

RAPPORT FRA VITENSKAPELIG RÅD FOR LAKSEFORVALTNING

NR 10

Status for norske
laksebestander i 2017



RAPPORT FRA
VITENSKAPELIG RÅD
FOR LAKSEFORVALTNING
NR 10

Status for norske
laksebestander i 2017

RAPPORTEN REFERERES SOM

Anon. 2017. Status for norske laksebestander i 2017.

Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 10, 152 s.

Trondheim, juni 2017

ISSN: 1891-442X

ISBN: 978-82-93038-20-7

RETTEIGHETSHAVER

© Vitenskapelig råd for lakseforvaltning

www.vitenskapsradet.no

REDAKSJON

Eva B. Thorstad & Torbjørn Forseth

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

NØKKELOORD

Laks - *Salmo salar* - sjøørret - *Salmo trutta* - beskatning -
gytebestandsmål - forvaltningsmål - bestandsutvikling - bestandsstatus
- beskatningsrater - fangststatistikk - høsting - høstbart overskudd -
innsigsestimat - PFA - marin overlevelse - beiteforhold i havet -
trusselfaktorer - rømt oppdrettslaks - lakselus - kraftregulering -
vassdragsinngrep - infeksjoner - *Gyrodactylus salaris* - vannkjemi -
forsuring - overbeskatning - NASCO - vannforskriften - kvalitetsnorm
for villaks - tilstandsvurderingssystem

INNHold

HOVEDFUNN.....	6
SAMMENDRAG AV RAPPORTEN	7
VITENSKAPELIG RÅD FOR LAKSEFORVALTNING	18
MEDLEMMER AV VITENSKAPELIG RÅD FOR LAKSEFORVALTNING	19
1 INNLEDNING	22
2 FANGST OG INNSIG AV LAKS I 2016.....	23
2.1 Fangst.....	23
2.2 Innsig av laks til hele landet.....	25
2.2.1 Metoder	25
2.2.2 Resultater.....	25
2.3 Innsig av laks til de ulike regionene	31
2.3.1 Sør-Norge.....	31
2.3.2 Vest-Norge.....	33
2.3.3 Midt-Norge	36
2.3.4 Nord-Norge uten Tanavassdraget.....	38
2.3.5 Tanavassdraget	41
2.4 Alder ved kjønnsmodning	44
3 LAKSENS OVERLEVELSE I SJØEN	46
4 NASJONALE OG REGIONALE TRENDER FOR OPPNÅELSE AV GYTEBESTANDSMÅL, BESKATNING OG BESTANDSSTATUS.....	48
4.1 Metoder	48
4.1.1 Antall vassdrag vurdert	48
4.1.2 Fastsetting av beskatningsrater og vurdering av fiskereguleringer	48
4.1.3 Normalt høstbart overskudd.....	49
4.2 Nasjonale trender.....	50
4.3 Regionale trender	61
5 RØMT OPPDRETTSLAKS	66
5.1 Forekomst av rømt oppdrettslaks	66
5.2 Oppdatert kunnskap om effekter av rømt oppdrettslaks	71
6 INFEKSJONER KNYTTET TIL FISKEOPPDRETT.....	74
6.1 Etablering av fiskeoppdrett gir endring i smittedynamikk	74
6.2 Infeksjonsstatus i sjøbasert oppdrett av laks	75
6.3 Kunnskapsstatus om påvirkning på vill laksefisk.....	75
6.4 Tolkning av funn i helseovervåkingen.....	77
6.5 Muligheter for å iverksette tiltak som beskytter villfisk	78
7 BEITEFORHOLDENE FOR LAKS I HAVET.....	79
7.1 Vandringsmønster i havet.....	79
7.2 Byttedyrtilgang.....	81
7.2.1 Dyreplankton.....	81
7.2.2 Fiskelarver.....	81
7.2.3 Beitetilgang for stor laks (flersjøvinterlaks) - pelagisk fisk og dyreplankton.....	82

7.3	Økosystembetraktning Norskehavet	82
7.4	Oppsummering	83
8	RANGERING AV TRUSSELFAKTORER MOT NORSK LAKS	84
8.1	Vurdering av de enkelte trusselfaktorene	85
8.1.1	Regulering av vassdrag til kraftproduksjon	86
8.1.2	Annen vannbruk	87
8.1.3	Sur nedbør.....	87
8.1.4	<i>Gyrodactylus salaris</i>	87
8.1.5	Landbruksforurensninger	88
8.1.6	Miljøgifter.....	88
8.1.7	Bergverk	89
8.1.8	Overbeskatning	92
8.1.9	Lakselus	92
8.1.10	Andre infeksjoner knyttet til fiskeoppdrett.....	94
8.1.11	Infeksjoner påvirket av annen menneskelig aktivitet enn fiskeoppdrett.....	95
8.1.12	Rømt oppdrettslaks	95
8.1.13	Menneskepåvirket predasjonstrykk.....	97
8.1.14	Klimaendringer.....	98
8.1.15	Fysiske inngrep.....	98
8.1.16	Fremmede arter.....	98
8.1.17	Miljøforhold i havet.....	99
8.2	Samlet vurdering	99
9	EFFEKTER AV MENNESKESKAPTE FAKTORER PÅ STATUS FOR NORSKE LAKSEBESTANDER.....	102
10	SAMLET VURDERING AV STATUS FOR LAKS I 2017	112
11	FORSLAG TIL FORENKLET TILSTANDSVURDERINGSSYSTEM FOR LAKSEBESTANDER.....	117
11.1	Kvalitetsnorm for villaks, NASCOs klassifiseringssystem og vannforskriften	117
11.2	Utvikling av forenklet tilstandsvurdering med elementer fra kvalitetsnormen	120
11.2.1	Responsvariabel.....	121
11.2.2	Forklaringsvariabler - påvirkningsfaktorer.....	122
11.2.3	Andre forklaringsvariabler.....	124
11.3	Forklaringsmodell for høstbart overskudd	125
11.4	Prediksjonsmodell.....	125
11.5	Prosedyre for forenklet tilstandsvurdering	129
11.5.1	Vurdering av bestandsstatus.....	130
11.5.2	Påvirkningsanalyse – fare for forverring av tilstand	131
11.6	Vurdering av norske laksebestander etter NASCOs klassifiseringssystem.....	133
11.7	Bruk i vannforskriftens klassifiseringssystem	133
12	REFERANSER.....	135
	VEDLEGG.....	146
	Vedlegg 1. Skjema sendt til Fylkesmennenes miljøvernavdelinger	146
	Vedlegg 2. Smittestatus per mai 2017 for de 50 norske vassdragene der dødelige typer av <i>G. salaris</i> for laks er påvist.	152

HOVEDFUNN

Lakseinnsiget har vært lavt de siste ti årene. I 2016 var innsiget av laks fra havet til Norge ca. 470 000 laks, noe som er mer enn en halvering siden 1980-tallet. Fordi fisket har blitt redusert er det nok laks i de fleste elvene til å opprettholde gytebestandene. Redusert mengde laks har medført at overskuddet som er tilgjengelig for fiske har blitt mye mindre, og i noen tilfeller helt borte.

Reduserte laksebestander skyldes at laksen har lav overlevelse i sjøen, men menneskeskapte påvirkninger bidrar også vesentlig på lokalt og regionalt nivå. Bestandene i Midt-Norge og Vest-Norge er mest redusert.

Vitenskapsrådet vurderer rømt oppdrettslaks som den største trusselen mot norsk laks. Mange bestander er genetisk påvirket av at rømt laks har gytt med villaks i elvene. Slike genetiske endringer kan være uopprettelige. Villaks med oppdrettsgener kan være dårligere tilpasset livet i naturen. Storskala elveforsøk har vist at innkryssing kan gi redusert produksjon og overlevelse, og dermed færre laks. En ny undersøkelse har også vist at innkryssing av oppdrettslaks endrer alder og størrelse på laksen i norske elver, ved at det blir færre stor laks som har vært mer enn to år i sjøen.

Lakselus er også en betydelig bestandstrussel. Vitenskapsrådet har for første gang vist en sannsynlig effekt av lakselus på bestandsnivå i en nasjonal analyse. Beregnet årlig tap av villaks på grunn av lakselus var ca. 50 000 laks per år for årene 2010-2014, det vil si et tap av 10 % av villaksen grunnet lakselus. Andre infeksjoner knyttet til oppdrett er en trussel som også kan ha betydelig negativ påvirkning på villaksen, men kunnskapen her er dårlig.

Den innførte parasitten *Gyrodactylus salaris*, sur nedbør og overbeskatning er trusler som har hatt stor negativ påvirkning på laks, men tiltak har medført at disse faktorene er under kontroll på et nasjonalt nivå. Vannkraftreguleringer og andre fysiske inngrep er også trusler mot villaks der det ikke er stor fare for forverring av situasjonen. Det er imidlertid mulig å gjennomføre flere tiltak for å redusere effekten av disse to faktorene.

SAMMENDRAG AV RAPPORTEN

Anon. 2017. Status for norske laksebestander i 2017. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 10, 152 s.

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning

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

Fangst og innsig av laks

I 2016 ble det rapportert fanget 154 000 laks i sjøen og elvene, som til sammen veide 612 tonn. I tillegg ble 25 200 laks (117 tonn) rapportert gjenutsatt. Av laksen som ble fanget i elvene, ble 21 % gjenutsatt.

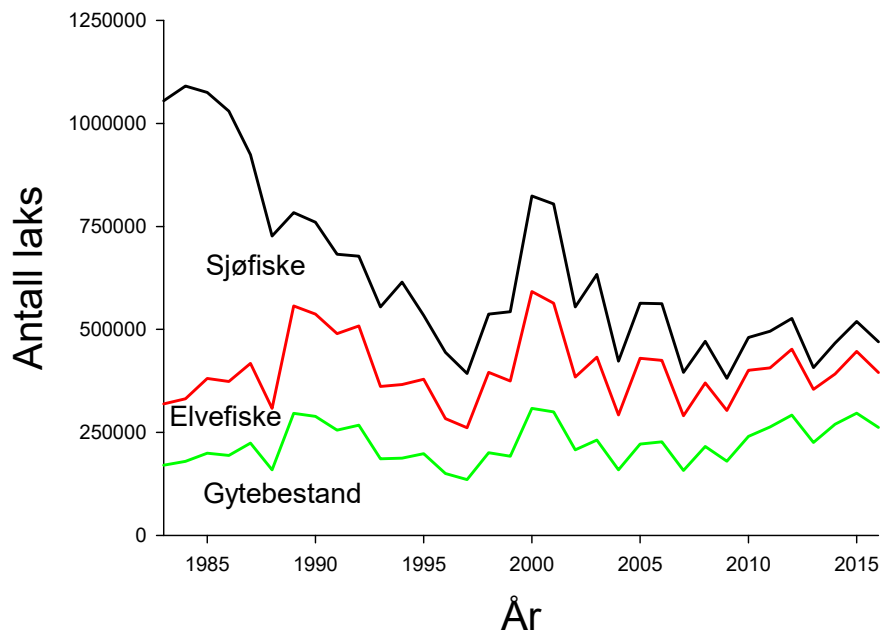
Antallet villaks som hvert år kommer tilbake fra havet til Norge som gytelaks (innsiget) er betydelig redusert siden 1980-tallet (**figur 1**). Innsiget var mer enn halvert fra 1983-1986 til 2012-2015 (55 % reduksjon). Innsiget ble beregnet til ca. 470 000 villaks i 2016, inkludert de som ble fanget i fiske. Innsiget og fangsten i antall var lavere i 2016 enn i 2015, men fangsten i vekt var høyere (innsiget var 522 000 laks og fangsten 162 700 laks / 583 tonn i 2015).

Det er i hovedsak innsiget 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. Smålaks har normalt bestått av fisk som har vært ett år i sjøen (ensjøvinterlaks), men i perioden 2007-2016 hadde 13-29 % av smålaksen vært lengre i sjøen. Dette betyr at innsiget av ensjøvinterlaks etter 2006 er enda lavere enn det beregningene av smålaksinnsiget antyder. Det har ikke vært noen endring i innsiget av mellomlaks og storlaks for landet sett under ett siden 1980-tallet.

Utviklingen i lakseinnsiget er forskjellig mellom regioner. Utviklingen siden 1989, da drivgarnsfisket stanset, viser en nedgang i det totale innsiget til Midt-Norge og Vest-Norge, stabilt innsig til Nord-Norge (uten Tanavassdraget) og en økning til Sør-Norge. Innsiget av smålaks er redusert i hele landet (sammenlignet med perioden 1989-1993). Innsiget av mellom- og storlaks er redusert i Midt-Norge, og har økt i varierende grad i resten av landet. Tanavassdraget har hatt markant redusert lakseinnsig sammenlignet med resten av Nord-Norge, med mer enn halvering av innsiget siden 1989 (59 % reduksjon fra 1989-1993 til 2012-2016).

Laksens overlevelse i sjøen

I store deler av laksens utbredelsesområde har det vært en lavere overlevelse av laks i sjøen de siste 20-25 årene sammenlignet med på 1970- og 1980-tallet. Resultater fra Drammenselva og Imsa viste at smolten som gikk ut i 2006-2008 hadde spesielt dårlig overlevelse. Dataserien fra Drammenselva er ikke videreført etter dette. Overlevelsen har bedret seg noe for smolt som gikk ut fra Imsa etter 2008, men overlevelsen er fortsatt lav. Fra og med 2006 har overlevelsen for tosjøvinterlaks fra Imsa vært lik eller større enn for ensjøvinterlaks, noe som kan tyde på at en del laks har utsatt kjønnsmodningen ett år. For smolten som gikk ut i 2014 kom det imidlertid færre tosjøvinterlaks tilbake til Imsa.

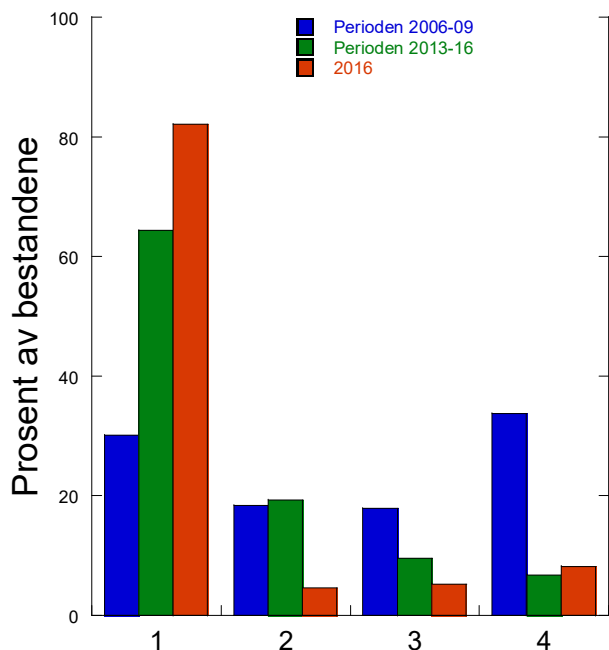


Figur 1. Beregnet antall villaks som årlig har kommet tilbake fra havet til kysten av Norge (innsiget, svart heltrukket linje), antall villaks som har kommet til elvene (rød stiplet linje, det vil si antallet som er igjen etter beskatning i sjøen) og antall villaks som er igjen til gytebestandene etter beskatning (grønn heltrukket linje, det vil si antallet som er igjen etter beskatning i sjøen og elvene) i perioden 1983-2016.

