyere temperaturer og kan dermed få økt betydning med klimaendringer. Den meldepliktige sykdommen klassisk furunkulose (forårsaket av *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*) ble også i 2021 påvist i oppdrettslaks, men ikke i villaks. Sykdommen ble påvist i to settefiskanlegg og tre matfiskanlegg som mottok settefisk fra disse. Settefisk med furunkulose ble satt ut både i Trøndelag og på to lokaliteter i Troms- og Finnmark fylke. Etter påvisningen av furunkulose ble den nordligste av disse lokalitetene raskt tømt for fisk etter pålegg fra Mattilsynet. Vaksinerer beskytter oppdrettet laks mot utvikling av alvorlig sykdom og død. Likevel påvises bakterien *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida* hos vaksinert fisk. Furunkulose har forekommet hos villaks i Namdalsregionen i mange av årene etter introduksjonen til Nord-Trøndelag i 1985. Den konkrete årsaken til at infeksjonen opprettholdes i dette området er ukjent. Forekomst av bakterien hos vaksinert oppdrettslaks og uvaksinert rognkjeks tyder på at infeksjon hos oppdrettsfisk bidrar til å opprettholde den endemiske infeksjonen i området. Flytting av smittet oppdrettslaks til nye geografiske områder utgjør en risiko for å opprette nye reservoarer og nye endemiske områder.

I 2021 ble det stadfestet 25 tilfeller av den listeførte virussykdommen infeksjøs lakseanemi (ILA) og 101 tilfeller av pankreassjuke (PD), mot 23 ILA- og 158 PD-tilfeller i 2020 (Sommerset mfl. 2021, 2022). Det er dermed en økning av antall ILA tilfeller de siste to årene, mens antall PD

tilfeller ble betydelig redusert i 2021. Ved utgangen av juni 2022 er det bekreftet 41 tilfeller av PD (PD virus påvist på 55 lokaliteter) og seks tilfeller av ILA.

ILA har så langt vært underlagt offentlig bekjempelse, og smittede lokaliteter blir pålagt utslakting ved stadfestet diagnose. Etter overgang til ny dyrehelselovgiving i EU/EØS har ILA blitt oppført på liste C som innebærer frivillig bekjempelse, det vil si at det er det enkelte land som selv som avgjør om og hvordan sykdommen skal bekjempes. Norske myndigheter går inn for at ILA-bekjempelsen fortsatt skal være en offentlig oppgave. Bekjempelse av PD (pankreassjuka) er også en nasjonal oppgave, men her pålegges det utslakting kun ved påvisning utenfor PD-sonen. Hensynet til villaks er dermed ikke ivarettatt i PD forvaltningen.

Trusselen fra infeksjoner i fiskeoppdrett er aktiv og økende fordi både forekomsten av infeksjonssykdommer og produksjon i åpne og semilukkede anlegg i sjøen øker. Samtidig har vi lite kunnskap om hvilke effekter det økte smittepresset i sjøen har på villaks. Smittereduserende, forebyggende tiltak og aktiv sykdomsbekjempelse spiller en viktig avbøtende rolle. Tiltak mot ikke-listeførte sykdommer er imidlertid ikke en offentlig oppgave, hvilket betyr at bekjempelse av flere viktige infeksjoner med mulig påvirkning på villaks er overlatt til oppdrettsnæringen.

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 lakselusmitte er effekten av endringene neglisjerbare for det generelle smittepresset i sjøen. Ikke minst fordi slike anlegg og tiltak ikke erstatter, men kommer i tillegg til produksjon i åpne merder i sjø.

Vurderingen av påvirkningsgrad og risiko for ytterligere påvirkning i 2022 er den samme som i 2021.

Tabell 7.1. 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. Dokumentasjon, samstemthet og samlet sikkerhet i vurderingen av påvirkning er også gitt for hver av trusselfaktorene.

VURDERTE EGENSKAPER PÅVIRKNINGSAKSE:	POENG OG KRITERIUM	Vannkraftregulering	Annen vannbruk (Oppdrett, 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	1	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	2	3	3	2,5	2	2	3,5	3,5	2	3	4	4	4	4	2,5
3 Effekt produksjon Typisk effekt på en bestand (reduert 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	3	1	2	1	2,5	2,5	1	4	2	1,5	1,5	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	11	7	8,5	7	8	16	13	12	11	16	13,5	13	12	9,5
Samlet påvirkningsgrad (0-1) Dokumentasjon, samstemthet / samlet sikkerhetsvurdering		0,60	0,50	0,55	0,35	0,43	0,35	0,40	0,80	0,65	0,60	0,55	0,80	0,68	0,65	0,60	0,48
		3,3/5	3,3/5	3,3/5	2,2/3	1,3/3	2,2/3	3,3/5	3,3/5	1,2/2	3,3/5	2,2/3	2,3/4	2,3/4	3,2/4	1,1/1	2,1/2

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

Tabell 7.1 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	2,5	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) Samlet risiko for ytterligere skade (0-1)		5	7	3	4	5	6	3	10	8,5	4	7	8,5	7	6	6,5	5
		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	0,54	0,42

7.2.10 *Gyrodactylus salaris*

Parasitten *Gyrodactylus 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 som følge av *G. salaris* er redusert etter at omfattende bekjempelsestiltak har utryddet parasitten i mange elver (Moen mfl. 2005, Moen mfl. 2011, Stensli mfl. 2014, Sandodden mfl. 2018).

Dødelige varianter av parasitten er påvist på laks i 51 norske elver. Per juni 2022 har *G. salaris* kjent forekomst i 8 norske lakseelver, 39 elver er friskmeldt og 4 elver er i en friskmeldingsprosess (vedlegg 2). Fustavassdraget med tre innsjøer er i en friskmeldingsprosess selv om de øvrige vassdragene i Vefsn-regionen ble friskmeldt i 2017. Årsaken er at friskmelding av innsjøene må baseres på undersøkelser av røye, og røyebestandene er fortsatt ikke tilstrekkelig reetablert til at fravær av *G. salaris* kan dokumenteres. I 2015 og 2016 ble behandlingstiltak gjennomført i Skibotnregionen (tre elver), og disse er også i en friskmeldingsprosess. Våren 2017 ble det gjennomført rotenonbehandlinger på begrensede områder i Skibotnvassdraget etter funn av enkelte ørret- og røyeunger under behandlingen i 2016 (Adolfson mfl. 2021).

Kunnskapen om *G. salaris* som trusselfaktor er 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 for 2022 er endret sammenlignet med 2021 fordi geografisk utbredelse er justert fra lokal (1) til mange spredte enkeltlokaliteter (2). Denne justeringen tar høyde for at behandlede vassdrag som ikke er friskmeldte fortsatt kan utgjøre en smitterisiko, og videre at stor geografisk spredning av smittede vassdrag utgjør en større risiko for smittespredning enn kriteriet 1 lokal tilkjennegir. Det foreligger god dokumentasjon på denne trusselfaktoren (satt til 3) og høy grad av samstemthet (satt til 3).

7.2.11 Andre infeksjoner påvirket av annen menneskelig aktivitet enn fiskeoppdrett

Infeksjonssykdommer er en naturlig komponent i økosystemet, men forekomst og opptreden av infeksjoner kan påvirkes av menneskelig aktivitet. Introduksjon av *Gyrodactylus salaris* og forhøyet tetthet og antall av verter som følge av fiskeoppdrett er eksempler på dette, men vurderes som egne trusselfaktorer og er ikke inkludert her.

Menneskelig aktivitet kan endre utbredelsen av smittestoff gjennom aktiv flytting av smittebærende verter (fisk og andre vertsdyr), vann eller gjenstander. *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida* og *G. salaris* er eksempler på smittestoff som er introdusert til Norge ved flytting av fisk. Menneskelig aktivitet kan også bidra til at smittebærende vertsdyr endrer utbredelse ved egen forflytning, for eksempel ved endring av klima, endret mattilgang eller ved at nye områder blir tilgjengelig ved åpning av vannveier.

Menneskelig aktivitet kan også endre forekomsten (prevalensen) av smittestoff i en bestand. Gjenutsetting av villfanget laks som er benyttet som stamfisk i kultivering er et eksempel på dette. Villfanget stamfisk som holdes sammen i kar i en periode før stryking og gjenutsetting kan smitte hverandre slik 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.

En rekke smittestoffer har temperaturpreferanser som gjør dem bedre tilpasset et varmere klima. *Saprolegnia* sp., hvitprikksyke (*Ichthyophthirius multifiliis*), proliferativ nyresyke (PKD) (*Tetracapsuloides bryosalmonae*) og furunkulose (*Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*) er eksempler

på sykdommer og smittestoff som trolig får økt betydning med stigende temperaturer i vann. 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.

I perioden 2019-2022 er det registrert laks med red skin disease i Enningdalselva (omtalt av vitenskapsrådet i kapittel 9.4 i VRL 2019). Sykdom med tilsvarende utseende og opptreden er påvist hos laks i andre nordeuropeiske land. Til tross for betydelig innsats er årsaken ikke avdekt, men undersøkelsene tyder ikke på at sykdommen primært skyldes kjente infeksjonssykdommer (Sommerset mfl. 2021, 2022). Sykdommen nevnes likevel i dette kapitlet.

Helseovervåking av vill laksefisk omfatter overvåking av lakselus, *Gyrodactylus salaris* og infeksjoner som forårsaker sykdom hos oppdrettsfisk. Helseovervåking gjennom meldingssystemet for syk villfisk ble etablert i 2020 og gjelder både i ferskvann og sjø. I 2021 ble det rapportert dødelighet hos villaks med Saprolegniose i flere elver på Sør-Vestlandet. Dødeligheten var betydelig på elvenivå, men uten en systematisk kartlegging er det vanskelig å vurdere betydningen av de enkelte infeksjonene på bestandsnivå.