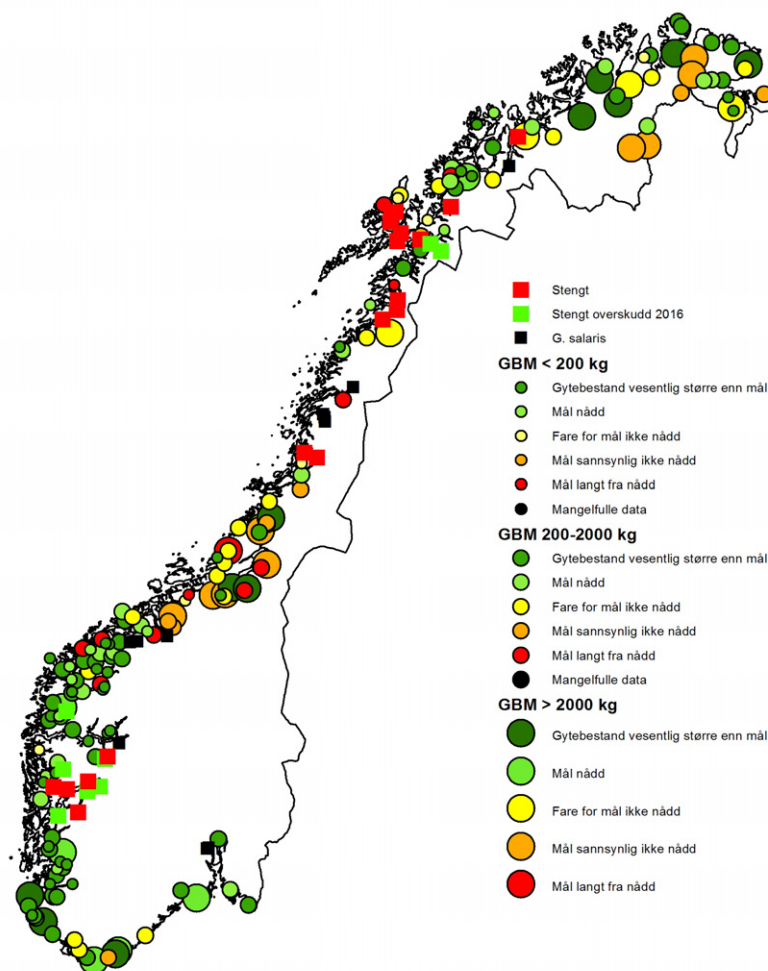
Nasjonale og regionale trender for oppnåelse av gytebestandsmål, beskatning og bestandsstatus

Vitenskapsrådet vurderte oppnåelse av gytebestandsmål og beskatning i 190 laksebestander for 2013-2016. 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 (beregnes som prosent av innsiget).

Forvaltningsmålene for perioden 2013-2016 var nådd eller sannsynligvis nådd for 84 % av vurderte bestander, når vi tar hensyn til usikkerheten, både i målene og i vurderingen av måloppnåelse (**figur 2 og 3**). Dette er en av de beste resultatene som er oppnådd siden vitenskapsrådet gjorde første vurdering i 2009 (**figur 2**). Det har vært en klar forbedring i oppnåelsen av forvaltningsmålene fra perioden 2006-2009 til perioden 2013-2016, med en markant økning i antall og andel bestander der forvaltningsmålet var nådd (**figur 2**). Bedringen skyldes strengere reguleringer av fiske som har redusert beskatningen, samt økt innsig av mellom- og storlaks til Sør-Norge og Vest-Norge i de senere år.



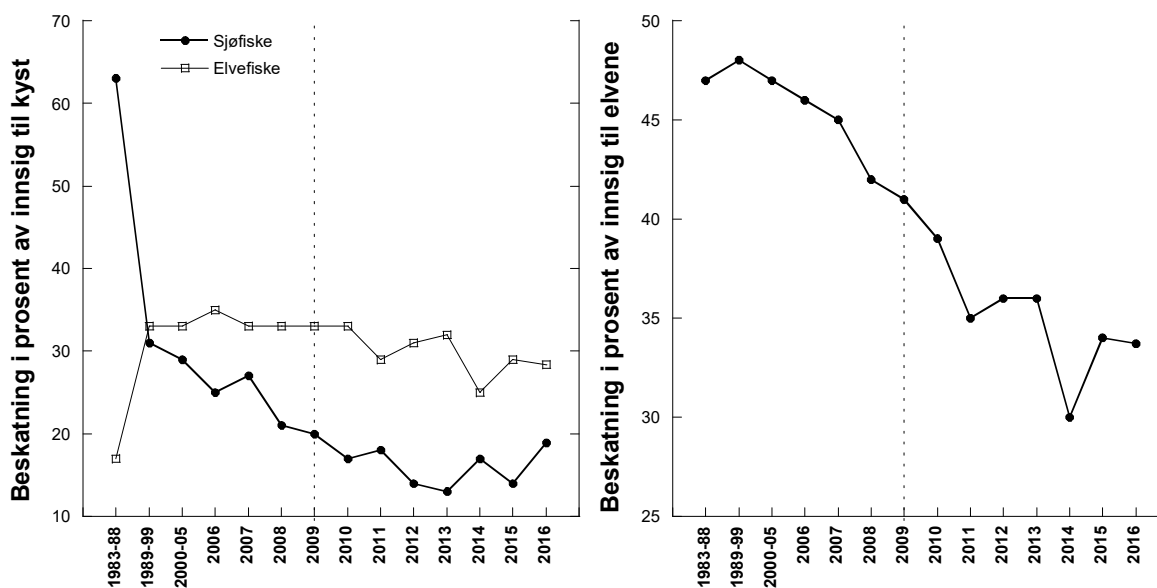
Figur 2. Andelen (%) av de vurderte laksebestandene som ble gitt vurdering 1 forvaltningsmålet er nådd, 2 fare for at forvaltningsmålet ikke er nådd, 3 sannsynlig at forvaltningsmålet ikke er nådd og 4 forvaltningsmålet langt fra nådd, basert på perioden 2006-2009, perioden 2013-2016, samt på gytebestandsmål for 2016 alene.



Figur 3. Vurdering av oppnåelse av forvaltningsmål for de enkelte vassdrag for perioden 2013-2016. 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 2016.

I 1983-1988 ble mer enn 60 % av laksen som kom fra havet til norskekysten (innsiget) fanget i sjøen (**figur 4**). Da drivgarnsfisket ble forbudt fra 1989 sank beskatningen. På 2000-tallet fortsatte reduksjonen i sjøbeskatningen, og i 2016 ble 16 % av innsiget fanget i sjøen. Andelen av innsiget fanget i elvene ble redusert fra 2011. I 2016 ble 28 % av innsiget til kysten fanget i elvene.

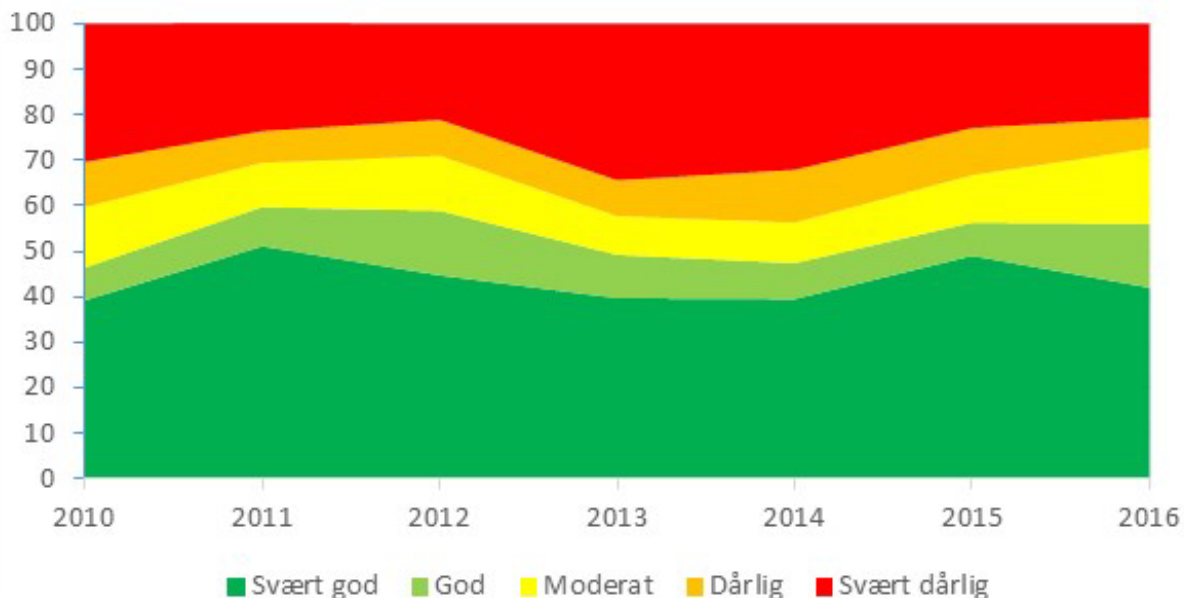
Beskatningen av laksen som kom opp i elvene har også blitt betydelig redusert fra 1983-88 til 2016 (**figur 4**). Fram til 2005 ble gjennomsnittlig 47 % av laksen som kom opp i elvene avlivet, mens i 2015 og 2016 ble ca. 34 % avlivet. Det er imidlertid betydelig variasjon mellom vassdrag, og en rekke vassdrag har svært lav beskatning, og mange vassdrag har blitt stengt for fiske etter 1982.



Figur 4. Venstre figur: Beskatning av lakseinnsiget til norskekysten i sjø- og elvefiske for periodene 1983-88, 1989-99 og 2000-05 som gjennomsnitt, og deretter årlig (gitt som prosent av antallet laks). Høyre figur: Beskatning i elvefisket gitt som prosent av antall laks som kom opp i elvene (etter sjøfangsten) for de samme periodene og årene. Stiplet linje angir året da forvaltning etter gytebestandsmål ble innført. Merk at y-aksen på de to figurene har forskjellig skala.

Redusert beskatning har medført at antallet laks som gyter i elvene har økt de senere årene. I 2016 var det trolig flere gytefisk totalt i elvene enn i de fleste år siden 1983 (**figur 1**). Andelen av lakseinnsiget som var igjen til gytebestandene etter fisket var mindre enn 20 % da drivgarnsfisket foregikk (1983-88). Andelen økte til over 30 % i perioden 1989-99. I 2014-2016 hadde andelen økt ytterligere, til ca. 57 %.

Bestandsstatus kan klassifiseres som god bare når gytebestandsmålet er nådd etter normal høsting av bestanden. Når en bestand ikke har et normalt høstbart overskudd tyder dette på at lokale eller regionale menneskeskapte faktorer har påvirket dem 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. Bare 56 % av bestandene hadde god eller svært god bestandsstatus i 2016 (**figur 5**). Midt-Norge hadde minst andel bestander med god eller svært god status. Midt-Norge er regionen som generelt har hatt dårligst bestandsstatus de siste seks årene.



Figur 5. Andel bestander med ulike bestandsstatus (fra svært god til svært dårlig) for årene 2010-2016. 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 192.

Rømt oppdrettslaks

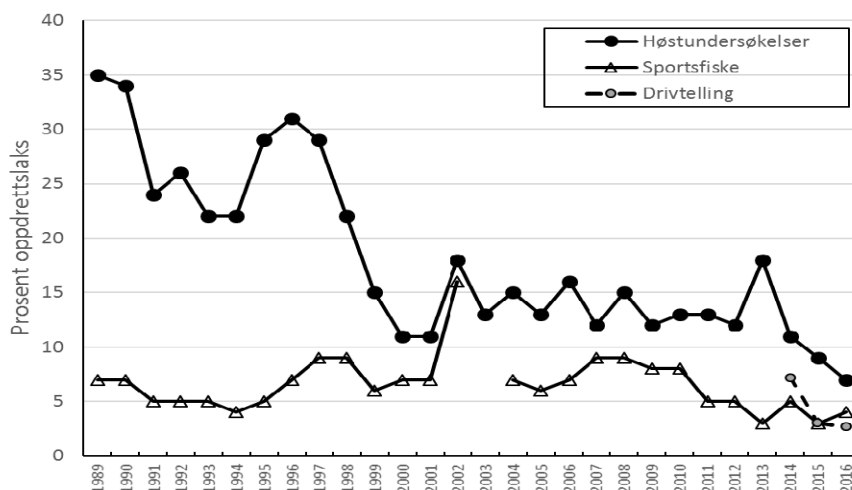
I 2016 ble det produsert ca. 1 180 000 tonn oppdrettslaks i Norge. Det ble rapportert at 131 000 laks rømte fra oppdrettsanlegg i 2016. I gjennomsnitt de siste ti årene ble 212 000 laks rapportert rømt per år. Antallet laks som hadde rømt var trolig to til fire ganger høyere enn de rapporterte tallene, i følge undersøkelser ved Havforskningsinstituttet for perioden 2005-2011.

Andelen rømt oppdrettslaks i sportsfiskefangster i overvåkede elver har vært gjennomsnittlig 3-9 % i de fleste årene siden 1989 (**figur 6**). I 2016 var gjennomsnittet 4,1 %. Andelen rømt oppdrettslaks har vært større under overvåking i elvene om høsten like før gyting enn i sportsfisket om sommeren, noe som skyldes at oppdrettslaksen vandrer senere opp i elvene enn villaksen. Andelen rømt oppdrettslaks under overvåkingen om høsten var i gjennomsnitt 6,6 % i 2016 (**figur 6**). Til sammenligning var gjennomsnittlig andel over 20 % i årene 1989-1998. I de siste sytten årene har andelen variert mellom 6 og 18 %. Fra 2006 har det vært en svak nedgang i andelen rømt oppdrettslaks under overvåkingen om høsten.

Nye genetiske undersøkelser har dokumentert at det faktisk har skjedd en innblanding av rømt oppdrettslaks i en stor andel av norske villaksbestander. Genetiske endringer som følge av innkryssing av oppdrettslaks er påvist i 61 av 175 undersøkte villaksbestander, og i 50 av disse bestandene ble endringene vurdert som store. I tillegg ble det funnet indikasjoner på innkryssing i 54 bestander. Det er altså bare for en tredel av undersøkte villaksbestander (60 av 125) at det ikke er funnet spor av innkryssing fra rømt oppdrettslaks. En ny undersøkelse har for første gang vist hvordan genetisk påvirkning fra oppdrettslaks har ført til livshistorieendringer i norske laksebestander, ved at genetisk innkryssing fra oppdrettslaks medførte endret alder og størrelse ved kjønnsmodning.

Dokumentasjonen er forsterket med hensyn på at innblanding av rømt oppdrettslaks vil medføre negative økologiske og genetiske effekter på norsk villaks. Selv om andelen rømt oppdrettslaks i prøver fra gytebestandene har gått ned de senere årene, så er andelen likevel på et

så høyt nivå i mange vassdrag at det er nødvendig å forsterke tiltakene for å redusere rømminger og gyting av rømt oppdrettslaks i lakseelvene. Mange laksebestander er allerede genetisk påvirket av innkryssing av rømt oppdrettslaks, samtidig som de vedvarende tilføres ny rømt oppdrettslaks. Dette medfører at sjansen for å kunne gjenvinne den genetiske sammensetningen i de ville bestandene reduseres betydelig. 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, inkludert i 2016. I tillegg til at bestandene endres genetisk på grunn av innkryssing av rømt oppdrettslaks, viser undersøkelser at produksjon og overlevelse av villaks vil reduseres på grunn av slik innkryssing.



Figur 6. Innslaget av rømt oppdrettslaks i prøver fra sportsfiske og fiske like før gyting om høsten i perioden 1989-2016. Data er gitt som gjennomsnittlig andel rømt oppdrettslaks i fangstene for elvene som inngår i overvåkingen.

Infeksjoner knyttet til fiskeoppdrett

Infeksjonssykdommer i fiskeoppdrett anses som en trussel for vill laksefisk. Bakgrunnen for dette er de mange sykdomsutbruddene som registreres i den store biomassen av fisk som produseres i åpne oppdrettsanlegg i sjøen.

Etableringen av sjøbasert fiskeoppdrett har medført at oppdrettslaks i stort antall og tetthet er tilstede gjennom hele året langs deler av norskekysten. Den gode vertstilgangen fremmer effektiv smitteutveksling i den enkelte enhet, men også mellom merder og lokaliteter når smittestoffet er robuste i det marine miljøet. Dette gjør infeksjonssykdommer til en av de største biologiske og økonomiske utfordringene i oppdrettsnæringen. Ved siden av lakselus regnes virussykdommene som den største infeksjonsutfordringen i lakseoppdrett. Den effektive spredningen mellom lokaliteter gir grunn til å tro at smittepresset også er økt for villaks som lever i det samme miljøet. I tillegg til økt smittepress i sjøen kan smitte hos rømt oppdrettsfisk som vandrer opp i elvene utgjøre en trussel. Spørsmålet er om økt smittepress som følge av fiskeoppdrett har en bestandsreduserende effekt på villaks.

Effekten av infeksjoner i fiskeoppdrett er i stor grad ukjent og det er begrenset forskningsaktivitet på feltet. Kunnskapsgrunnlaget om denne faktoren bør derfor styrkes.

Beiteforholdene for laks i havet

Laksens vekst og overlevelse påvirkes direkte og indirekte av biologiske, fysiske og klimatiske forhold i havet. Ofte virker mange av disse faktorene samtidig, men i ulik grad gjennom året, i ulike områder og med ulik størrelsen på laksen. Forandringer i produksjon og tilgjengelighet av viktige byttedyr regnes som den viktigste direkte faktoren for vekst og overlevelse for laks.

Laksen er en opportunistisk predator som beiter på en rekke ulike byttedyr, noe som er en fordel siden tilgangen til de ulike byttedyrene varierer i tid og rom. For førstegangsvandrende laks regnes spesielt de første ukene og månedene som kritiske. De viktigste byttedyrene for postsmolt er fiskelarver og store dyreplankton. Større laks beiter fortrinnsvis på fisk, samt store dyreplankton.

Vi vet fortsatt lite om hvor laks vandrer i havet over tid og hvordan dette påvirker vekst og overlevelse. Beiteområder for norsk laks inkluderer Nordsjøen, Norskehavet, Islandshavet, Grønlandshavet og Barentshavet, men det mangler kunnskap om hva som er de viktigste beiteområdene for de ulike bestandene. Uansett hvor laksen hovedsakelig beiter under sjøoppholdet, så kommer laksen fra Sør-Norge i den første perioden etter at de har forlatt elvene ut i Nordsjøen, laksen fra Vest-Norge, Midt-Norge og store deler av Nord-Norge kommer ut i Norskehavet, og laksen i deler av Finnmark kommer ut i Barentshavet.

Beiteforholdene for postsmolt som vandrer ut i nordlige Nordsjøen og Norskehavet er antageligvis dårligere nå enn på 90-tallet. Dataene tyder på en reduksjon av både dyreplankton og tilgjengelige fiskelarver. Endringene i beiteforholdene er antageligvis ikke forårsaket av en enkelt faktor, men endringer i klima, hydrografiske forhold og et jevnt høyt beitetrykk fra pelagisk fisk kan spille inn. Beiteforholdene i Barentshavet har holdt seg stabile siden 90-tallet, men med variasjon mellom år i mengden loddelarver. Høye forekomster av pelagisk fisk i Norskehavet, samt tradisjonelt sett mye amfipoder og islandsk lodde i havområdene lengre vest, bør gi god tilgang på byttedyr for stor laks. Imidlertid mangler det informasjon om beiteforholdene for stor laks i mange havområder der norsk laks kan befinne seg.

Rangering av trusselfaktorer

Vitenskapsrådet har utviklet et system for å rangere menneskeskapte trusselfaktorer ut fra påvirkningen de har på de norske laksebestandene i form av redusert produksjon og eventuelt tap av bestander, og risikoen for at truslene medfører ytterligere framtidig redusert produksjon og tap av bestander. Vitenskapsrådets trusselvurdering er nylig publisert i den internasjonale vitenskapelige journalen ICES Journal of Marine Science.

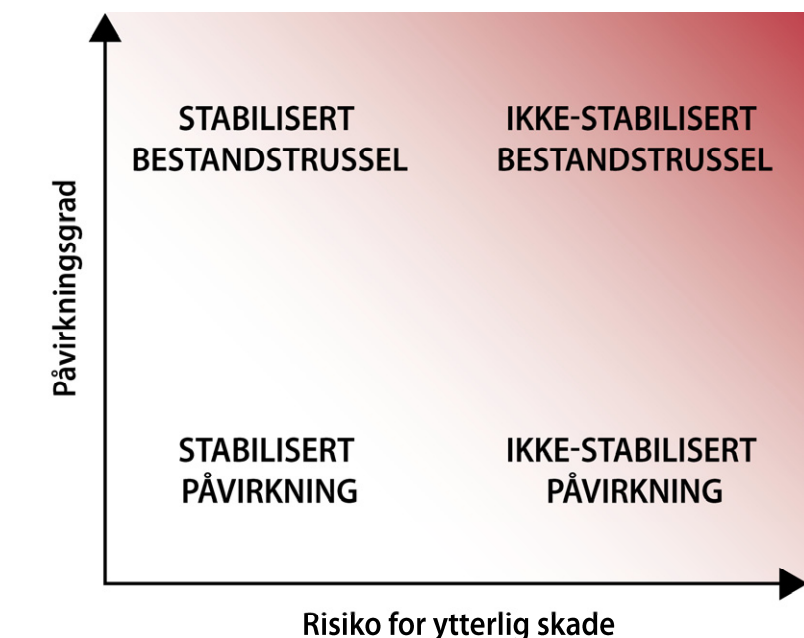
Det skilles mellom påvirkninger og bestandstrusler, og mellom stabiliserte og ikke-stabiliserte påvirkninger og trusler (**figur 7**). En stabilisert påvirkning reduserer produksjonen i bestandene, men ikke i den grad at det truer bestandene, og har lav sannsynlighet for at det oppstår ytterligere produksjonstap, eller det gjennomføres effektive tiltak som kontrollerer eller reduserer faktorens effekt og utbredelse. En ikke-stabilisert bestandstrussel er en faktor som påvirker bestander så sterkt at den kan bidra til at bestander blir kritisk truet eller tapt - og som har høy sannsynlighet for at det oppstår ytterligere tap, eller tiltakene som gjennomføres er ikke tilstrekkelige til å kontrollere eller redusere faktorens effekt og utbredelse.

Rømt oppdrettslaks, lakselus, *Gyrodactylus salaris*, sur nedbør, infeksjoner knyttet til oppdrettsaktivitet, vannkraftreguleringer og andre fysiske inngrep framstår i analysene som bestandstrusler (**figur 7**). Av disse framstår rømt oppdrettslaks og lakselus som ikke-stabiliserte bestandstrusler. Rømt oppdrettslaks er den største bestandstrusselen, både ved at den utgjør den største påvirkningen og den største risikoen for ytterligere framtidig reduksjon og tap av bestander. Rømt oppdrettslaks er en direkte trussel mot bestandenes genetiske integritet, og kan bidra til redusert villaksproduksjon.

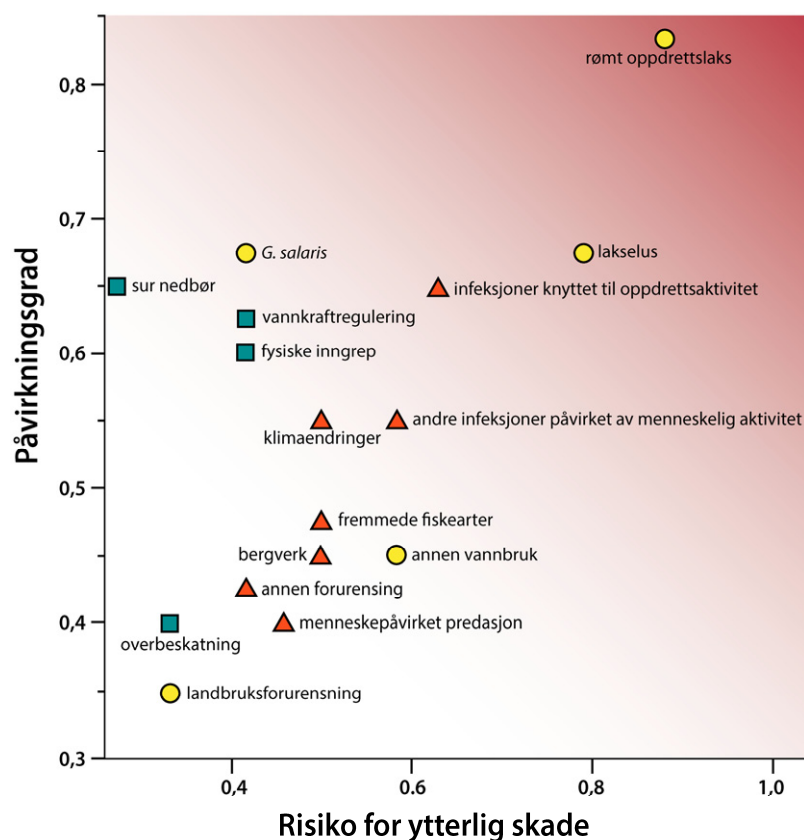
Infeksjoner knyttet til fiskeoppdrett framstår også som en trussel som kan ha betydelig negativ påvirkning på laks, og som har relativt høy risiko for ytterligere skade. Sammenlignet med de andre truslene, så er kunnskapen om effekten dårlig og usikkerheten om framtidig utvikling stor. Det er stort behov for mer kunnskap om effekter av infeksjoner knyttet til oppdrett.

G. salaris, sur nedbør, vannkraftreguleringer og fysiske inngrep framstår som stabiliserte bestandstrusler, med lavere risiko for ytterligere framtidig redusert produksjon og tap av

bestander, enn de tre faktorene som er knyttet til produksjon av oppdrettslaks. Parasitten *G. salaris* er vurdert som mer stabilisert de siste tre årene enn ved tidligere vurderinger, siden tiltaksplaner og vellykkede utryddelsesaksjoner har medført at det gjenoppbygges stedegne bestander av laks i tidligere infiserte vassdrag. Tiltakene har også begrenset risikoen for spredning til nye vassdrag. Sur nedbør ligger lengst nede langs risikoaksen, og framstår som den klart mest stabiliserte av bestandstruslene.



Figur 7. System for vurdering av påvirkningsfaktorer og bestandstrusler for norske villaksbestander (øverst), og de ulike faktorenes plassering i diagrammet (nederst). Bakgrunnsfargen illustrerer alvorlighetsgrad (mørke farge mest alvorlig). Fargene på punktene symboliserer god kunnskap og lav usikkerhet om utvikling (grønn), moderat kunnskap og moderat usikkerhet om utvikling (gul) og dårlig kunnskap og stor usikkerhet om utvikling (rød).



Effekter av menneskeskapte faktorer på status for laksebestander i Norge

Laksebestandene er påvirket av en rekke menneskeskapte faktorer, og effektene er studert gjennom eksperiment og ulike feltundersøkelser. Det mangler imidlertid analyser av hvor stor effekt de ulike påvirkningene har på størrelsen til norske laksebestander generelt. Vi undersøkte derfor effekter av ulike påvirkninger i et stort antall bestander basert på lakseinnsigets størrelse i 2010-2016. Dette ble gjort ved to ulike analyser, der høstingspotensialet og innsiget i prosent av gytebestandsmålet ble brukt til å forklare variasjonen i bestandsstatus mellom vassdrag.

Analysene viste signifikant negative effekter på bestandsstatus av smittepress fra lakselus (begge analysene), samt av høyt innslag av rømt oppdrettslaks, overskridelse av tålegrenser for miljøgifter og forsuring (én av analysene). Fire av ti menneskeskapte påvirkninger inkludert i analysene viste altså en negativ effekt på bestandsstatus. Andre faktorer kan også ha påvirket bestandsstatus, selv om det ikke ble vist her. Blant annet ble vassdrag med *G. salaris* ikke tatt med i analysene, men denne parasitten har hatt en stor negativ effekt på smittede bestander. Vassdrag med store utsetninger av klekkeriproduisert laks ble heller ikke tatt med i analysene, og siden disse er regulerte vassdrag er det sannsynlig at effekten av vassdragsregulering ble undervurdert.

Disse analysene kvantifiserer effekten av lakselus på et storskala bestandsnivå, og dette er første gang vi har kunnet vise en sannsynlig effekt av smittepress fra lakselus i en analyse som dekker en stor del av den norske villaksressursen. Samlet sett er det nå svært god dokumentasjon for den effekt smittepress fra lakselus kan ha og har på mange laksebestander. Analysene viste at 89 bestander (53 %) hadde mindre enn 10 % redusert innsig på grunn av lakselus, 72 bestander (42 %) hadde redusert innsig mellom 10 % og 30 % og 8 bestander (5 %) hadde redusert innsig større enn 30 % i perioden 2010-2014.

Det gjennomsnittlige årlige tapet av lakseinnsiget til de 169 bestandene i analysen på grunn av lakselus var 10 % for perioden 2010-2014. Disse bestandene er fordelt over hele landet, og dekker både oppdrettsintensive områder og områder der det er lite oppdrett, eller hvor smittepresset er lavt. Dersom vi antar at resten av bestandene i gjennomsnitt har samme lusepåvirkning som de som inngår i analysen, kan vi beregne effekten av lakselus på det totale lakseinnsiget til Norge. En slik beregning viser at det gjennomsnittlige innsiget i disse årene - som var på ca. 475 000 laks - ville vært ca. 528 000 laks uten lakselusrelatert dødelighet. Det vil si at det var et årlig tap på ca. 50 000 laks på grunn av lakselus.

Det presiseres at tap på bestandsnivå er regnet ut fra gjennomsnittlige lusenivå for årene 2007-2013, som representerer smoltårsklassene som returnerte som gytefisk i årene 2010-2014. Infeksjonspresset fra lakselus på utvandrende laksesmolt har økt fra 2010 til 2016, slik at negative effekter på grunn av lakselus de to siste årene trolig har vært større enn det som er beregnet her.

Samlet vurdering av status for laks i 2016

Lakseinnsiget de siste ti årene, inkludert 2016, har vært på et generelt lavt nivå. Tidlig på 1980-tallet var det årlige innsiget på mer enn 1 million laks, mens gjennomsnittet de siste fem årene var på 478 000 laks. Innsiget er mer enn halvert de siste 33 årene. En betydelig reduksjon i beskatning har kompensert for redusert innsig, slik at det fortsatt er nok gytefisk i de fleste elvene. Reduserte bestander har imidlertid medført at det høstbare overskuddet av laks som kan fiskes er betydelig redusert. De årlige fangstene i sjø og elver har blitt redusert fra ca. 1500 tonn på 1980-tallet til ca. 500-600 tonn i de siste årene.