Faktoren andre infeksjoner er ikke enhetlig, men er sammensatt av flere ulike infeksjoner og ulike medvirkende eller bakenforliggende faktorer. For det enkelte smittestoff kan kunnskap om effekter på celle-, vevs, individ- og bestandsnivå hos laks være godt dokumentert. På grunn av dårlig kartlegging og lite overvåking er kunnskapen om utbredelse og betydning i de enkelte laksebestandene ukjent for en lang rekke infeksjoner. Dokumentasjon settes derfor til 2 og samstemthet også til 2.

Faktoren 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, samt økt grad av habitatsinngrep, fraføring av vann og en klimautvikling som tilsier økte sommertemperaturer i mange norske vassdrag, medfører at faktoren er plassert relativt høyt langs risikoaksen. Vurderingen av påvirkningsgrad og risiko for ytterligere påvirkning i 2022 er den samme som i 2021.

7.2.12 Rømt oppdrettslaks

Rømt oppdrettslaks har negativ påvirkning på villaks gjennom genetiske endringer av bestandene, som vektorer for infeksjoner, og de bidrar til økt smittepress fra 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 mange bestander på et nasjonalt nivå (**tabell 7.1**). I 2021 ble det observert middels eller høye andeler av rømt oppdrettslaks i totalt 38 bestander, fra Rogaland i sør til Troms og Finnmark i nord (Wennevik mfl. 2022). Samtidig foreligger det omfattende dokumentasjon for at innkryssing av rømt oppdrettslaks har ført til genetiske endringer i mange bestander, og i alle regioner av landet (VRL 2016b, Karlsson mfl. 2016, Diserud mfl. 2017, 2019b, 2020). I den siste rapporten med estimater av innkryssing i 239 vassdrag (hvorav 227 er laksevassdrag statusvurdert av VRL, VRL 2018a), ble det påvist genetiske endringer som følge av innblanding av rømt oppdrettslaks i totalt 159 av vassdragene, og over en tredjedel (38 %) av disse bestandene ble klassifisert til å ha svært dårlig eller dårlig kvalitet ut fra genetisk integritet (Diserud mfl. 2020). For 20 vassdrag hadde 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. Basert på disse undersøkelsene er det sannsynlig at flere enn 200 laksebestander er rammet (**tabell 7.1**), da det er en rekke vassdrag som ikke overvåkes og det enda er bestander hvor grad av innkryssing ikke er estimert.

I løpet av de siste årene er det i økende grad blitt dokumentert at innkryssing av rømt oppdrettslaks fører til livshistorieendringer i ville laksebestander, både hos ungfisk og hos voksenfisk (Bolstad mfl. 2017, 2021, Besnier mfl. 2022). Slik endringer er trolig mistilpassede, og det er vist at innkryssing fører til lavere overlevelse hos ungfisk i elv (Wacker mfl. 2021). Dette kan føre til lavere smoltproduksjon. Bestandsreducerende effekter, sett i sammenheng med nivå av innkryssing, støttes også av flere modelleringsstudier (Castellani mfl. 2018, Bradbury mfl. 2020). Basert på nåværende kunnskap vurderes effekten av innkryssing på produksjon til å være svak-moderat (**tabell 7.1**).

Definert ut fra kvalitetsnormen for villaks er bestandens tilstand for genetisk påvirkning fra rømt oppdrettslaks svært dårlig dersom store genetiske endringer er påvist. Antall tapte eller kritisk truede bestander, definert ut fra genetisk integritet (Diserud mfl. 2020), er derfor flere enn 20 bestander (**tabell 7.1**).

Oppdrettsnæringen har de siste årene gjennomført omfattende tiltak som har redusert andelen laks som rømmer. I 2021 ble innslaget av rømt laks vurdert til å være over 10 % i prøver fra 14 av 178 vurderte vassdrag (Wennevik mfl. 2022). Antall vassdrag med høyt innslag (over 10 %) av rømt oppdrettslaks i 2021 var blant 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 2006-2021. Den gjennomsnittlig andel rømt laks i prøver fra laksebestandene om høsten er blitt redusert fra rundt 20 % til godt under 10 % de siste årene (4 % i 2021). 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 og 2021. 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. Til tross for at det vært en synkende andel rømt oppdrettslaks i elvene om høsten, er det fortsatt høye andeler av rømt oppdrettslaks i en del gytebestander. Det er imidlertid usikkert hvordan antallet rømt oppdrettslaks i elvene har utviklet seg, fordi andelen rømt oppdrettslaks også varierer med innsiget av villaks. Effekt av gjennomførte tiltak er satt til nivå 2.5 (**tabell 7.1**).

Framtidig risiko for rømminger kan reduseres på grunn av strengere krav til merder og opppankring. Tiltak og reguleringer er stadig 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 en 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 smoltømminger 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 smoltømminger 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. Bruk av stor smolt korter ned oppdrettslaksens tid i åpne merder, og kan dermed føre til en nedgang i avlusningsoperasjoner. Dette vil ytterlig redusere risiko for rømming, ettersom håndtering av fisk, blant annet på grunn av avlusning, er en vanlig årsak til rømmingsepisoder (Føre og Thorvaldsen 2021). Bruk av høstsmolt, som grunnnet et lysregime smoltifiseres på høsten kontra våren, kan trolig redusere genetiske konsekvenser av smoltømming. Dette fordi rømming av ungfisk på høsten er

forbundet med lavere sjøoverlevelse enn ungfisk som rømmer på et tidspunkt som sammenfaller med villaksen utvandring (Skilbrei mfl. 2015).

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 51 vassdrag i 2017, 60 vassdrag i 2018, 48 vassdrag i 2019, 49 vassdrag i 2020 og 31 vassdrag i 2021. Innsalg av rømt laks på 10 %, basert på tall fra Overvåkningsprogrammet, er den grensen forskriften om fellesansvar for utfisking av rømt oppdrettsfisk setter for når avbøtende tiltak skal planlegges. Det vil si at utfisking gjennom OURO i hovedsak gjøres med ett års forsinkelse, med tanke på aktivitet i vassdrag med høyt innslag av rømt oppdrettslaks. Det gjennomføres også utfisking i en rekke andre elver, blant annet etter initiativ fra Fiskeridirektoratet i etterkant av kjente rømmingsepisoder. Slike tiltak bidrar positivt i vassdragene hvor de utføres, men gjennomføres ikke i alle elver med høyt innslag av rømt fisk. 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 negative effekter av 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). Det er dokumentert en sammenheng mellom oppdrettsintensitet og tilstedeværelse av rømt laks i nærliggende vassdrag (Hindar mfl. 2018, Mahlum mfl. 2021, Diserud mfl. 2022). Det er videre dokumentert en positiv sammenheng mellom estimert innslag av rømt oppdrettslaks over tid og graden av innkryssing (Glover mfl. 2013, Karlsson mfl. 2016, Svåsand mfl. 2017, Diserud mfl. 2022). 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). Potensiale for effektive tiltak er satt til nivå 2.5, (**tabell 7.2**).

Andelene av rømt oppdrettslaks i gytebestanden er fortsatt over bærekraftig nivå i enkelte vassdrag, både ifølge kvalitetsnorm for laks og Havforskningsinstituttets risikovurdering (VRL 2017a, Grefsrud mfl. 2022). 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 (**tabell 7.2**) og at ytterligere bestander kan bli kritisk truet eller gå tapt i henhold til genetisk integritet (**tabell 7.2**). Denne vurderingen samsvarer med Havforskningsinstituttets siste risikovurdering (Grefsrud mfl. 2022), 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 de vurderte at risikoen er lav i kun tre områder.

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 og 2021, så ble det i de foregående årene rapportert om høye rømmingstall, som viser at det fortsatt er stor variasjon mellom år 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

⁹ www.utfisking.no

klimaendringer. For perioden 2014-2018 ble det 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.

Omfanget av tilstedeværelse av rømt laks i ville bestander, samt nivå av genetisk innkryssing er godt dokumentert gjennom det Nasjonale overvåkningsprogrammet for rømt laks i vassdrag (se Wennevik mfl. 2022) og gjennom rapportserien “Genetisk påvirkning på rømt oppdrettslaks på ville bestander” (se Diserud mfl 2022). Vurderingen av bestandenes genetiske integritet inngår som del av klassifisering av norske bestander etter Kvalitetsnorm for ville bestander av laks, og dokumenterer omfanget av kritisk truede eller tapte bestander. Kritisk truede eller tapte bestander defineres her som bestander med svært dårlig tilstand grunnet estimerte genetiske endringer på 10 % eller mer. Det er i nyere tid blitt godt dokumentert at innkryssede individer har endrede livshistorigenskaper (Bolstad mfl. 2017, 2021, Besnier mfl. 2022) og lavere overlevelse tidlig i livssyklusen (Wacker mfl. 2021), sammenlignet med individer uten innkryssing. Ved hvilket nivå, og i hvilken grad innkryssing fører til en bestandsreduksjon er i mindre grad dokumentert, det er så langt oss bekjent ett helskala elveforsøk som gir et estimat for redusert elveproduksjon. Det er derfor noe usikkerhet knyttet til denne faktoren, men det er rimelig å anta at redusert overlevelse i innkrysset fisk vil ha negative bestandseffekter. Til tross for god dokumentasjon tilknyttet vurderingen av de andre faktorene, vurderes derfor dokumentasjon av denne trusselen til nivå 2. Ressurser på å øke kunnskapen om den bestandsreducerende effekten av innkryssing bør prioriteres.

Det er høy grad av samstemthet rundt dokumentasjonen til denne trusselfaktoren, og samstemthet settes derfor til 3. Tilstedeværelse av rømt laks har vært overvåket i en rekke vassdrag siden 1989, og en rekke forskningsinstitutt er og har vært involvert i dette arbeidet (Diserud mfl. 2019, Glover mfl. 2019, Wennevik mfl. 2022). Innkryssing av rømt oppdrettslaks i ville laksebestander er også godt dokumentert gjennom en rekke undersøkelser (Glover mfl. 2013, Karlsson mfl. 2016, Diserud mfl. 2017, 2019b, 2020). Endringer i egenskaper hos innkryssede individer, både i ferskvannsfasen og saltvannsfasen er dokumentert gjennom flere robuste studier (Bolstad mfl. 2017 2021, Besnier mfl. 2022). Seleksjon mot innkryssede individer er dokumentert ikke bare i Norge (Wacker mfl. 2021), men også i Canada (Sylvester mfl. 2019, Wringe mfl. 2018). Høyere nivå av innkryssing i oppdrettsintensive områder er dokumentert i Norge, og også i Skottland (Gilbey mfl. 2021, Diserud mfl. 2022).