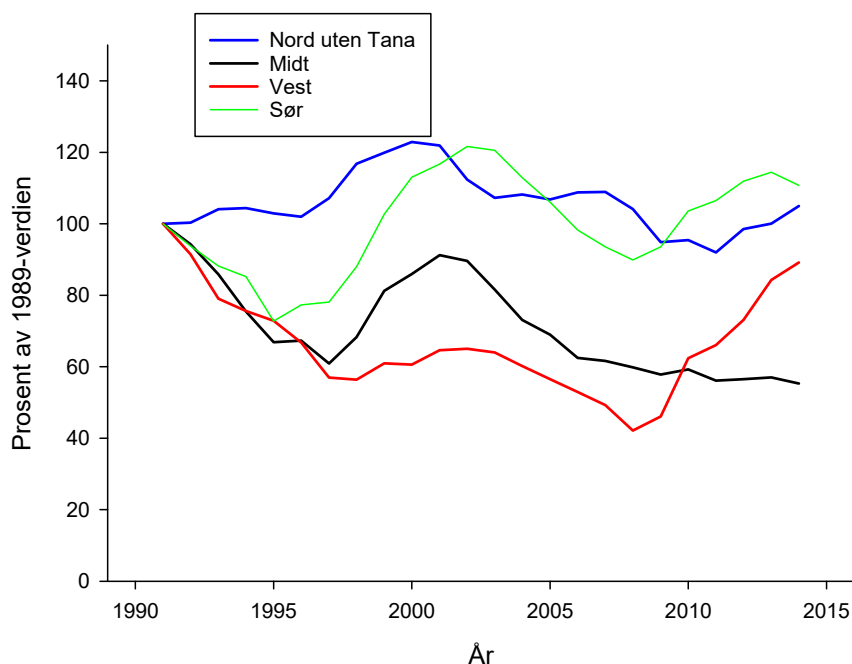
Redusert mengde villaks skyldes delvis at laksen har lav overlevelse i sjøen, som er et storskala mønster. Økt alder ved kjønnsmodning har også bidratt. Lokale og regionale faktorer påvirker imidlertid villaksen i stor grad (**figur 9**). Etter 1989 har innsiget av villaks til Midt-Norge og Vest-Norge gått mest tilbake. I Vest-Norge er det sannsynlig at påvirkning fra den store oppdrettsaktiviteten har bidratt til avvikende sterk reduksjon i lakseinnsiget. I Midt-Norge var det spesielt lavt innsig av mellomlaks og storlaks i 2013 og 2014, og for de store bestandene rundt

Trondheimsfjorden ble dette knyttet til høyt smittepress fra lakselus i 2011 og 2012. Innsiget av mellom- og storlaks til Vest-Norge økte betydelig i 2011 og 2012, knyttet til en storskala bedring i sjøoverlevelse for vassdrag i Sør-Norge og Vest-Norge, og var også relativt høyt i 2015 og 2016. I Sør-Norge har kalkingstiltak, bedring av vannkvalitet og reetablering av laks i forsurede vassdrag virket positivt. Innsiget til Nord-Norge er relativt stabilt. Unntaket er innsiget til Tanavassdraget, som har avtatt markant, og som de siste årene vært på ca. 40 % av innsiget i 1989. Laksebestandene i Tanavassdraget har svært dårlig status, og overbeskatning er eneste kjente påvirkning.

Rømt oppdrettslaks framstår klart som den største trusselen mot norske villaks, både ved at den utgjør den største påvirkningen (spesielt på grunn av antall truede bestander og utbredelse av påvirkningen) og den største risikoen for ytterligere framtidig reduksjon og tap av bestander. Nye undersøkelser har vist at mange villaksbestander allerede er genetisk påvirket av oppdrettslaks, samtidig som oppvandringen av rømt oppdrettslaks vedvarer i mange vassdrag.

Lakselus framstår også som en ikke-stabilisert bestandstrussel. Andelen av de overvåkede stasjonene langs norskekysten med moderat eller høy risiko for bestandsreduserende påvirkning av lakselus på villaksbestander har økt fra 2010 til 2016. Hvilke områder som har høy risiko varierer imidlertid mye mellom år.

Vannkraftreguleringer, parasitten *Gyrodactylus salaris*, sur nedbør, og fysiske inngrep framstår som stabiliserte bestandstrusler med lavere risiko for ytterligere framtidig redusert produksjon og tap av bestander. Betydelige tiltak for å fjerne *Gyrodactylus salaris* fra en rekke vassdrag har blitt gjennomført de senere årene, og mange vassdrag har blitt friskmeldte. Påvirkningen fra sur nedbør har avtatt, kalkingstiltak gjennomføres i mange laksevassdrag og mange bestander i området berørt av sur nedbør er styrket og reetablert. Vassdragsregulering har fortsatt en betydelig påvirkning i mange laksevassdrag, men det er ikke sannsynlig at skadeomfanget vil øke i årene framover. Infeksjoner knyttet til oppdrettsaktivitet framstår også som en betydelig bestandstrussel, men kunnskapen om effektene er dårlig.



Figur 9. Utviklingen av lakseinnsiget fra havet til Sør-Norge (fra Østfold til og med Rogaland), Vest-Norge (Hordaland og Sogn og Fjordane), Midt-Norge (fra Stad til Vesterålen) og Nord-Norge uten Tanavassdraget (fra Vesterålen til grensa mot Russland) fra 1989 til 2016, gitt som prosent av 1989-verdien. Data er fra bevegelig femårs gjennomsnitt, slik at første verdien for 1991 er gjennomsnittet for årene 1989-93, og den siste verdien for 2014 er gjennomsnittet for årene 2012-16. Innsiget er gitt for alle størrelsesgrupper laks samlet.

Forslag til forenklet tilstandsvurderingssystem for laksebestander

Ikke alle bestander kan vurderes etter kvalitetsnormen for villaks, og det er behov for et forenklet system til å vurdere tilstanden til øvrige bestander. Vi har utviklet forslag til et system som kan brukes til å vurdere tilstand og risiko for forverring av tilstanden, og identifisere de viktigste menneskeskapte påvirkningene. Systemet er kompatibelt med kvalitetsnormen, vannforskriften og NASCO sitt nye klassifiseringssystem.

Ca. 200 vassdrag har bestander som ikke kan vurderes etter kvalitetsnormen, fordi det ikke finnes kunnskap til å estimere størrelse på gytebestanden, oppnåelse av gytebestandsmålet eller høstbart overskudd. Vi utviklet en prediksjonsmodell basert på påvirkningsfaktorer, gjennomsnittsstørrelse på gytefisken, avstand fra elvemunning til grunnlinjen og romlig samvariasjon mellom bestander til å forutsi høstingspotensialet i bestander med lite informasjon. Vi foreslår at denne modellen brukes i tilstandsvurderingen, siden høstingspotensialet inngår i kvalitetsnormen. Videre foreslår vi at risiko for forverring av tilstanden fanges opp av en vurdering av de menneskeskapte påvirkningsfaktorene. Genetisk integritet kan vurderes ut fra analyser av innkryssing av rømt oppdrettslaks, på samme måte som i kvalitetsnormen.

Analyser basert på bestander med kjent høstingspotensial viste at brudd eller ikke på kvalitetsnormens krav om minst 80 % høstingspotensial kan forutsies korrekt for nesten 65 % av bestandene ved bruk av prediksjonsmodellen. Samtidig var det noen bestander der modellen tilsa at delnomen er brutt selv om den sannsynligvis ikke var det - og noen færre bestander der modellen tilsa at delnormen ikke er brutt mens den sannsynligvis var det. Når en slik modell skal brukes på nye vassdrag er det derfor nødvendig å kvalitetssikre vurderingen. Modellen omfatter dessuten ikke en vurdering av oppnåelse av gytebestandsmålet, som er en viktig del av kvalitetsnormen. For å håndtere disse utfordringene foreslår vi prosedyrer for vurdering av bestandsstatus i det forenklete tilstandsvurderingssystemet som også inkluderer bruk av kjent bestandsinformasjon, vurdering av fangststatistikk, og innspill fra fylkesmannennene.

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 i rådet 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 2017-2020. Norsk institutt for naturforskning (NINA) har sekretariatsfunksjon.

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning utarbeider årlig en rapport i egen rapportserie som beskriver status og utvikling for villaksen. Rapporten skal være forvaltningens sentrale dokument når det gjelder sammenstilling av kunnskapsgrunnlaget for forvaltning av villaks. I tillegg til årlig tilstandsrapport utarbeider vitenskapsrådet temarapporter som dekker ulike tema, etter oppdrag fra forvaltningen eller eget initiativ, i en egen temarapportserie. 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. Rådet kan ved behov hente inn bidrag fra eksperter utenfor rådet. Disse svarer ikke for de råd som gis ut over sitt identifiserte bidrag. Anders Foldvik (NINA) bidro i denne rapporten til å skaffe data fra kart og Peder Jansen (Veterinærinstituttet) bidro med beregninger av luseindeks (kap. 9 og 11). Geir Bolstad (NINA) bidro på statistiske analyser av bestandsstatus (kap. 9 og 11). Vitenskapsrådet takker disse og alle som har bidratt med informasjon om beskatningsnivå i de enkelte elvene, og spesielt de som gjennomfører gytetelling eller drifter ulike telleordninger. Slik informasjon er avgjørende for at vitenskapsrådets vurderinger skal bli så gode som mulig.

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning følgende sammensetning:

LEDER:

Torbjørn Forseth

MEDLEMMER:

Bjørn T. Barlaup, Sigurd Einum, Bengt Finstad, Peder Fiske, Morten Falkegård, Åse Helen Garseth, Atle Hindar, Tor Atle Mo, Eva B. Thorstad, Kjell Rong Utne, Asbjørn Vøllestad og Vidar Wennevik

SEKRETARIAT:

Eva B. Thorstad (leder), Peder Fiske, Torbjørn Forseth og Laila 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, klimaeffekter, lokal forvaltning, gytebestandsmål, habitatbruk og vekst.

Har også jobbet med: Parasitter og sykdom, sur nedbør, fiskevandring og laksetrappet. 56 internasjonale publikasjoner og 86 tekniske rapporter.



Bjørn T. Barlaup, Dr. scient

Stilling: Forskningsleder, Laboratorium for ferskvannsökologi og innlandsfiske (LFI) v/ Uni Research Miljø, Bergen.

e-post: bjorn.barlaup@uni.no

Hovedarbeidsområder, laksefisk: Gytebiologi, bestandsovervåking, effekter av vassdragsregulering, effekter av akvakultur, restaureringsbiologi, sur nedbør og kalking.

Har også jobbet med: Uttak av rømt oppdrettslaks og relikts laks. 37 internasjonale publikasjoner og > 120 tekniske rapporter.



Sigurd Einum, Dr. scient

Stilling: Professor, Senter for Biodiversitetsdynamikk, Ints. 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. 66 internasjonale publikasjoner og 7 bokkapitler/bøker.



Bengt Finstad, Dr. scient

Stilling: Seniorforsker, Norsk institutt for naturforskning (NINA)

e-post: bengt.finstad@nina.no

Hovedarbeidsområder, laksefisk: Økofysiologi, akvakultur, smoltproduksjon/utsettinger av fisk, forurensinger og menneskeskapte påvirkninger, laksefisk i sjøen, fiskeparasitter og biotelemetri. Arbeid både i felt og på laboratoriet sammen med nasjonale og internasjonale samarbeidspartnere innen forskning, forvaltning og industri. 110 internasjonale publikasjoner, 4 bokkapitler og > 150 tekniske rapporter og populærvitenskapelige artikler.



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. 51 internasjonale publikasjoner og 81 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 vandringer, produksjon, beskatning, forvaltning og overvåkning.

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



Åse Helen Garseth, Veterinær, PhD

Stilling: Forsker, Veterinærinstituttet

e-post: ase-helen.garseth@vetinst.no

Hovedarbeidsområder, laksefisk: Smitteutveksling mellom ville og oppdrettede laksefisk. Forskning, rådgivning og forvaltningsstøtte innen biosikkerhet og helse hos vill, kultivert og oppdrettet laksefisk. Påvirkning fra oppdrett. Helseovervåking vill laksefisk, epidemiologi. Helse i genbank for vill laks.

Har også jobbet med: Genbank, kultivering, reetablering, oppdrett, fiskehelsetjenester kultivering og lakseoppdrett. Forvaltning (Statens dyrehelsetilsyn). 4 internasjonale publikasjoner og 56 tekniske rapporter og populærvitenskapelige artikler.



Atle Hindar, Dr. philos

Stilling: Seniorforsker, Norsk institutt for vannforskning (NIVA)

e-post: atle.hindar@niva.no

Hovedarbeidsområder, laksefisk: Forsuring og strategier for vassdragskalking; kjemiske tiltak (ALS) mot lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*; forsuring og klimavariasjon – effekter på toksisitet.

Har også jobbet med: Effekter på vannkjemi ved utsprenkning av sulfidmineraler og klassifisering av økologisk tilstand. 42 internasjonale publikasjoner og > 150 tekniske rapporter.



Tor Atle Mo, Dr. scient.

Stilling: Seniorforsker, Norsk institutt for naturforskning

e-post: tor.mo@nina.no

Hovedarbeidsområder, laksefisk: Forekomst og effekt av fiskeparasitter hos villfisk og oppdrettsfisk, særlig hos laksefisk. Har særlig jobbet med *Gyrodactylus salaris*.

63 internasjonale publikasjoner og > 50 tekniske rapporter.



Eva B. Thorstad, PhD

Stilling: Forsker, Norsk institutt for naturforskning (NINA), professor II (20 %), Universitetet i Tromsø

e-post: eva.thorstad@nina.no

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

Har også jobbet med: Effekter av introduserte arter, interaksjoner mellom arter og energetikk. > 120 internasjonale publikasjoner og > 170 tekniske rapporter og populærvitenskapelige artikler.



Kjell Rong Utne, PhD

Stilling: Forsker, Havforskningsinstituttet

e-post: kjell.rong.utne@imr.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. 10 internasjonale publikasjoner og 10 tekniske rapporter.



Asbjørn Vøllestad, Dr. philos.

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

e-post: avollest@ibv.uio.no

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

Har også jobbet med: Har arbeidet med de fleste norske ferskvannsfisk, og bruker et vidt spekter av tilnærminger (teori, populasjonsgenetikk, kvantitativ genetikk, funksjonell genetikk, populasjonsdynamikk, atferd, fysiologi). Arbeider hovedsakelig med grunnleggende biologiske problemstillinger. Ca. 170 internasjonale publikasjoner, fagredaktør for tema fisk i Store Norske Leksikon, redaktør i *Ecology of Freshwater Fish*.



Vidar Wennevik, PhD

Stilling: Seniorforsker, Havforskningsinstituttet

e-post: vidar.wennevik@imr.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. 31 internasjonale publikasjoner og > 30 tekniske rapporter.