Vurderingen av påvirkningsgrad og risiko for ytterligere påvirkning i 2021 er den samme som i 2020.

7.2.13 Menneskepåvirket predasjon

I tidligere trusselvurderinger har vitenskapsrådet inkludert kategorien menneskepåvirket predasjon, men denne er 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 mfl. 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.

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning har nylig gitt ut en rapport som oppsummerer effekter av predasjon på laks (VRL 2022a). Hovedkonklusjonene er at i laksebestander som når gytebestandsmålene er det usannsynlig at predasjon fra en vanlig samlevende predator vil drive bestandene til svært lave nivåer eller utryddelse, mens i en laksebestand som er sterkt redusert på grunn av stor ekstra dødelighet, for eksempel ved overbeskatning eller stor dødelighet fra lakselus, kan predasjon ytterligere redusere laksebestanden og gjøre gjenoppbygging av bestanden svært vanskelig. Predatorkontroll er svært vanskelig, og det finnes få eksempler på gode resultater – i alle fall over tid. En laksebestand kan raskt reduseres til lav tetthet gjennom overfiske og andre menneskeskapt påvirkninger, men når laksebestanden først har blitt redusert kan økt naturlig dødelighet fra predasjon gjøre det mye mer krevende å bygge opp laksebestanden enn det var å redusere den. Det er stor risiko for at bestander som er sterkt redusert forblir ved et svært lavt nivå, blant annet på grunn av effekter av naturlig predasjon. Selv når årsaken til at de gikk tilbake blir redusert eller fjernet, så har svært reduserte bestander vist seg vanskelige å gjenoppbygge. Vitenskapsrådet ga som før var baserte råd til forvaltningen at de ikke bør la laksebestander reduseres til lave nivå, og at årsakene til at bestandene blir redusert bør fjernes så tidlig som mulig. Det bør gjøres tidlige og relativt små forvaltningstiltak som har som mål å holde laksen i vassdraget trygt over mulige vippepunkt, heller enn å måtte gjøre store og kostbare tiltak senere.

7.2.14 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 scenarioet, 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 ble gjennomgått i detalj i et eget kapittel i fjorårets rapport (VRL 2021). 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 klimaindekser eller endringer. 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, Arevalo mfl. 2021). Nye, omfattende analyser har også vist at storskala endringer i laksens beiteområder i havet påvirker både vekst og tidspunkt for kjønnsmodning hos norsk laks (Vollset mfl. 2022).

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 har 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. Vi har derfor satt en økning på påvirkningsaksen (økt effekt på produksjon), men ingen endring på risikoaksen. Graden av dokumentasjon settes til 2 og samstemthet settes til 3.

7.2.15 Fysiske inngrep

Fysiske inngrep inkluderer endringer i laksens 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. 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 betydelig tilbake etter at det ble utført omfattende gravearbeider for å flomsikre elven i månedene i etter flommen (Pulg mfl. 2020). NVE har beregnet at kostnadene knyttet til sikringstiltak mot flom i norske vassdrag i perioden frem til 2100 vil beløpe seg på om lag 39 milliarder NOK (Kalsnes mfl. 2021). Det finnes god kunnskap om hvordan flomverntiltak kan gjennomføres uten å gi redusert fiskeproduksjon (Pulg mfl. 2020), men denne kunnskapen 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. Munningsområdet er et nøkkelområde for sjøørret og for tidlig overlevelse for laksesmolt fra Tanavassdraget. Etter innsigelser fra Statsforvalteren på miljøeffekter har planarbeidet stanset opp, og i brev til Samferdselsdepartementet i desember 2021 anbefalte Kystverket på bakgrunn av innsigelsene at det videre planarbeidet avsluttes.

Kunnskapen om effekten er god for mange av de fysiske inngrepene, og graden av dokumentasjon settes til 3. Det er noe sprik i dokumentasjonen, og samstemtheten settes til nivå 2. 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 vil gi økt oppmerksomhet om restaureringsprosjekter, som kan bidra til å bedre miljøforhold i laksevassdrag som er påvirket av ulike fysiske inngrep. Vurderingen av påvirkningsgrad og risiko for ytterligere påvirkning i 2022 er den samme som i 2021.

7.2.16 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, men forekomsten økte kraftig i antall og utbredelse fra og med 2017. Pukkellaksinvasjonen i mer enn 260 norske elver i 2017, i 160 elver i 2019 og 271 elver i 2021 (Berntsen mfl. 2020) viser at forekomsten av pukkellaks har vært i betydelig økning. I 2017 ble det registrert fanget 6 600 pukkellaks i sjø og elver i Norge, mens i 2019 var fangsten økt til 20 000 pukkellaks, og i 2021 til mer enn 205 000 pukkellaks (over 165 000 i elvene og over 40 000 i kilenøter eller med håndsnøre i sjøen). Tallene kan ikke direkte sammenlignes mellom årene, fordi pukkellaks først i 2019 ble 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 2021. I 25 elver var den totale fangsten av pukkellaks mer enn 1000 individ i 2021. Pukkellaks har blitt fanget i mindre antall i elver over hele Sør-Norge.

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 partalls pukkellaks, 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 2019). 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.

Pukkellaks er ført opp på Artsdatabankens fremmedartliste i kategorien høy risiko, og er en art som kan etablere seg i elvene og gjøre skade på laks, sjøørret og sjørøye. De kan være svært tallrike. De kan ha en aggressiv atferd mot andre fisk, 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 er særlig aktuelt 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 det 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 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 yngel av både lokale laksefisk og pukkellaks (Bailey mfl. 1975). Oppsummert er det betydelig usikkerhet om effekten av konkurranse mellom pukkellaksavkom og andre laksefiskunger.

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

¹⁰ www.ssb.no

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 Barentshavet og Nordishavet de siste 20 årene kan ha vært 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 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. 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, 2019 og 2021. Det er gjort relativt få tiltak, selv om det lokalt ble gjort en stor innsats med uttak av pukkellaks i enkelte elver i 2021. Det finnes i tillegg lite kunnskap om effekten av de ulike tiltakene. Risiko for ytterligere skade knyttet til pukkellaks er moderat-høy selv om det nå planlegges omfattende tiltak, fordi områdene med mye pukkellaks ser ut til å øke utover de områdene der omfattende tiltak er planlagt. Vi har vurdert at risiko for ytterligere produksjonstap av laks er moderat, og at risiko for at laksebestander skal bli truet eller tapt er lav. Risiko for ytterligere skade har økt sammenlignet med tidligere vurderinger. Grad av dokumentasjon settes til 2 og samstemthet settes til 1.

7.2.17 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*), regnlaue (*Leucaspis delineatus*) 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 laksevassdrag. 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, Kleiven & 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 i 2012 til 200 i 2013. I gjennomsnitt ble 29 900 regnbueørret rapportert rømt per år i perioden 2012-2021. I 2021 rømte 7700. I 2019 inngikk regnbueørret for første gang i offisiell fangststatistikk. I elvene ble det rapportert fanget 103 regnbueørret i 2019, 81 i 2020, og 204 i 2021 (SSB). Regnbueørret ble fanget i elver fra Agder i sør til Finnmark i nord. Flest ble fanget i Rogaland og Nordland. I sjølaksefisket ble det rapportert fanget 31 regnbueørret i 2019, 14 i 2020 og 23 i 2021. I 2021 var fangst i sjø primært rapportert fra Troms og Finnmark. Rømt regnbueørret kan være et reservoar for lakselus og en mulig smittekilde for sykdom. 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). Erfaringene så langt tyder imidlertid på at dette er en art som har vanskeligheter med å etablere seg i norske vannforekomster, og i innsjøer der arten i perioder har hatt selvreproduserende bestander har disse ofte senere dødd ut (Forsgren mfl. 2018). Kun to lokaliteter (Nedre Setervatnet og Kråkstadelva, Akershus) har i dag kjente forekomster av selvreproduserende regnbueørret (Forsgren mfl. 2018).

Påvirkningsfaktoren andre fremmede arter enn pukkellaks ligger relativt lavt langs begge aksene. Der effekten på produksjon er anslått har den vært relativt lav. Vurderingen av påvirkningsgrad og risiko for ytterlige påvirkning i 2022 er den samme som i 2021. Grad av dokumentasjon settes til 2 og samstemthet settes til 1.

7.2.18 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 7.2.14). 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).

Post-smolt fra Sør-Norge, Vest-Norge og Midt-Norge har Norskehavet som et viktig beiteområde den første sommeren i havet. Rundt år 2005 var det en nedgang i mengde arktisk vann som ble transportert inn i Norskehavet med Østislandstrømmen. I Norskehavet sammenfaller dette med en nedgang i mengden næringsstoffer om vinteren og dyreplankton om våren for årene 2006-2016 (Skagseth mfl. 2022). Endringene i Norskehavet rundt år 2005 sammenfaller også med

en klar reduksjon i vekst og senere kjønnsmodning for laksen som returnerte til Sør-Norge, Vest-Norge og Midt-Norge i 2006 og påfølgende år (Vollset mfl. 2022). Det er derfor sannsynlig at redusert produktivitet i Norskehavet som følge av storskala endringer i vannstrømmer hadde en negativ innvirkning på norsk laks. Dette støttes også av en nedgang i magefylling, hovedsakelig knyttet til en reduksjon i mengden fiskelarver i magene for post-smolt fanget i Norskehavet i årene 2008-2019 sammenlignet med årene 1995-2004 (Utne mfl. 2022). I årene 2017-2019 var det igjen en økning av arktisk vann i Norskehavet, men da bare for de øverste 200 meter av vannsøylen. Dette ser ut til å ha bedret beiteforholdene i Norskehavet noe, da post-smolten hadde en større mengde dyreplankton i magene disse årene sammenlignet med det foregående tiåret (Utne mfl. 2021a).