1 INNLEDNING

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

1. Gjøre rede for utvikling i fangst, innsig og marin overlevelse av laks.
2. Gjøre rede for status for laksebestandene ut fra oppnåelse av gytebestandsmål, forvaltningsmål og høstbart overskudd.
3. Vurdere forekomst av rømt oppdrettslaks.
4. Vurdere infeksjoner i forbindelse med fiskeoppdrett.
5. Vurdere beiteforholdene for laksen i havet.
6. Rangere og vurdere utvikling av trusselfaktorer mot laks.
7. Analysere effekter av menneskeskapte faktorer på status for norske laksebestander.
8. Utvikle et forenklet tilstandsvurderingssystem for laksebestander som ikke kan vurderes etter kvalitetsnormen.

En vurdering av bestandsstatus er gitt med bakgrunn i bestandssituasjonen til de enkelte bestander som inngår i fisket. Oppnåelse av gytebestandsmål og forvaltningsmål ble vurdert for 190 laksebestander basert på situasjonen i 2013-2016. Vurderinger av bestandsstatus for de ulike vassdragene er gitt i en egen vedleggsrapport (Anon. 2017c).

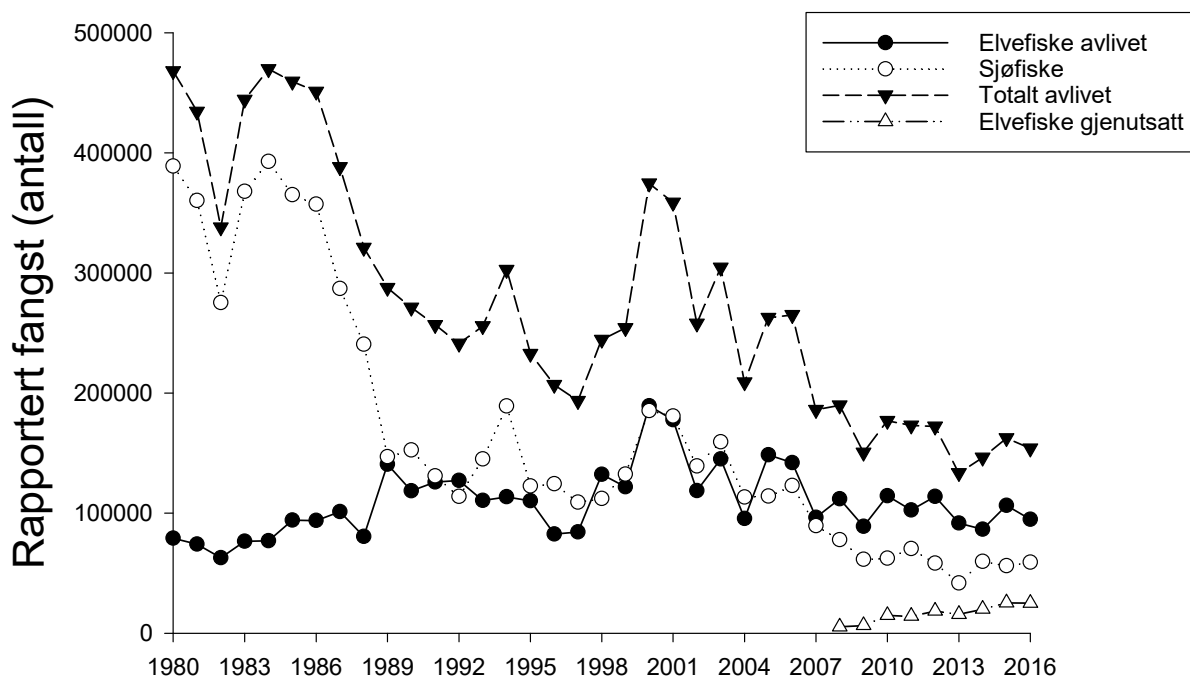
Råd, analyser og vurderinger i rapporten er gitt i samsvar med mandat fra Miljødirektoratet - og de er gjort innenfor rammene av naturmangfoldloven, lakse- og innlandsfiskloven, Den nord-atlantiske laksevernorganisasjon (NASCO) sine retningslinjer for føre-var tilnærmingen, Det internasjonale havforskningsrådet (ICES) sine tilrådninger, samt vedtatte nasjonale målsettinger for lakseforvaltning jfr. føringene i St.prp. nr. 32 (2006-2007). For detaljer om disse premissene for vitenskapsrådets arbeid henviser vi til Anon. (2016d).

Rådene som er gitt er basert på eksisterende vitenskapelig kunnskap, og 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 aktører som fisker på de ulike bestandene.

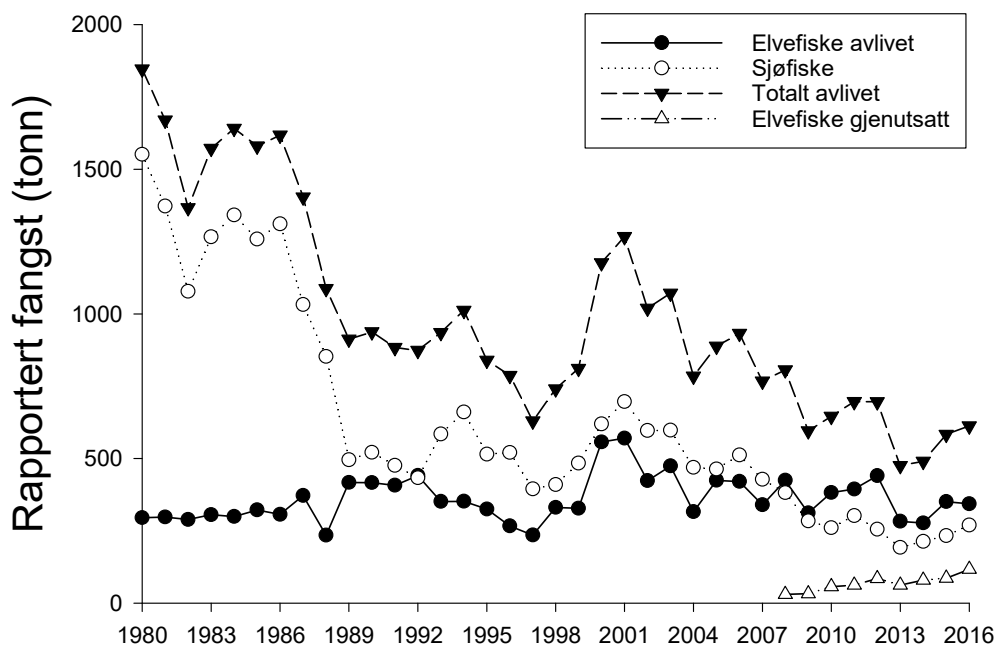
2 FANGST OG INNSIG AV LAKS I 2016

2.1 Fangst

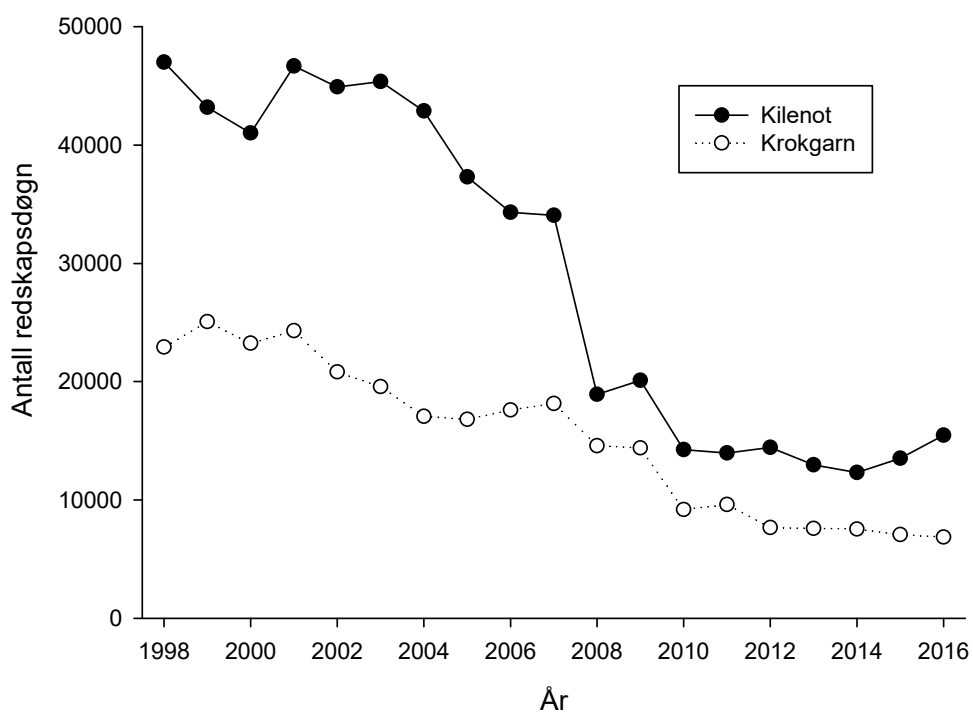
I 2016 ble det rapportert fanget og avlivet ca. 154 000 laks i Norge (**figur 2.1**) som veide til sammen 612 tonn (**figur 2.2**). Dette er en økning sammenlignet med året før i vekt og en liten nedgang i antall (tallene for 2015 var 162 700 laks og 583 tonn). I tillegg ble det innrapportert at 25 200 laks ble gjenutsatt (14 % av totalfangsten og 21 % av elvefangsten i antall). Antallet gjenutsatt laks var det nest høyeste siden dette ble innført som egen kategori i fangststatistikken i 2008. Anslått vekt på de som ble gjenutsatt var 117 tonn (ca. 17 % av totalfangst på vektbasis), slik at summen av avlivet og gjenutsatt laks var ca. 730 tonn. Sjøfisket har avtatt sterkt fra 1980- og 1990-tallet, både i innsats og fangst (**figur 2.1, 2.2 og 2.3**).



Figur 2.1. Rapportert fangst av laks (antall) i Norge i perioden 1980-2016 (rømt oppdrettslaks er inkludert). Gjenutsatt laks er vist i figuren, men ikke inkludert i totalen siden gjenutsatt laks kan bli fanget flere ganger.



Figur 2.2. Rapportert fangst av laks (tonn) i Norge i perioden 1980-2016 (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. Fangsttinnssats (antall redskapsdøgn) i sjøfisket i perioden 1998-2016.

2.2 Innsig av laks til hele landet

2.2.1 Metoder

Metoden som vitenskapsrådet bruker for å beregne størrelsen på lakseinnsiget (bestandsstørrelse for fiske, prefishery abundance, PFA) ligner på “run-reconstruction” metoden som blir brukt for å beregne størrelsen på laksebestanden i Nordøst-Atlanteren (Potter mfl. 2004), med det unntak av at vi har tatt utgangspunkt i elvefangstene, mens det i den andre metoden tas utgangspunkt i totalfangstene. Metoden er beskrevet i detalj i tidligere rapporter (for eksempel Anon. 2012b), inklusive metoder for korrigerende for urapportert fangst og rømt oppdrettslaks.

For å beskrive utviklingen over tid har vi tidligere brukt statistiske trendmodeller basert på en lineær endring og samvariasjon mellom innsiget i påfølgende år (ARIMA [0,0,1]). I de senere årene, etter 2004, har innsiget svingt rundt et nytt lavere nivå enn tidligere, og ARIMA modellene er derfor ikke lenger egnet til å beskrive langtidstrenden. Det er mulig å utvikle mer sammensatte trendmodeller, men vi har her brukt femårs bevegelig gjennomsnitt for å beskrive trendene. En slik tilnærming glatter år-til-år variasjonen og illustrerer langtidstrenden, men gir ingen statisk beskrivelse av trenden. I bevegelig gjennomsnitt beregnes gjennomsnittet av hvert år sammen med de to årene før og etter. Det første estimatet blir dermed to år etter starten av tidsserien og det siste blir to år før slutten.

Vi har beskrevet innsiget både for perioden 1983-2016 og for perioden 1989-2016. Startåret 1983 ble valgt fordi fangstene konsekvent er delt inn i vektklasser fra og med dette året. Startåret 1989 for den siste perioden ble valgt fordi drivgarnsfisket i sjøen ble stoppet dette året, og det kan innvendes at en laks fanget med drivgarn ikke nødvendigvis hørte hjemme i det området den ble fanget. Drivgarnsfisket beskattet også trolig laks fra andre land i større grad enn sjøfisket, som foregår nærmere elvene. Dette kan påvirke estimatene, og vi valgte derfor også å beskrive perioden etter at drivgarnsfisket opphørte, siden estimatene i denne delen av tidsserien i mindre grad påvirkes av disse usikkerhetene. I perioden 1983 til 1993 ble det bare skilt mellom laks mindre og større enn 3 kg. Fra 1993 ble laksefangstene inndelt i tre grupper, det vil si < 3 kg (smålags), 3-7 kg (mellomlags) og over 7 kg (storlags). Innsig av mellom- og storlags hver for seg er derfor bare beregnet fra og med 1993.

2.2.2 Resultater

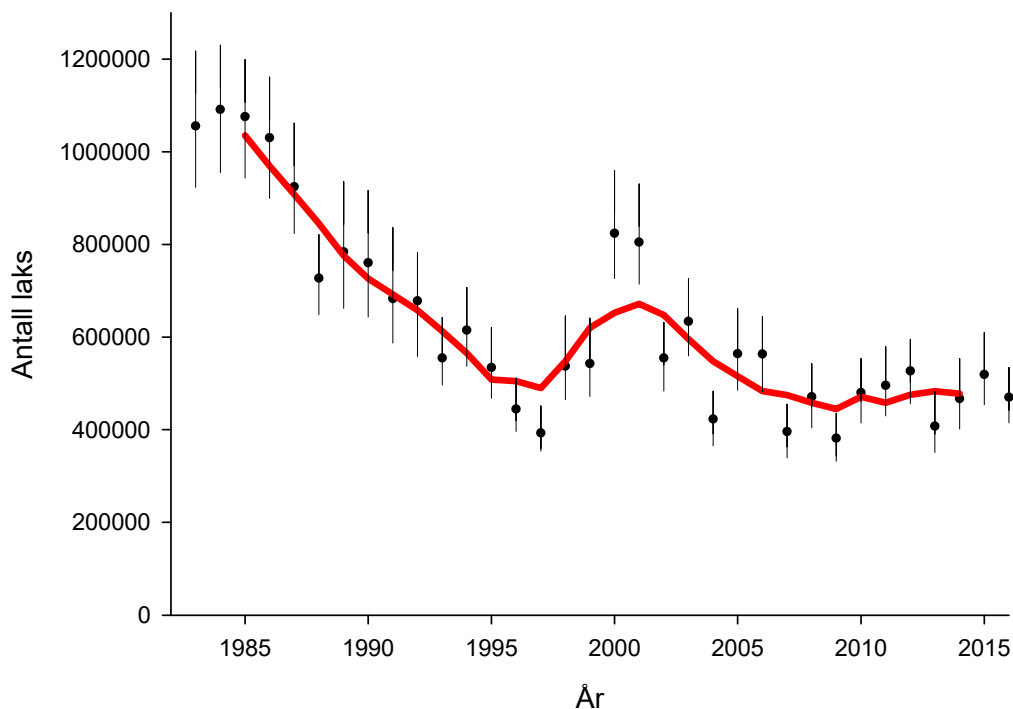
Etter noen år med relativt høye estimater for totalinnsiget av laks til Norge rundt årtusenskiftet, har estimatene de siste årene vært lavere. Estimatet for 2016 på rundt 470 000 villaks til Norge samlet før fisket tok til var litt lavere enn gjennomsnittet for årene etter 1990 (i gjennomsnitt 540 000 laks) (**figur 2.4**). Estimatet var også litt lavere enn året før. Innsiget har avtatt i perioden 1983-2016, med 55 % reduksjon fra de første fem til de siste fem årene i perioden (**tabell 2.1**). Reduksjonen var mindre for perioden 1989-2016 (31 % reduksjon fra de første fem til de siste fem årene i perioden, **tabell 2.1**).