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. 2021b). Mengden fiskelarver i magene til post-smolt fanget i Norskehavet i perioden 1995-2019 var negativt korrelert med størrelsen på gytebestanden av makrell (Utne mfl. 2022). Dette kan bety at makrellens predasjon på fiskelarver medfører dårligere beiteforhold for post-smolten i Norskehavet når makrellbestanden er stor. Siden makrellbestanden økte i perioden med redusert innstrømming av arktisk vann inn i Norskehavet, som gav lavere produktivitet i Norskehavet, er det vanskelig å fastslå effekten av makrellens beitetrykk på post-smoltens mattilgang. Gytebestandene av makrell, norsk vårgytende sild og kolmule har samlet sett avtatt fra drøyt 15 millioner tonn i 2017 til knapt 11 millioner tonn i 2021 (ICES 2021b). 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).

En rekke elver i Nord-Norge har utløp i Barentshavet, og dette havområdet er dermed et viktig beiteområde for smolt som vandrer ut fra disse elvene. I tillegg viser merkeforsøk at voksen laks fra elver i Nord-Norge som har gytt tidligere og er ute på en ny havvandring, ofte beiter i Barentshavet (Rikardsen mfl. 2021). Lodde er et viktig byttedyr for laks som har vært minst én vinter i sjøen (Renkawitz mfl. 2015). For laks fra Tana har det blitt påvist en sammenheng mellom frekvensen av genet vgLL3 som gir stor laks og sen kjønnsmodning, og mengde lodde i Barentshavet (Czorlich mfl. 2022). Denne loddebestanden har hatt flere kollapser, senest i 2016, men er nå på vei opp igjen. Det var et kommersielt fiske på denne loddebestanden for første gang på flere år vinteren 2022. Også loddebestanden som beiter ved Island og Grønland (Islandslodde) har vært liten i perioden 2018-2020, men har i 2021 og 2022 tatt seg opp igjen også i dette området. Norsk laks beiter også ved Island og Grønland, og en økning i loddebestanden der vil trolig bedre beiteforhold i dette området.

Den biologiske produktiviteten i de kystnære farvannene i Sør-Norge og Midt-Norge har blitt redusert de siste 15-20 årene, selv om forståelsen av denne utviklingen fremdeles er mangelfull. Planktonreduksjonen i Norskehavet fra og med 2005 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 eller 2021.

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.

7.2 Samlet vurdering

Rømt oppdrettslaks og lakselus er ut fra vurderingen de største truslene mot norsk laks (**figur 7.1** og **7.3**). 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 kan bidra 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 de senere årene.

Infeksjoner knyttet til fiskeoppdrett er også en betydelig bestandstrussel, med en høy plassering langs påvirkningsaksen og relativt høy risiko for ytterligere skade. 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 klimaendringer, fysiske inngrep i vassdragene, pukkellaks og vannkraftregulering. Disse har lavere risiko for ytterligere framtidig redusert produksjon og tap av bestander enn de tre faktorene knyttet til fiskeoppdrett.

Klimaet er i rask endring, og klimaendring er vurdert som en større trussel enn ved tidligere vurderinger når det gjelder påvirkning på bestandene. Effekter av klimaendringer på laksebestander ble grundig vurdert i VRL (2021). 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. Usikkerhet om framtidig utvikling er imidlertid 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 den bidrar til reduserte effekter av klimaendring.

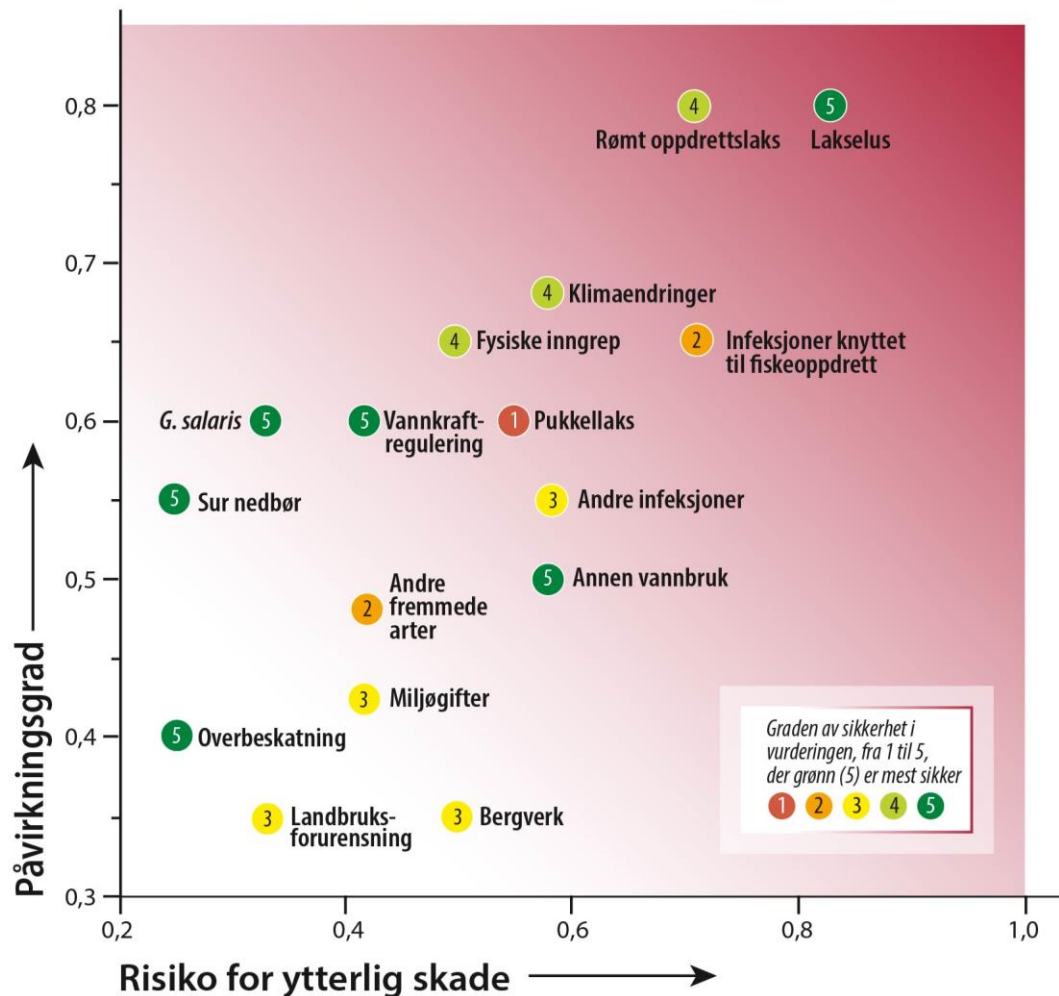
Pukkellaks er en trussel som de siste årene har vært under betydelig utvikling på grunn av en markant økning i antall og geografisk utbredelse. Kunnskapen om effekten er mangelfull. Usikkerheten om framtidig utvikling er stor, men på grunn av de økte mengdene pukkellaks i 2021 er risiko for ytterligere skade vurdert som større enn tidligere. For å redusere risiko for skade på villaks er det behov for nasjonale og internasjonale tiltak mot pukkellaks.

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.

Annen vannbruk enn til kraftproduksjon, som til settefiskanlegg for lakseoppdrett eller kultivering, eller vanninntak til industri og landbruk, påvirker et større antall vassdrag enn vi har hatt informasjon om før. Annen vannbruk har siden i fjor derfor blitt vurdert som en større trussel enn ved tidligere vurderinger.

Parasitten *G. salaris* har vært en av de store truslene mot laks, men vellykkede utryddelsesaksjoner har medført at stedegne 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. Sur nedbør har også vært en av de store truslene mot laks, men har på grunn av omfattende kalkingstiltak og reduserte utslipp liten risiko for ytterligere framtidig skade, og negativ påvirkning på bestandene er vurdert som lavere enn før.

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 7.3. Plassering av de ulike trusselfaktorene i et påvirknings- og risikodiagram. Faktorene kan grovt kategoriseres etter systemet som er vist i **figur 7.1**, og bakgrunnsfargen viser alvorlighetsgrad (mørk farge mest alvorlig). Fargene på punktene symboliserer graden av sikkerhet i vurderingen, basert på hvor godt dokumentert effekten er, og hvor samstemt dokumentasjonen og ekspertene er i vurderingen, etter en femdelt skala (se **figur 7.2**).

8 SAMLET VURDERING AV STATUS FOR LAKS I 2021

8.1 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 523 000 laks. Innsiget er altså mer enn halvert i løpet av de siste 39 årene. I 2021 kom det ca. 403 000 laks fra havet, noe som er en markant reduksjon fra året før (563 000 laks) og det laveste i tidsserien. Innsiget har vært på et generelt lavt nivå de siste 15 årene. Det var en svakt økende trend fra bunnåret 2009 (409 000 laks) til 2020, men denne trenden er nå borte.

Den samlede beskatningen av innsiget av laks har blitt mer enn halvert siden 1983, først på grunn av at drivgarnsfisket ble forbudt fra 1989, og deretter ved at fiskesesongen ble kortere og at færre fiskere deltok i sjølaksefisket (Mørkved & Krokan 1997, Prytz 1997, Fangel mfl. 2008). Etter 2009 ble det innført ytterligere begrensninger i sjølaksefisket, ved kortere sesong og stans av fisket i store kystområder, og i elvefisket ved at vassdrag har blitt stengt for fiske, fiskesesongen er nedkortet, innføring av kvoter og økt grad av 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 2021 var 183 vassdrag stengt for laksefiske. I de nye reguleringene for sjølaksefisket har det blitt tatt enda større hensyn til små og sårbare bestander, noe som har medført at kilenotfisket har blitt stengt i alle kystområder og i mange fjorder sør for Finnmark. I tillegg ble fisket stengt i Tanavassdraget, Tanafjorden og nærliggende sjøområder fra og med 2021.

På 1980-tallet, da drivgarnsfisket pågikk, ble bare 20 % av lakseinnsiget igjen som gytefisk i elvene etter fangst, mens etter 2014 ble ca. 60 % av laksen igjen som gytefisk. I 2021 ble 71 % av laksen 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 39 årene. Fra de første fem årene i tidsserien fra 1983 til de siste fem årene har gytebestanden økt med nesten 112 000 gytefisk.

I perioden 2018-2021 hadde 93 % 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. 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 (avlivet fisk) har blitt redusert fra ca. 1500 tonn på 1980-tallet til 500-600 tonn etter 2008 og rekordlave 295 tonn i 2021. Fra 2020 til 2021 sank det høstbare overskuddet markant og var det laveste i serien som starter i 2010. Fordi beskatningen også sank til et minimum på 28 %, forble oppnåelse av forvaltningsmålene omtrent like god som i årene før 2021.

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 2021a). Redusert innsig og høstbart overskudd fra 2020 til 2021 var markant i alle deler av landet, og det er derfor sannsynlig at dårlige overlevelseshold i havområdene er en viktig årsak. Kunnskapen om årsakene til redusert overlevelse i havområdene 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, Vollset mfl. 2022). Økt alder ved kjønnsmodning etter årtusenskiftet har også bidratt til redusert lakseinnsig, målt i antall fisk (kapittel 3). I de fem siste årene var imidlertid alder ved kjønnsmodning mer lik situasjonen før årtusenskiftet. Lokale og regionale menneskeskapte faktorer påvirker laksen i stor grad, i tillegg til disse storskala endringene i havet.

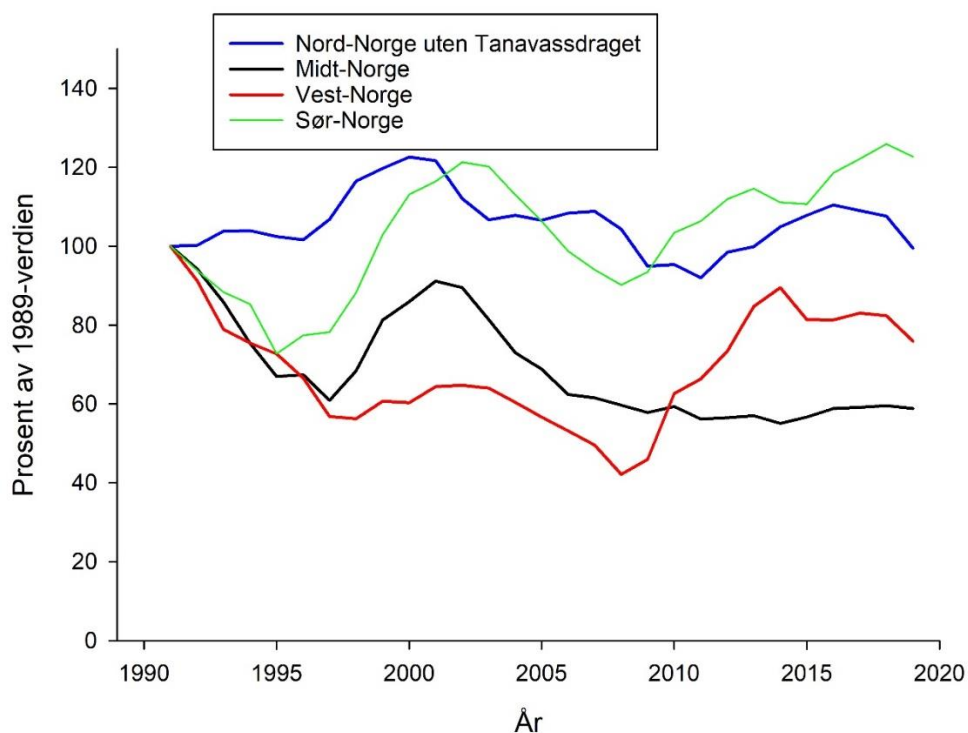
8.2 Status for laks i de ulike regionene av landet

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 i neste kapittel går vi nærmere inn på dette.

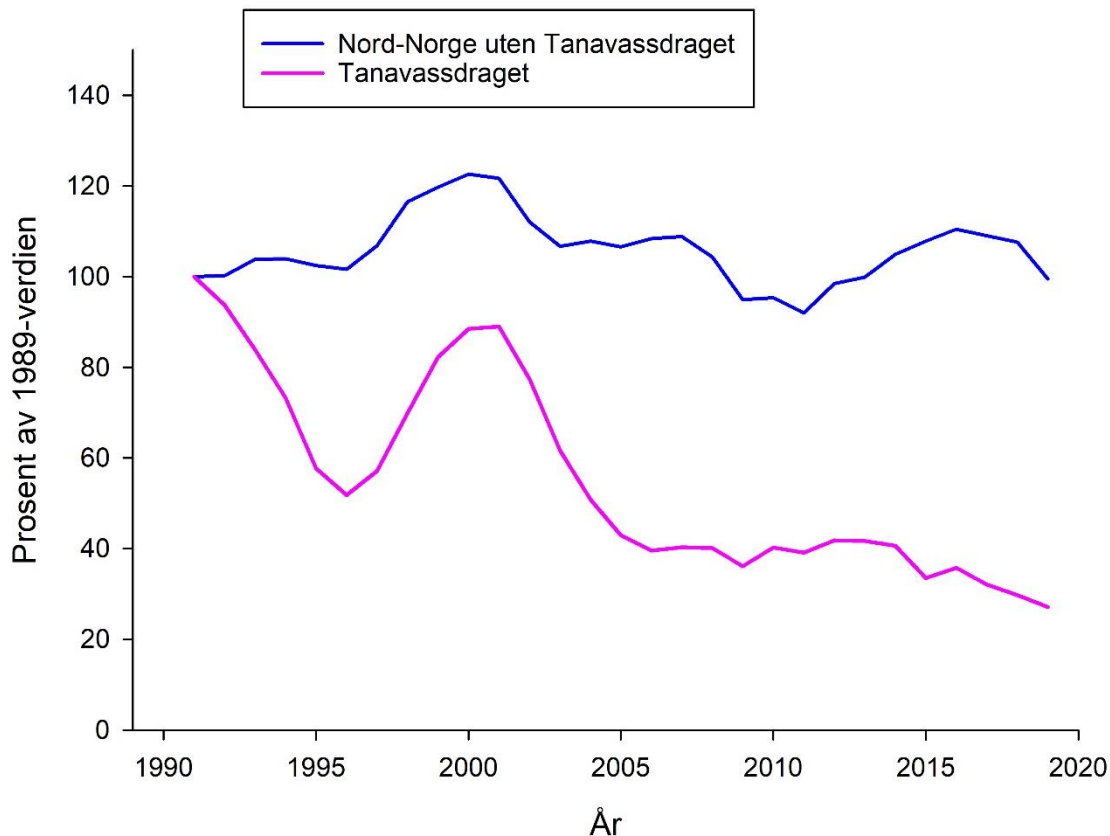
Mens innsiget av laks til resten av Nord-Norge har vært relativt stabilt, har innsiget til Tanavassdraget avtatt markant, og fra tidlig 2000-tallet vært mindre enn halvparten så stort som i 1989 (**figur 9.2**). Den negative utviklingen har fortsatt i de senere årene, og innsiget i 2021 var på det laveste registrerte nivå for Tanavassdraget. I de senere årene har innsiget til Tanavassdraget ligget på rundt 30 % av innsiget i 1989, mens i resten av Nord-Norge er innsiget omtrent like stort som i 1989. 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. Fisket i Tanavassdraget er regulert etter avtaler mellom Norge og Finland, og mens beskatningen i andre elver i region Nord-Norge generelt har sunket etter årtusenskiftet holdt beskatningen seg høy (ca. 60 % av elveinnsiget) i Tanavassdraget fram til 2017 (Anon. 2021 og egne beregninger). Beskatningen ble altså ikke redusert i takt med redusert innsig, og mange av bestandene i vassdraget har vært sterkt overbeskattet i mange år. Våren 2016 ble det etter mange år med forhandlinger vedtatt en ny avtale med Finland om fisket i Tanavassdraget som skulle 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. Stans i fisket ble videreført i 2022. Sjøoverlevelsen til laks fra Tanavassdraget og andre deler av Finnmark synes å ha vært lav for laks som returnerte både i 2019, 2020 og 2021, og dette medførte at antall gytefisk bare økte svakt selv etter at fisket ble stengt i 2021. Flere av laksebestandene i Tanavassdraget har svært dårlig status. Oppnåelse av gytebestandsmål for vassdraget samlet sett var på ca. 75 % for den siste fireårsperioden, men flere bestander i sidevassdrag hadde måloppnåelser under 50 %. I Tanavassdraget er det flere fiskearter som er generalistpredatorer, og som kan være effektive predatorer på laksesmolt (særlig gjedde, Svenning mfl. 2020). Disse kan bidra til å opprettholde høy dødelighet selv om fangstdødeligheten har blitt svært lav etter stenging av fisket både i vassdraget og i fjorden utenfor. I vitenskapsrådets utredning om predasjon på laks (VRL 2022a) blir det advart mot kombinasjonen av dårlig oppnåelse av gytebestandsmål på grunn av overbeskatning og økt effekt av predasjon som kan gjøre at bestandene blir låst på et lavt nivå, i et predasjonshull. Det kan ikke utelukkes at et slikt fenomen er aktivt i deler av Tanavassdraget, og at dette vil gjøre gjenoppbyggingen av bestandene svært krevende.

I de senere år har det vært en reduksjon i det høstbare overskuddet i region Nord-Norge, og spesielt i 2021 var det høstbare overskuddet markant lavere enn tidligere år (se **figur 5.15**). Det var stor variasjon i høstbart overskudd innen regionen, men ikke noe klart geografisk mønster.