Innsiget av smålags i 2016 på 205 000 laks var lavere enn gjennomsnittet for de fem foregående årene. Med unntak av en økning rundt årtusenskiftet har innsiget av smålags avtatt fra de høyeste nivåene i tidsseriene på midten av 1980-tallet (**figur 2.5**), og deretter flatet ut på et lavt nivå de siste 8-10 årene. Reduksjonen av innsiget av smålags fra de fem første til de fem siste årene i perioden har vært 63 % fra 1983 og 47 % fra 1989. Fordi en større andel av laks mindre enn 3 kg har vært mer enn ett år i sjøen i de senere år (se kapittel 3), er reduksjonen i innsig av ensjøvinterlaks større enn disse analysene av smålags tilsier.

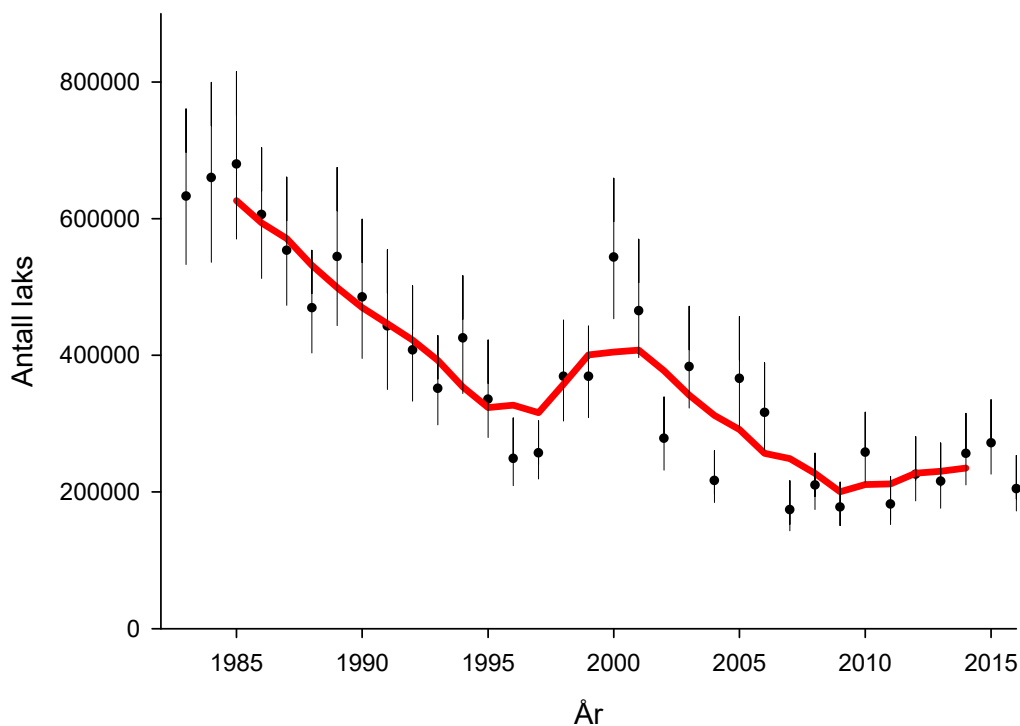
Innsiget av mellomlags (**figur 2.6**) og storlags (**figur 2.7**) har ikke vist samme nedgang som smålaksen (dvs. etter 1993, da fangststatistikken ble delt inn i tre størrelsesgrupper). Innsiget av mellomlags i 2016 var høyere enn gjennomsnittet de foregående fem årene, mens innsiget av storlags var på samme nivå som de foregående fem årene. Innsiget av mellom- og storlags samlet

for hele perioden 1983-2016 (**figur 2.8**) viser heller ingen klare tidstrender. Innsiget var imidlertid generelt større i starten av perioden (1983-1986), og er redusert med 41 % fra de første fem til de siste fem årene i perioden 1983-2016. Denne reduksjonen bidrar til den negative trenden i totalinnsiget av laks i perioden 1983 til 2016.

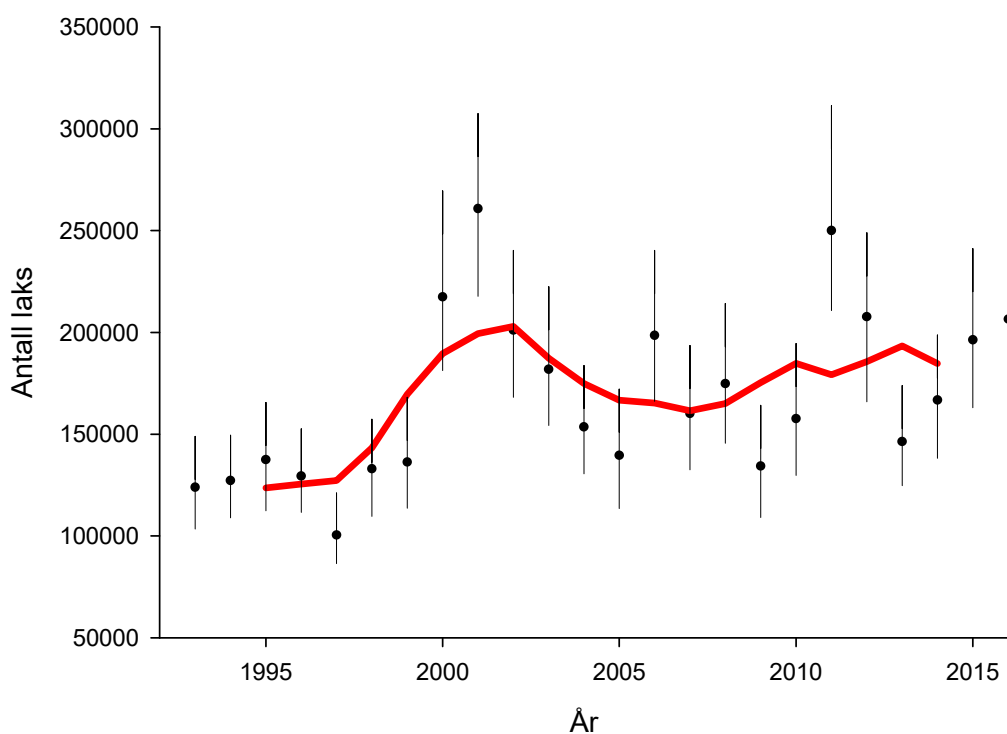
Fordelingen av innsiget mellom fangster i sjøen, fangster i elv og gytebestand i vassdragene viser at sjøfisket har blitt betydelig redusert i perioden 1983-2016, mens det totale antallet laks fanget i elvefiske og gytebestandenes størrelse har endret seg mindre (**figur 2.9**). I de ti siste årene har den totale gytebestanden i vassdragene til og med økt, til tross for et redusert lakseinnsig.



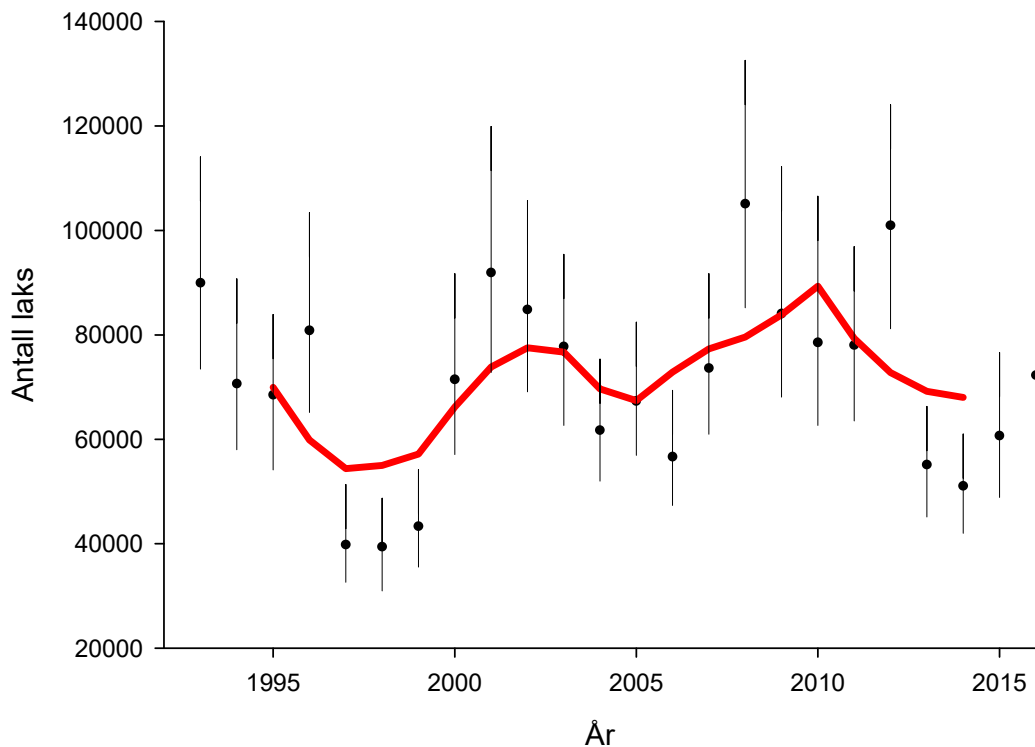
Figur 2.4. Beregnet innsig av alle størrelsesgrupper av laks til kysten av Norge i perioden 1983-2016. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



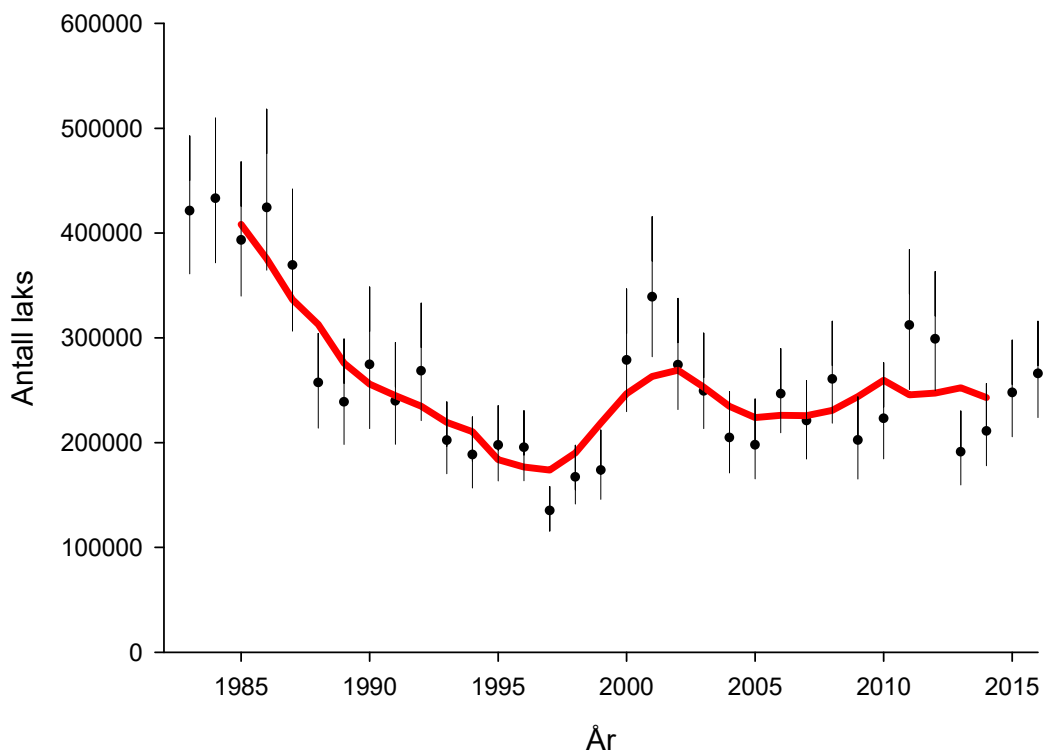
Figur 2.5. Beregnet innsig av smålaks (laks < 3 kg) til kysten av Norge i perioden 1983-2016. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



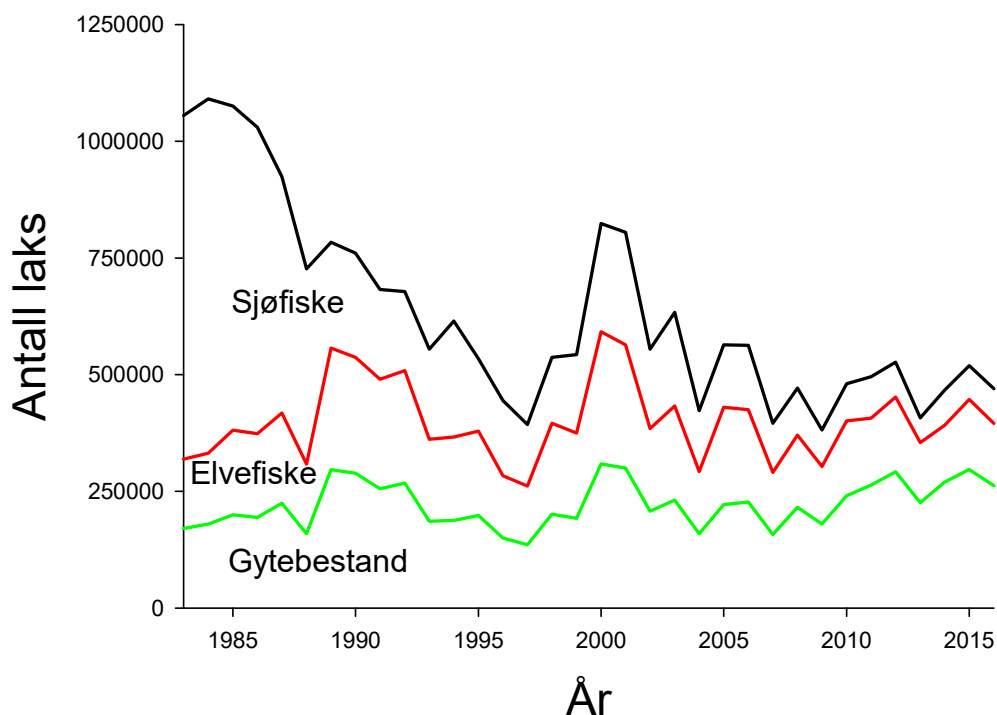
Figur 2.6. Beregnet innsig av mellomlaks (laks mellom 3 og 7 kg) til kysten av Norge i perioden 1993-2016. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



Figur 2.7. Beregnet innsig av storlaks (laks > 7 kg) til kysten av Norge i perioden 1993-2016. 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 1983-2016. 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 (svart heltrukket linje), antall laks som har kommet til elvene (rød stiplet linje, det vil si antallet som er igjen etter beskatning i sjøen) og antall laks som er igjen til gytebestandene etter beskatning (grønn heltrukket linje, det vil si antallet som er igjen etter beskatning i sjøen og elvene) i perioden 1983-2016. For å gjøre figuren mer leselig er bare midtverdiene av simuleringene presentert. Dette er verdier fra simuleringsmodellen for lakseinnslag til Norge.