Dette tyder på at redusert innsig og høstbart overskudd skyldes generelt dårligere overlevelseshforhold i havområdene som laksen fra de nordlige elvene bruker.



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 2021, 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 2019 er gjennomsnittet for årene 2017-2021. 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 2021, 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 2019 er gjennomsnittet for årene 2017-2021. Innsiget er gitt for alle størrelsesgrupper laks samlet. Samme figur er også vist i kapittel 2.

8.3 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 fått påvist store genetiske endringer grunnet innkryssing av rømt oppdrettslaks (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 6) 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 og med 2012 finnes det modellbaserte beregninger av dødelighet for utvandrende smolt fra alle lakselvene 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. Overvåkingen har imidlertid vist at smittepresset siden 1990-tallet har vært variabelt, men i perioder høyt, særlig i Vest-Norge, men også sør i Midt-Norge (VRL 2012a, Finstad mfl. 2011, Thorstad mfl. 2014). For eksempel var smittepresset høyt utenfor Trondheimsfjorden i 2011 og 2012 (Svåsand mfl. 2017), noe som ga spesielt lite mellomlaks og storlaks til de store lakseelvene i fjorden i 2013 og 2014 (VRL 2015).

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 7). 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 fire 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. I 2021 var det på nytt høyt smittepress i Sognefjorden og Sunnmøre, og også i nordre del av Boknafjorden og Hardangerfjorden.

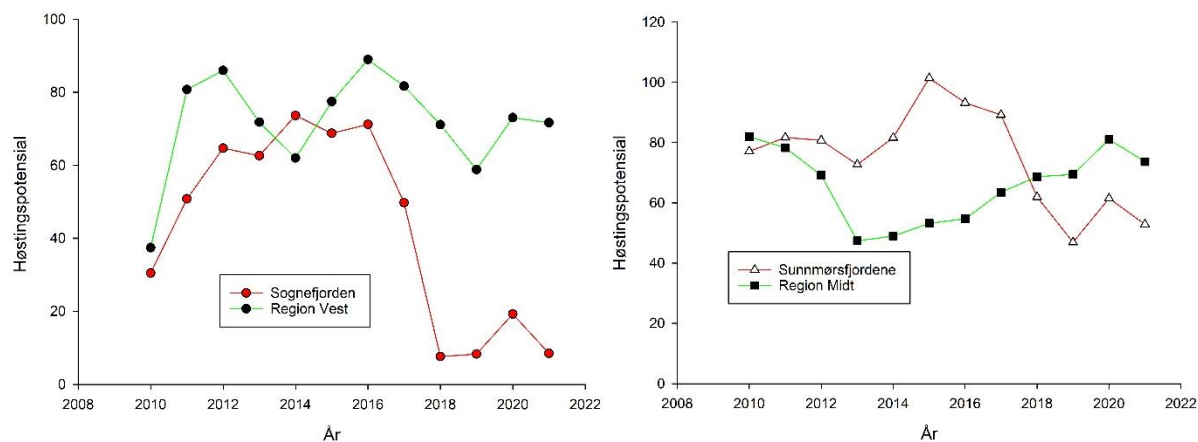
De siste fire årene har det vært en markant reduksjon i innsig og høstbart overskudd i bestander i indre deler av Sognefjorden og i flere bestander i Sunnmørsfjordene. Den dårlige tilstanden vises godt ved å sammenligne det høstbare overskuddet i disse områdene med gjennomsnittet i regionene (**figur 9.3**). I Sognefjorden er laksebestandene utsatt for et høyt smittepress fra lakslus samtidig som flere bestander er under reetablering etter behandling mot *G. salaris*, eller er utsatt for andre påvirkninger som vannkraftregulering og andre fysiske inngrep, og det høstbare overskuddet har vært svært lavt eller manglende de siste fire årene. 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 generelt god i 2019-2021 ut fra oppnåelse av gytebestandsmål og høstbart overskudd for de tre bestandene med store fiskeutsetninger (Årøyelva, Daleelva¹¹ og Vikja), samt i Sogndalselva, og dårlig eller svært dårlig i resten av vassdragene. 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 vannkraftproduksjon, 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. I 2021 var det ikke noe høstbart overskudd i Nærøydalselva, Flåmselva, Aurlandselva og Lærdalselva, og overskuddet var lavt også i Sogndalselva. 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 gytefisketellingene. I 2020 og 2021 økte antallet gytefisk til henholdsvis 56 og 80 gytefisk, men oppnåelsen av gytebestandsmålet var fortsatt svært dårlig, selv om det ikke ble fisket. I Flåmselva har det ikke vært åpnet for ordinært fiske i noen av de 13 årene etter 2008 (to år med én måned sesong og gjenutsetting av all villaks).

Det andre området som har vært spesielt sterkt påvirket av lakselus i de siste årene 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 2021. Det er variasjon i bestandsstatus blant de 18 vurderte bestandene på Sunnmøre, men mange har

¹¹ Utsettingene i Daleelva er avsluttet nå

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 én bestand med et minimalt overskudd. I 2021 omtrent som i 2020, med åtte bestander i dårlig eller svært dårlig tilstand, hvorav fire bestander ikke hadde noe høstbart 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 og gytebestandene i utgangspunktet er små (VRL 2022a). 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. I 2021 ble det bare observert 16 smålaks i gytefisktelinger i Barstadvikelva og 29 smålaks og 12 mellomlaks i tellingene i Storelva, noe som er langt under det som trengs for å nå gytebestandsmålene.

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. Gjennomsnittlig (veid med gytebestandsmål) høstingspotensial (høstbart 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 beregninger og risikovurdering fra Havforskningsinstituttet (Johnsen mfl. 2019, 2020, Johnsen & Karlsen 2021, Grefsrud mfl. 2021) er det sannsynlig at effekten av lakselus på innsiget vil opprettholdes eller øke i de nærmeste årene. Videre vekst gjennom trafikklusordningen, unntaksbestemmelser i ordningen og tildelte utviklingskonsesjoner samt økende utfordringer med både medikamentell og ikke-medikamentelle metoder for avlusing i oppdrettsanleggene (Sommerset mfl. 2021, Helgesen mfl. 2022) tilsier at risikoen for at ytterligere bestander blir kritisk truet er høy.

9 REFERANSER

- 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 (1): 49-65.
- 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.
- Anon. 2021. Status for laksebestandene i Tanavassdraget i 2021. Rapport fra overvåknings- og forskningsgruppen for Tana nr 1/2021.
- Arneberg P. & Jelmert A. (red) 2017. Status for miljøet i Barentshavet - rapport fra Overvåkningsgruppen 2017. *Fisken og havet*, særnr. 1b-2017.
- Bailey, J.E., Wing, B.L. & Mattson, C.R. 1975. Zooplankton abundance and feeding habits of fry of pink salmon, *Oncorhynchus gorbuscha*, and chum salmon, *Oncorhynchus keta*, in Traitors Cove, Alaska, with speculations on the carrying capacity of the area. *Fisheries Bulletin* 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.
- 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.
- Bechmann, M., Stenrød, M., Kværnø, S. & Eggestad, H.O. 2021. Erosjon og tap av næringsstoffer og plantevernmidler fra jordbruksdominerte nedbørfelt - Sammendragsrapport fra Program for jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA) for 1992-2019. NIBIO-rapport 7/135
- 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.
- Berntsen, H.H., Sandlund, O.T., Thorstad, E., Fiske, P. 2020. Pukkellaks i Norge, 2019. NINA Rapport 1821: 1-37.
- Besnier, F., Ayllon, F., Skaala, Ø., Solberg, M.F., Fjeldheim, P.T., Anderson, K., Knutar, S., Glover, K.A. 2022. Introgression of domesticated salmon changes life history and phenology of a wild salmon population *Evolutionary Applications* 15: 853-864.

- Bolstad, G.H., Hindar, K., Robertsen, G., Jonsson, B., Sægrov, 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.
- Bolstad, G.H., Karlsson, S., Hagen, I.J., Fiske, P., Sægrov, H., Florø-Larsen, B., Sollien, V.P., Østborg, G., Diserud, O.H., Jensen, A.J., Hindar, K. 2021. Introgression from farmed escapees affects the full life cycle of wild Atlantic salmon. *Science advances* 1: 52.
- Bradbury, I., Duffy, S., Lehnert, S.J., Jóhannsson, R., Hlodver, F., Castellani, M., Burgetz, I., Sylvester, E., Messmer, A., Layton, K., Dempson, J.B., Fleming, I.A. 2020. Model-based evaluation of the genetic impacts of farm-escaped Atlantic salmon on wild populations. *Aquaculture Environment Interactions* 12:45-59.
- 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.
- 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. 2017. Shifts in North Sea forage fish productivity and potential fisheries yield. *Journal of Applied Ecology* 55: 1092-1101.
- Czorlich, Y., Aykanat, T., Erkinaro, J., Orell, P. & Primmer C.R. 2022. Rapid evolution in salmon life history induced by direct and indirect effects of fishing. *Science* 376(6591): 420-423.
- 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., 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.
- 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., Karlsson, S., Glover, K.A., Næsje, T., Aronsen, T., Bakke, G., Barlaup, B., Erkinaro, J., Florø-Larsen, B., Foldvik, A., Heino, M., Kanstad-Hanssen, Ø., Lo, H., Lund, R.A., Muladal, R., Niemelä, E., Økland, F., Østborg, G.M., Otterå, H., Skaala, Ø., Skoglund, H., Solberg, I., Solberg, M.F., Sollien, V.P., Sægrov, H., Urdal, K., Wennevik, V., Hindar, K. 2022. Natural and anthropogenic drivers of escaped farmed salmon occurrence and introgression into wild Norwegian Atlantic salmon populations. *ICES journal of Marine Science* 79: 1363-1379
- 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). I Buckley, P.J., Baxter, J.M. & Wallace, C.J. (red.) Marine Climate Change Impacts Partnership Science Review 2013. Lowestoft, UK. MCCIP Secretariat.
- Fangel, K., Andersen, O. & Aas, Ø. 2008. Sjølaksefiske med faststående redskap i Norge i 2007. Kjennetegnet ved fiskere, fiskeutøvelse og holdninger til regulering av fiske. NINA Rapport 406: 1-56.
- 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. 2017. Sikker toveis fiskevandring forbi vannkraftverk. Kunnskapsoppdatering og mønsterpraksis. SINTEF Rapport 2017:00723, 69 s.
- Fjeldstad, H.-P., Pulg, U. & Forseth, T. 2018. Safe two-way migration for salmonids and eel past hydropower structures in Europe – a review and recommendation for best practice solutions. *Marine and Freshwater Research* 69: 1834-1847.
- 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.
- Forseth, 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., Gjosæter, 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.
- Forsgren, E., Hesthagen, T., Finstad, A.G., Wienerroither, R., Nedreaas, K. & Bjelland, O. 2018. *Oncorhynchus mykiss*, vurdering av økologisk risiko. Fremmedartslista 2018. Artsdatabanken. Hentet (2022, 18. mai) fra <https://www.artsdatabanken.no/fab2018/N/28>

- 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.
- 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.
- 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., 2021. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – vannkjemiske effekter 2020. Miljødirektoratet-rapport M–2102.
- 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., Gjessing, M.C., Moldal, T. & Gjevne, A-G. 2018. A survey of salmon gill poxvirus (SGPV) in wild salmonids in Norway *Journal of Fish Diseases*, 41: 139-145.
- 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.
- Gilbey, J., Sampayo, J., Cauwelier, E., Malcolm, I., Millidine, K., Jackson, F. & Morris, D.J. 2021. A national assessment of the influence of farmed salmon escapes on the genetic integrity of wild Scottish Atlantic salmon populations. *Scottish Marine and Freshwater Science* 12:12.
- Gjelland, K.Ø. & Sandlund, O.T. 2012. Pukkellaks, *Oncorhynchus gorbuscha*. Artsdatabanken faktaark nr. 283, ISSN 1504-9140.
- 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., 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., 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., 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., Lamberg, 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.
- 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.
- 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.
- 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., 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., 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.
- Grefsrud, E., Andersen, L.B., Bjørn, P.A., Grøsvik, B.E., Hansen, P.K., Husa, V., Karlsen, Ø., Kvamme, B.O., Samuelsen, O., Sandlund, N., Solberg, M.F. & Stien, L.H. (red.). 2022. Risikorapport norsk Fiskeoppdrett 2022 – Risikovurdering – effekter på miljø og dyrevelferd i norsk fiskeoppdrett. Rapport fra havforskningen 2022-12.
- 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.
- Hansen, L.P., Fiske, P., Holm, M., Jensen, A.J. & Sægrov, H. 2007. Bestandsstatus for laks 2007. Rapport fra arbeidsgruppe. Utredning for DN, 2007-2: 1-54 + 34 siders vedlegg.
- Harboe, T., & Skulstad, O.F. 2013. Undersøkelse av maskeåpning og smoltstørrelse. Rapport fra havforskningen nr. 22-2013.
- Harvey, A., Skaala, Ø., Borgstrøm, R., Fjeldheim, P.T., Andersen, K.C., Utne, K.R., Johnsen, I.A., Fiske, P., Winterthun, S., Knutar, S., Sægrov, H., Urdal, K. & Glover, K.A. 2022. Time series covering up to four decades reveals major changes and drivers of marine growth and proportion of repeat spawners in an Atlantic salmon population. *Ecology and Evolution* 12(4): e8780.
- 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.
- 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).
- 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.
- Helgesen, K.O., Horsberg, T.E., Stige, L.C. & Tarpai, A. 2022. The surveillance programme for resistance in salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) in Norway 2021. Surveillance program report 8-2022. Veterinærinstituttet 2022, 24s.
- 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. 2007. Non-native freshwater fishes in Norway: history, consequences and perspectives. *Journal of Fish Biology* 71 Supplement D: 173-183.
- 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. 2012. Gjedde, sørv og suter: status, vektorer og tiltak mot uønsket spredning. NINA Rapport 669: 45 s.
- 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 innkrysning og bestandsstatus. NINA Rapport 1461: 1-55.
- 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 2021a. Working group on North Atlantic salmon (WGNAS). *ICES Scientific Reports* 3:29: 1-407.
- ICES. 2021b. Working Group on Widely Distributed Stocks (WGWIDE). *ICES Scientific Reports* 3:95 874 s. <http://doi.org/10.17895/ices.pub.8298>
- 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.
- Jansen, P.A. & Gjerde, B. 2021. Comment on “Salmon lice-induced mortality of Atlantic salmon post-smolt during migration in Norway” by Johnsen et al. (2021). *ICES Journal of Marine Science* 78: 3847-3851.
- Jensen, A.J., Sægrov, H., Hansen, L.P., Fiske, P. & Gjøsæter, 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.
- 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, 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., Sævik, P.N. & Ådlandsvik, B. 2019. Utvandring av virtuell postsmolt 2018/2019. Rapport fra Havforskningen 2019-55.
- 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
- Johnsen, I.A., Harvey, A., Næverlid Sævik, P., Sandvik, A. D., Ugedal, O., Ådlandsvik, B., wennevik, V., Glover, K.A. & Karlsen, Ø. 2021. Reply to Jansen and Gjerde's (2021) critique

- of the salmon louse infection model reported in Johnsen et al.(2021). ICES Journal of Marine Science 78: 3852-3857.
- Johnsen, I.A. & Karlsen 2021. Estimert dødelighet for utvandrende postsmolt av laks 2012-2021. Rapport til Mattilsynet OK-program 56827 – Lakselusovervåking. Rapport fra Havforskningen, Nr. 2021-53.
- 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.
- Kalsnes, B., Solheim, A., Sverdrup-Thygeson, K., Dingsør-Dehlin, F., Wasrud, J., Indrevær, K. & Bergbjørn, K. 2021. Flom og skred-sikringsbehov for eksisterende bebyggelse (FOSS). NVE Rapport nr. 20/2021.
- 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.
- Kaste, Ø., Gundersen, C.B., Poste, A., Sample, J.E. & Hjermann, D.Ø. 2022. The Norwegian river monitoring programme 2020 – water quality status and trends. NIVA-rapport 7738.
- 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 665: 1-115
- 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.
- 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 V.Y. & Levanidova I.M. 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 (I Pacific Salmon: Selected Articles from Soviet Periodicals, s. 269-284. Jerusalem: Israel Program for Scientific Translations).
- 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.
- 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.
- 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.
- Madhun, A.S., Garseth, Å.H., Einen, A.C., Fiksdal, I.U. Sindre, S., Karlsson, S. Biering, E., Barlaup, B. Karlsbakk, E. 2016. Annual report on health monitoring of wild anadromous salmonids