Tabell 2.1. Utvikling av lakseinnsiget for periodene 1983-2016 og 1989-2016 (dvs. etter at drivgarnsfisket ble forbudt) gitt som prosentvis endring i gjennomsnittlig innsig mellom de fem første og fem siste årene i periodene. Utviklingen er gitt for Norge totalt, for de fire regionene hver for seg samt for Tanavassdraget (omfatter innsig til Tanafjorden av laks til Tanavassdraget, mens laks fra Tanavassdraget fanget langs kysten inngår i innsiget til Nord-Norge).

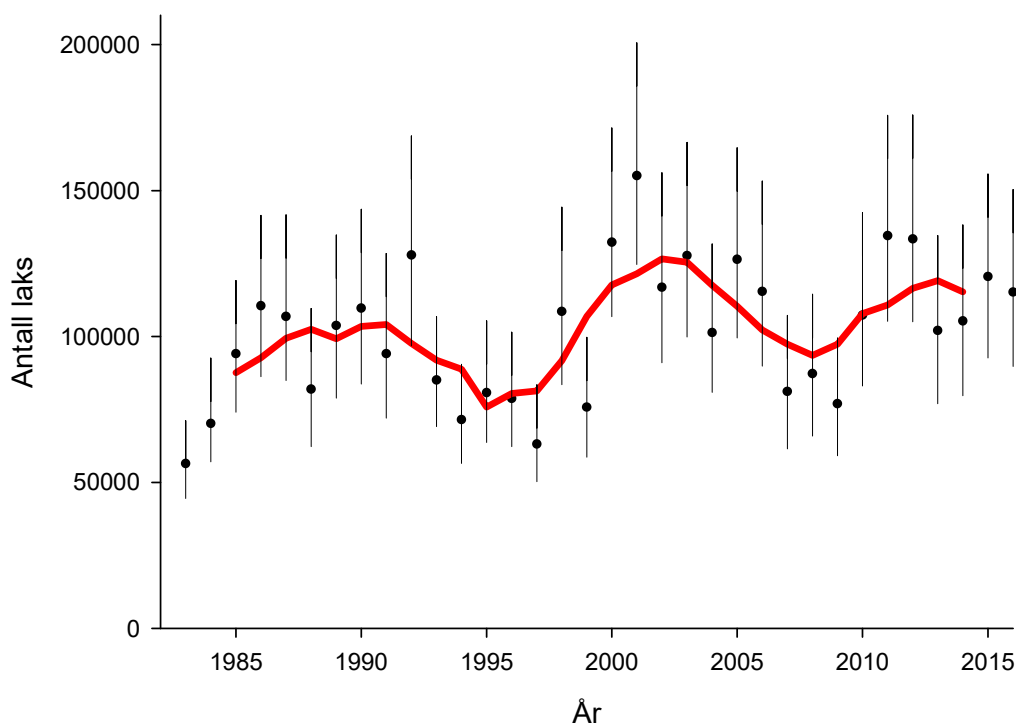
	Totalinnsig	Innsig av smålaks	Innsig av mellom- og storlaks
<hr/> 1983-2016:			
Norge	-54 %	-63 %	-41 %
Sør-Norge	32 %	13 %	51 %
Vest-Norge	-63 %	-74 %	-52 %
Midt-Norge	-59 %	-65 %	-51 %
Nord-Norge u/Tana	-59 %	-67 %	-43 %
Tanavassdraget	-41 %	-41 %	-40 %
<hr/>			
1989-2016:			
Norge	-31 %	-47 %	-1 %
Sør-Norge	11 %	-21 %	63 %
Vest-Norge	-11 %	-43 %	28 %
Midt-Norge	-45 %	-55 %	-25 %
Nord-Norge u/Tana	5 %	-13 %	38 %
Tanavassdraget	-59 %	-68 %	-42 %

2.3 Innsig av laks til de ulike regionene

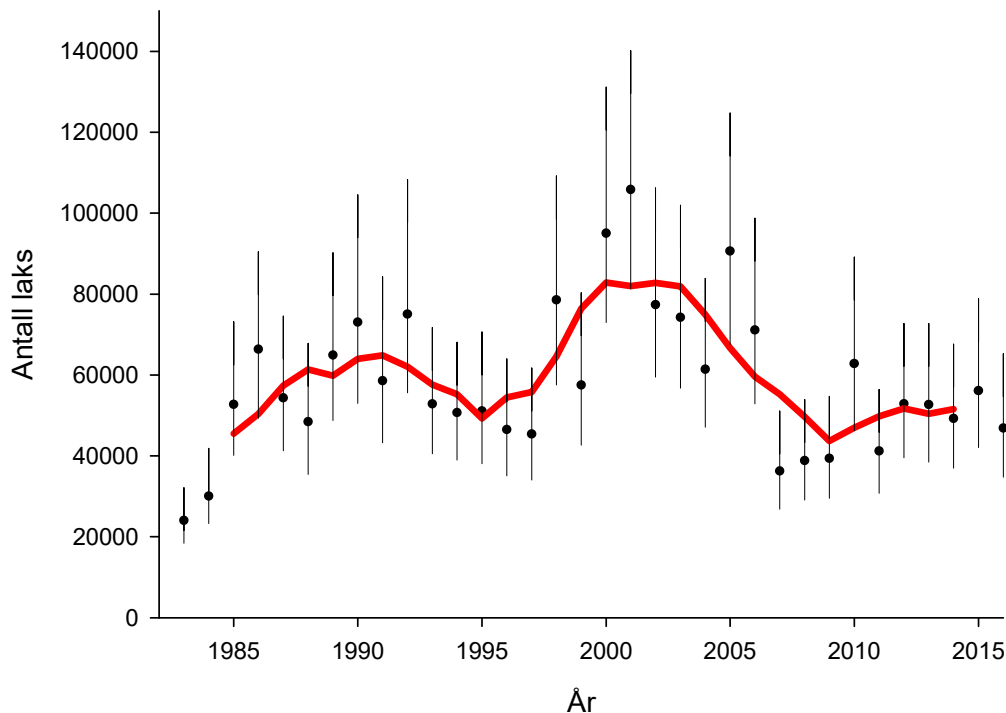
Norge deles inn i fire regioner; Sør-Norge (fra Østfold til og med Rogaland), Vest-Norge (fra og med Hordaland til Stad i Sogn og Fjordane), Midt-Norge (fra Stad til Vesterålen) og Nord-Norge (fra Vesterålen til grensa mot Russland). Lakseinnsiget er beregnet og beskrevet for hver av regionene. Fordi laks fra Tanavassdraget utgjør en stor del av bestandene i Nord-Norge, og har hatt en annerledes bestandsutvikling, ble innsiget til Tanavassdraget beregnet for seg. (Laks fra Tanavassdraget som har blitt fanget langs kysten inngår imidlertid i region Nord-Norge.)

2.3.1 Sør-Norge

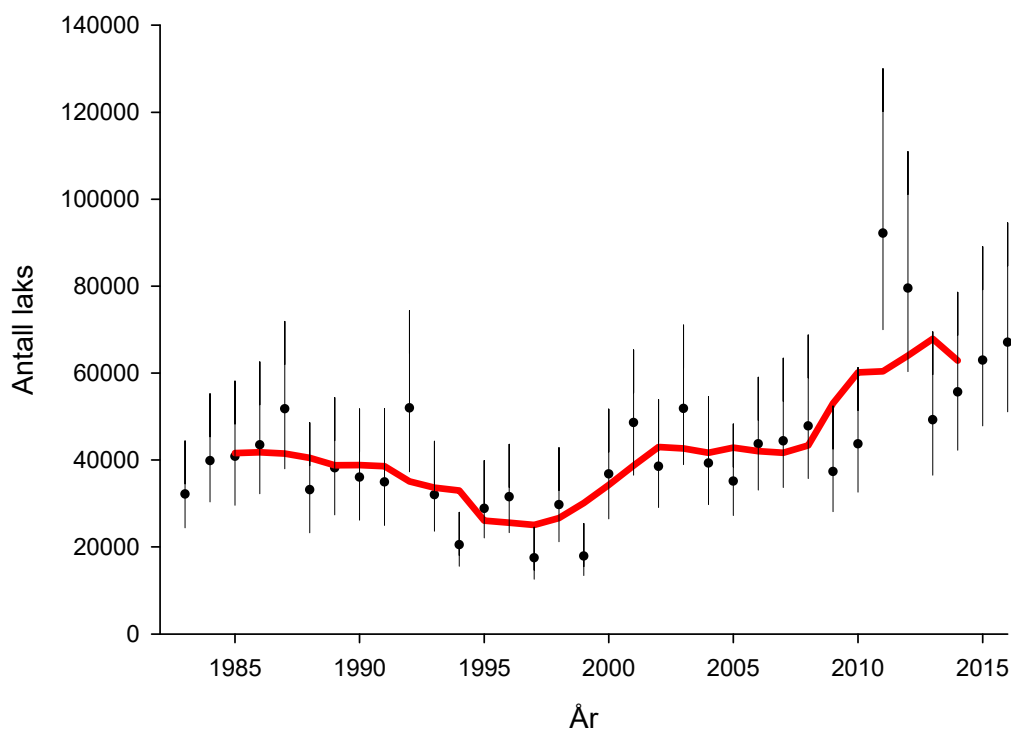
Det totale innsiget av villaks til elvene i Sør-Norge i 2016 ble estimert til ca. 123 000 laks. Innsiget i de fem siste årene var 32 % høyere enn i de fem første årene i perioden 1983-2016 (**figur 2.10**). Innsiget av smålaks var lavere i 2007-2016 enn i toppårene etter årtusenskiftet (**figur 2.11**). Innsiget av mellom- og storlaks har hatt en økende trend siden 1983 (**figur 2.12**), og var spesielt høyt i 2011 og 2012, mens innsiget i 2016 (67000 individer) var det tredje høyeste i perioden 1983-2016 (52 % over gjennomsnittet). Det har vært en markant økning i størrelsen på samlet gytebestand i de senere årene, og i 2016 var samlet gytebestand på høyeste nivå i hele perioden fra 1983 (**figur 2.13**).



Figur 2.10. Beregnet innsig av alle størrelsesgrupper av laks til kysten av Sør-Norge (Østfold til og med Rogaland) i perioden 1983-2016. 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 2.11. Beregnet innsig av smålaks (laks < 3 kg) til kysten av Sør-Norge (Østfold til og med Rogaland) i perioden 1983-2016. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



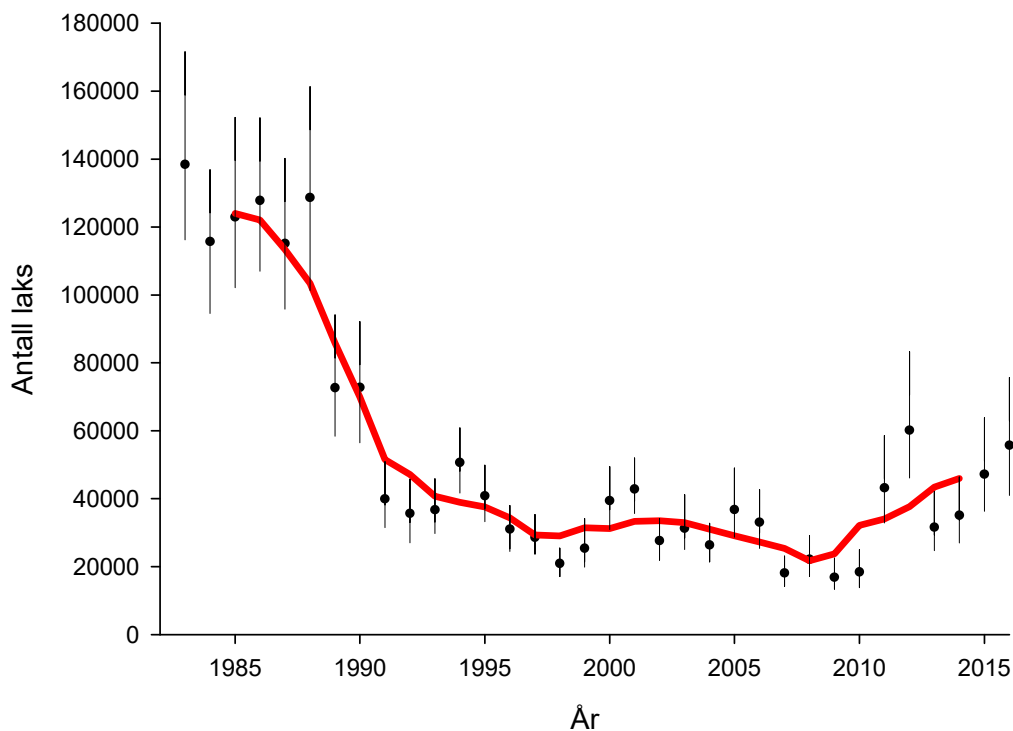
Figur 2.12. Beregnet innsig av mellom- og storlaks (laks > 3 kg) til kysten av Sør-Norge (Østfold til og med Rogaland) i perioden 1983-2016. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



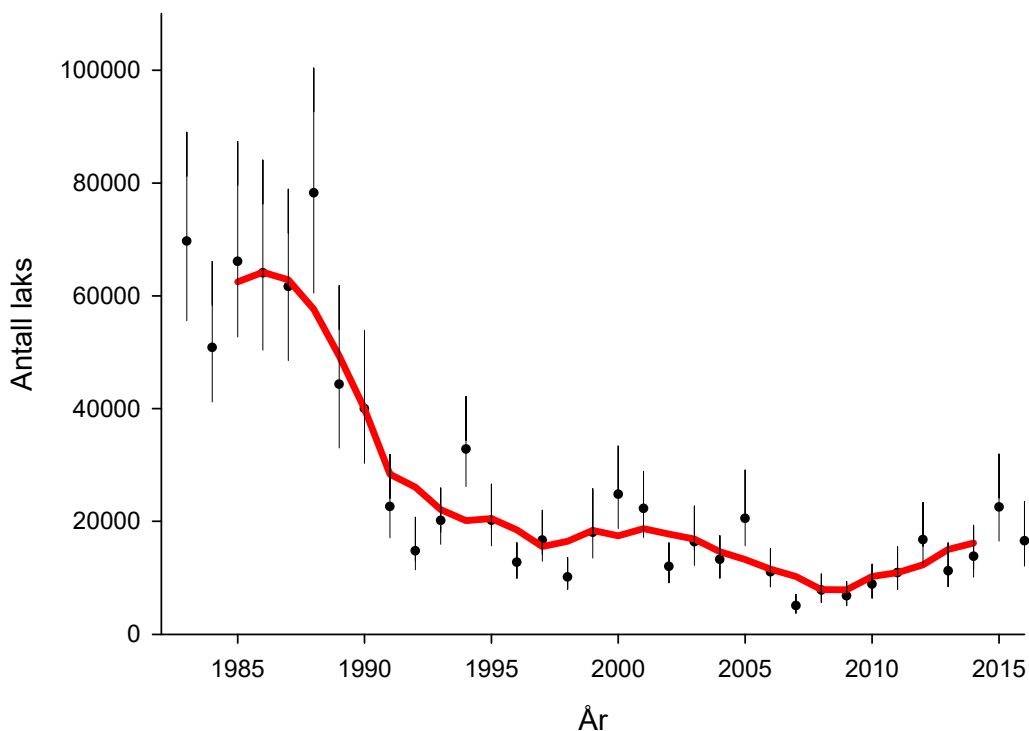
Figur 2.13. Beregnet antall laks som årlig har kommet inn til kysten av Sør-Norge (Østfold til og med Rogaland) (svart heltrukket linje), antall laks som har kommet til elvene (rød stiplet linje, det vil si antallet som er igjen etter beskatning i sjøen) og antall laks som er igjen til gytebestandene etter beskatning (grønn heltrukket linje, det vil si antallet som er igjen etter beskatning i sjøen og elvene) i perioden 1983-2016. For å gjøre figuren mer leselig er bare midtverdiene av simuleringene presentert. Dette er verdier fra simuleringsmodellen for lakseinnslag til Norge.