- in Norway. Annual report 2015. Institute of Marine Research No. 22-2016. Norwegian Veterinary Institute No. 16-2016.
- 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 to identify farmed Atlantic salmon escapees in the wild. *Aquaculture Environment Interactions* 11: 417-427.
- 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.
- 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.
- McDonald, J. 1960. The Behaviour of Pacific Salmon Fry During Their Downstream Migration to Freshwater and Saltwater Nursery Areas. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 17: 655-676.
- 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.
- 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.
- Miljødirektoratet, 2022. Plan for kalking av vassdrag i Norge - Handlingsplan for perioden 2022-2026. Miljødirektoratet-rapport M-2197.
- 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.
- 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, E., Moen, V., Skår, K., Sæter, L., Vatne, T. 2005. Bekjempelsen av *Gyrodactylus salaris* i Ranaregionen 2003- 2004. VESO-rapport 1-2005: 1-230.
- 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.
- 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., 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, 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, 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
- Nylund, A., Brattespe, J., Plarre, 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., 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Prytz, Å. 1997. Et økonomisk studie av sjølaksefisket i Namdalen. - Institutt for økonomi og samfunnsfag, Norges Landbrukshøgskole Ås-NLH.
- 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., Karlsson, S., Diserud, O., Postler, C., Stranz, S.F., Espedal, E.O., Lennox, R.J. 2020. Laks i sjørettbekker - villaks eller oppdrettslaks? LFI rapport 376, NORCE LFI Bergen.
- 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.
- 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., 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.
- Robertsen, 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, J.B., Abrey, C.A., Quinn, T.P. & Rogers, D.E. 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.
- Rogers, D.E. & Burgner, R.L. 1967. Nushagak District Salmon Studies. Research in Fisheries Annual Report, College of Fisheries, University of Washington, Seattle. 9: 12-14.
- Rådet for dyreetikk. 2022. Uttalelse om termisk avlusning Hjem - Rådet for dyreetikk (radetfordyreetikk.no).
- 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: 67-77.
- 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.
- Skagseth, Ø., Broms, C., Gundersen, K., Hátún, H., Kristiansen, I., Larsen, K.M.H., Mork, K.A., Petursdottir, H. & Søyland, H. 2022. Arctic and Atlantic waters in the Norwegian Basin, between year variability and potential ecosystem implications. *Frontiers in Marine Science* 9 doi.org/10.3389/fmars.2022.831739.
- 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.
- 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.
- 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.
- Sommerset I., Walde, C.S., Bang Jensen, B., Wiik-Nielsen, J., Bornø, G., Oliveira, V.H.S., Haukaas, A. & Brun, E.. 2022. Fiskehelse rapporten 2021, Veterinærinstituttets rapportserie nr. 2a/2022
- Stensli, J.H., Bardal, H. 2014. Bekjempelse av *Gyrodactylus salaris* i Vefsnaregionen. Veterinærinstituttets rapportserie 2-2014: 1-168.
- Strand, D., Rønneseth, A., Riborg, A., Gulla, S., Muhammad S.N., Wiik-Nielsen, J., Colquhoun D. 2021. Miljø-DNA sporing av *Yersinia ruckeri* hos norsk oppdrettslaks. Norsk Fiskeoppdrett Nr 8-2021
- 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., 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., 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.
- Svenning, M-A., Johansen, N.S. & Borgstrøm, R. 2020. Predasjon på laksunger i Tana. Med hovedvekt på diett hos gjedde og sjøørret. NINA Rapport 1648. Norsk institutt for naturforskning
- 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., 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., 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., 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., 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. & 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., 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.
- 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.
- 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. 2021a. 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>
- Utne, K.R., Thomas, K., Jacobsen, J.A., Fall, J., Maoiléidigh, N.Ó., Broms, C.T. & Melle, W. 2021b. 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., Skagseth, Ø., Wennevik, V., Broms, C.T., Melle, W., Thorstad, E.B. 2022. Impacts of a changing ecosystem on the feeding and feeding conditions for Atlantic salmon during the first months at sea. *Frontiers in Marine Science* 9: 824614.
- 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.
- Veselov, A.E., Pavlov, D.S., Baryshev, I.A., Efremov, D.A., Potutkin, A.G. & Ruchiev, M.A. 2016. Polymorphism of smolts of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* in the Indera River (Kola Peninsula). *Journal of Ichthyology* 56: 571-576.
- 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 gorbuscha*). Scientific Opinion of the Panel on Alien Organisms and Trade in Endangered Species (CITES). VKM report 2020: 01.
- 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., 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., 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., 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., Nilsen, F., Ellingsen, I., Finstad, B., Helgesen, K.O., Karlsen, Ø., Sandvik, A.D., Sægvog, H., Ugedal, O., Qviller, L. & Dalvin, S. 2019b. Vurdering av lakselusindusert villfiskdødelighet per produksjonsområde i 2019. Rapport fra ekspertgruppe for vurdering av lusepåvirkning, 84 s.
- Vollset, K.W., Nilsen, F., Ellingsen, I., Finstad, B., Karlsen, Ø., Myksvoll M., Stige, L.C., Sægvog, H., Ugedal, O., Qviller, L. & Dalvin, S. 2020. Vurdering av lakselusindusert villfiskdødelighet per produksjonsområde i 2020. Rapport fra ekspertgruppe for vurdering av lusepåvirkning.
- Vollset, K.W., Urdal, K., Utne, K., Thorstad, E.B., Sægvog, H., Raunsgard, A., Skagseth, Ø., Lennox, R.J., Østborg, G.M., Ugedal, O., Jensen, A.J., Bolstad, G. & Fiske, P. 2022. Ecological regime shift in the Northeast Atlantic Ocean revealed from the unprecedented reduction in marine growth of Atlantic salmon. *Science Advances* 8 (9): doi: 10.1126/sciadv.abk2542.
- 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.
- VRL Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2019. Status for norske laksebestander i 2019. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 12, 126 s.
- VRL Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2020a. Bestandsvise 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.
- VRL Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2021. Status for norske laksebestander i 2021. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 16, 227 s.
- VRL Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2022a. Effekter av predasjon på laks. Temarapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 8, 92 s.
- VRL Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2022b. Klassifisering av tilstanden til sjøørret i 1279 vassdrag. Temarapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 9, 170 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 14: 1450-1460.
- 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.
- Wennevik, V., Ambjørndalen, V.M., Aronsen, T., Bakke, G., Diserud, D., Fiske, P., Fjeldheim, P.T., Florø-Larsen, B., Heino, M., Næsje, T., Skaala, Ø., Stöger, E., Skoglund, H., Solberg, I., Solberg, M.F., Sægrov, H., Tønder, T. S., Urdal, K. & Utne, K.R. 2022. Rømt oppdrettslaks i vassdrag i 2021 Rapport fra det nasjonale overvåkingsprogrammet. Rapport fra havforskningen, 2022-21.
- Wiik-Nielsen, J., Gjessing, M., Solheim, H.T., Litlabø, A., Gjevne, A.-G., Kristoffersen, A.B., Powell, M.D. & Colquhoun, D.J. 2017. *Ca. Branchiomonas cysticola*, *Ca. Piscicblamydia 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.
- 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.

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 2022

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 2021.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 (gjern med telefonnr, e-postadresse og/eller postadresse):

SPØRSMÅL OM REGULERING AV FISKET I 2021:

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 2021 som i 2020?

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 2021 (inklusive lokale bestemmelser og eventuelle innkortinger bestemt underveis)?

3 Var det endring fra 2020 til 2021 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 2021? Hvis ja: var dette på tradisjonelt gode fiskeplasser hvor mye laks tidligere har blitt fanget?

5 Var det endring fra 2020 til 2021 i hva slags fiskeredskaper var tillatt å benytte i vassdraget? Hvis ja: beskriv på hvilken måte.

6 Var det endring fra 2020 til 2021 i kvotereguleringer av laksefisket i vassdraget (sesongkvoter, døgnkvoter etc.)? Hvis ja: beskriv på hvilken måte.

7 Var det endring fra 2020 til 2021 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 2021? Hvis ja: spesifiser på hvilken måte.

9 Var det spesielle forhold som du tror påvirket beskatningsraten i 2021-sesongen (for eksempel uvanlig lange perioder med svært lav eller høy vannføring)?

10 Tror du den spesielle COVID-situasjonen i 2021 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 2021, målt i forhold til hvor stor andel av reell fangst som blir rapportert? Kryss av ett av alternativene nedenfor.

Fangststatistikken for 2021 har svært store mangler

Fangststatistikken for 2021 har store mangler

Fangststatistikken for 2021 er god, men med noen mangler

Fangststatistikken for 2021 er god

Fangststatistikken for 2021 er svært god

Sett inn utfyllende kommentar om fangststatistikken, hvis ønskelig:

SPØRSMÅL OM TELLINGER AV FISK I 2021:

13 Har det vært tellinger av voksenfiskbestanden i vassdraget i 2021 (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 2021:

14 Foregikk kultivering av laks, sjørret, eller sjørøye i vassdraget i 2021? I så fall, spesifiser hvilke(n) art(er) dette gjelder.

15 Gi nærmere opplysninger om kultiveringen som foregikk i 2021.

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 2021 (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 2021 i høyre kolonne i tabellen.

LAKS	2021
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)	

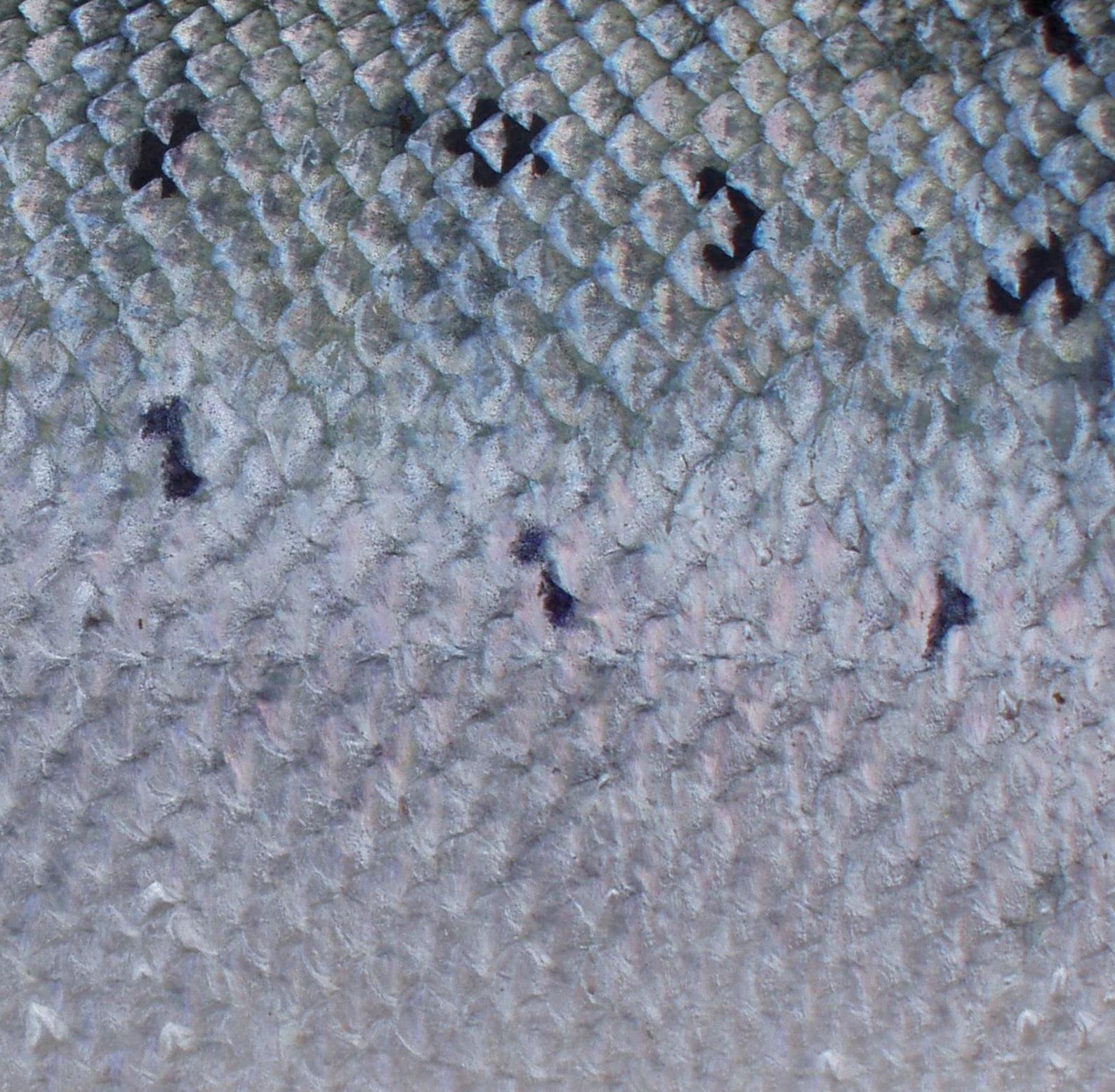
Når fila er fylt ut, gi den gjerne navn som inneholder vassdragsnavn, forkortelse på fylke og eget navn: OrklaSTGuttvik.doc.

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
Steinkjernelva	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



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: 978-82-93038-36-8