2.3.2 Vest-Norge

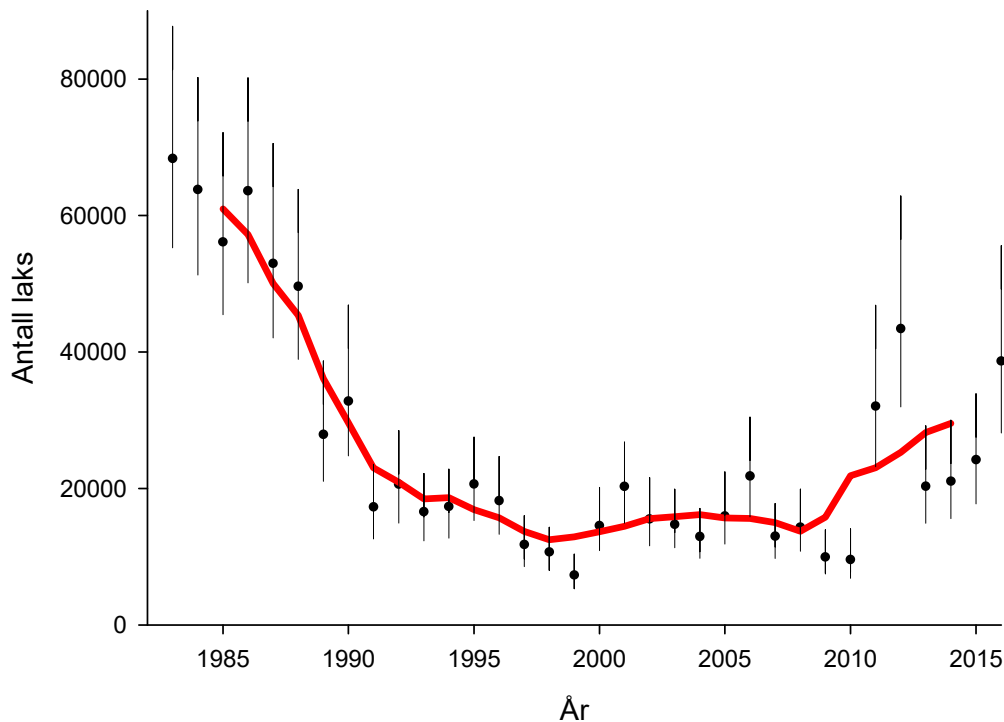
Det totale innsiget av villaks til elvene i Vest-Norge i 2016 ble estimert til ca. 56 000 individer, som er det nest høyeste siden 1990 (**figur 2.14**). Det totale innsiget er redusert med 63 % fra de fem første til de fem siste årene i perioden 1983-2016. For smålaks er reduksjonen på hele 74 % (**figur 2.15**) og for mellom- og storlaks på 52 % (**figur 2.16**). Hvis vi tar 1989 som utgangspunkt i stedet for 1983, så har imidlertid innsiget av mellom- og storlaks økt med 28 %. Innsiget av mellom- og storlaks i 2016 til regionen var det nest høyeste siden 1989. Sjøfisket ble betydelig redusert fra 1988 til 1991, og ble mer gradvis redusert i perioden etterpå, til det nesten har blitt borte (**figur 2.17**). Elvefisket og størrelsen på gytebestanden har variert, uten tydelige trender hele perioden fra 1983 sett under ett. Både elvefisket og den estimerte gytebestanden økte imidlertid mye fra og med 2010 (**figur 2.17**).



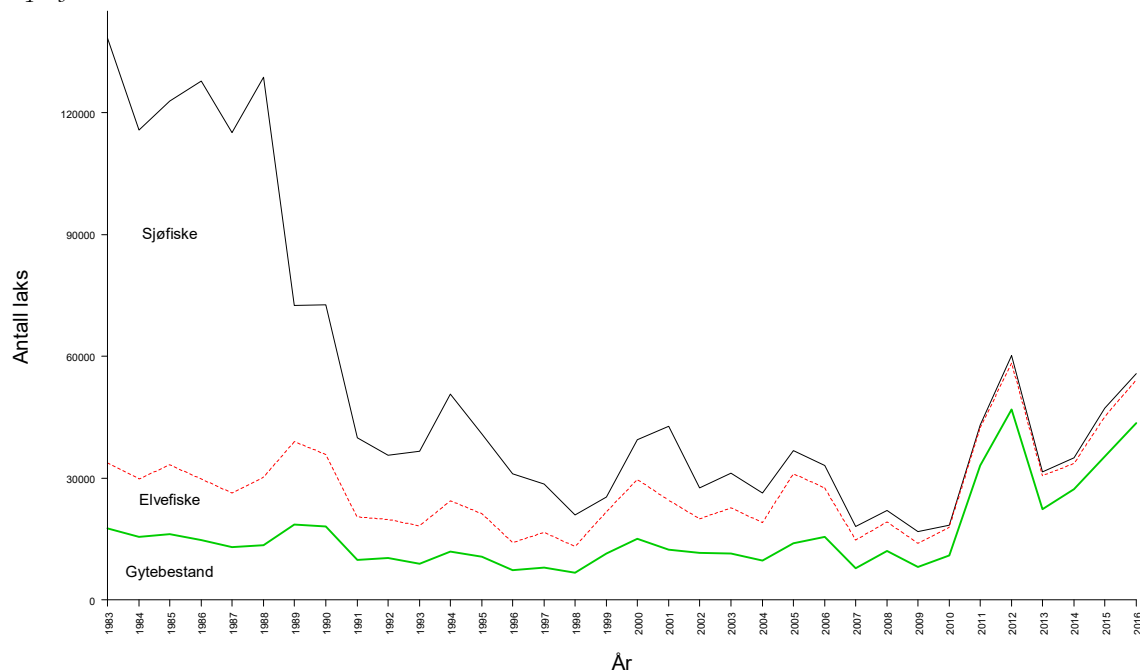
Figur 2.14. Beregnet innsig av alle størrelsesgrupper av laks til kysten av Vest-Norge (fra og med Hordaland til Stad i Sogn og Fjordane) i perioden 1983-2016. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



Figur 2.15. Beregnet innsig av smålaks (laks < 3 kg) til kysten av Vest-Norge (fra og med Hordaland til Stad i Sogn og Fjordane) i perioden 1983-2016. 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.



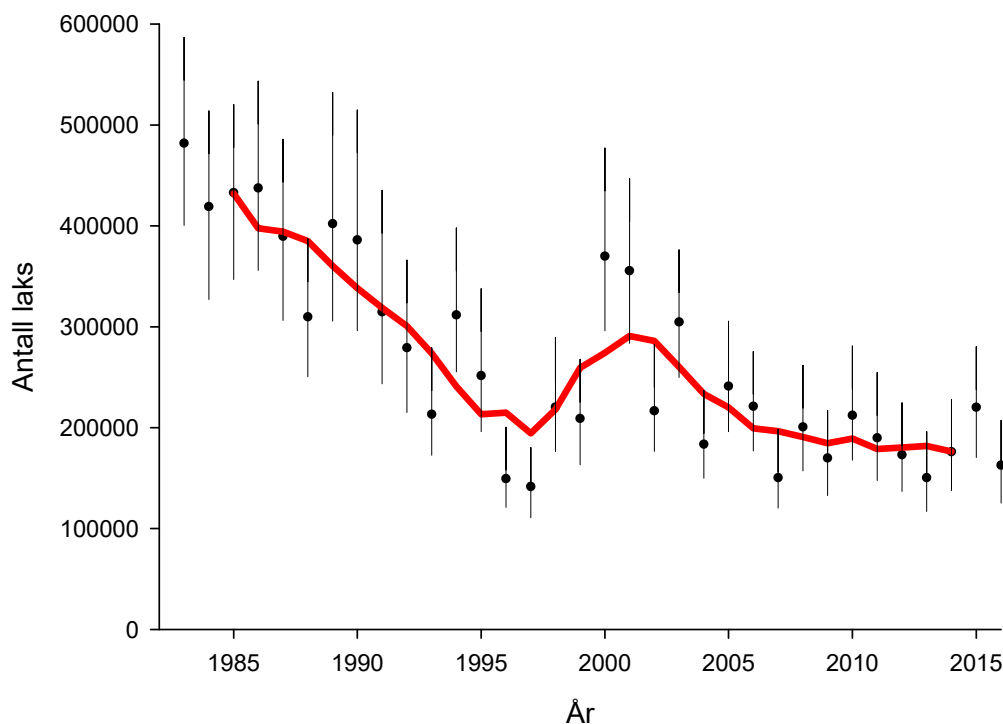
Figur 2.16. Beregnet innsig av mellom- og storlaks (laks > 3 kg) til kysten av Vest-Norge (fra og med Hordaland til Stad i Sogn og Fjordane) i perioden 1983-2016. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



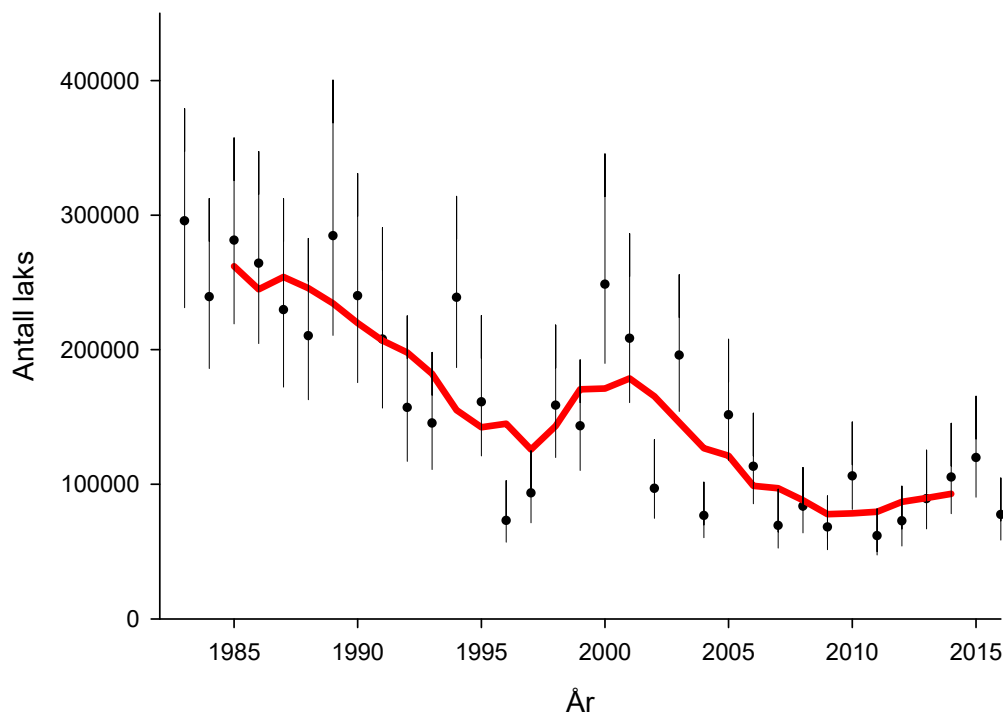
Figur 2.17. Beregnet antall laks som årlig har kommet inn til kysten av Vest-Norge (fra og med Hordaland til Stad i Sogn og Fjordane) (svart heltrukket linje), antall laks som har kommet til elvene (rød stiple linje, det vil si antallet som er igjen etter beskatning i sjøen) og antall laks som er igjen til gytebestandene etter beskatning (grønn heltrukket linje, det vil si antallet som er igjen etter beskatning i sjøen og elvene) i perioden 1983-2016. For å gjøre figuren mer leselig er bare midtverdiene av simuleringene presentert. Dette er verdier fra simuleringssmodellen for lakseinnslag til Norge.

2.3.3 Midt-Norge

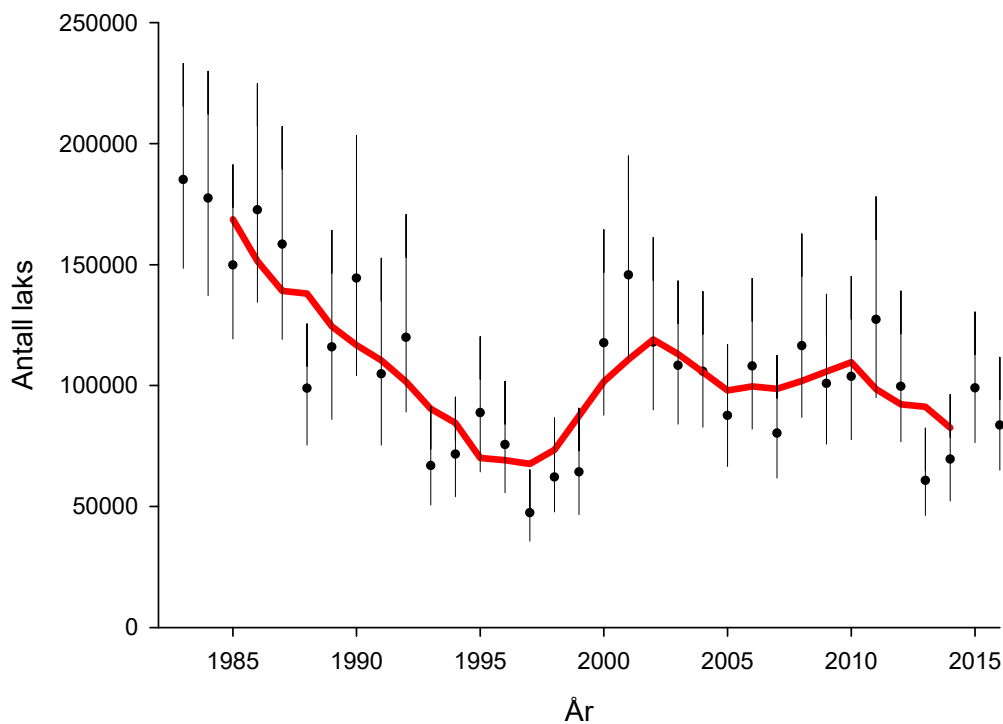
Det totale innsiget av villaks til elvene i Midt-Norge i 2016 ble estimert til ca. 163 000 individer (**figur 2.18**). Innsiget er redusert med henholdsvis 59 % og 45 % fra fem første til fem siste år i periodene 1983-2016 og 1989-2016. Nedgangen er spesielt markert for smålaks, der innsiget er redusert med henholdsvis 65 % og 55 % (**figur 2.19**). Innsiget av smålaks var blant de laveste siden 1983. Innsiget av mellom- og storlaks har vært relativt stabilt etter årtusenskiftet, men lavere de siste fire årene (**figur 2.20**). Sjøfisket er betydelig redusert etter 1983, med en sterk nedgang før 1990, og en mer gradvis nedgang senere (**figur 2.21**).



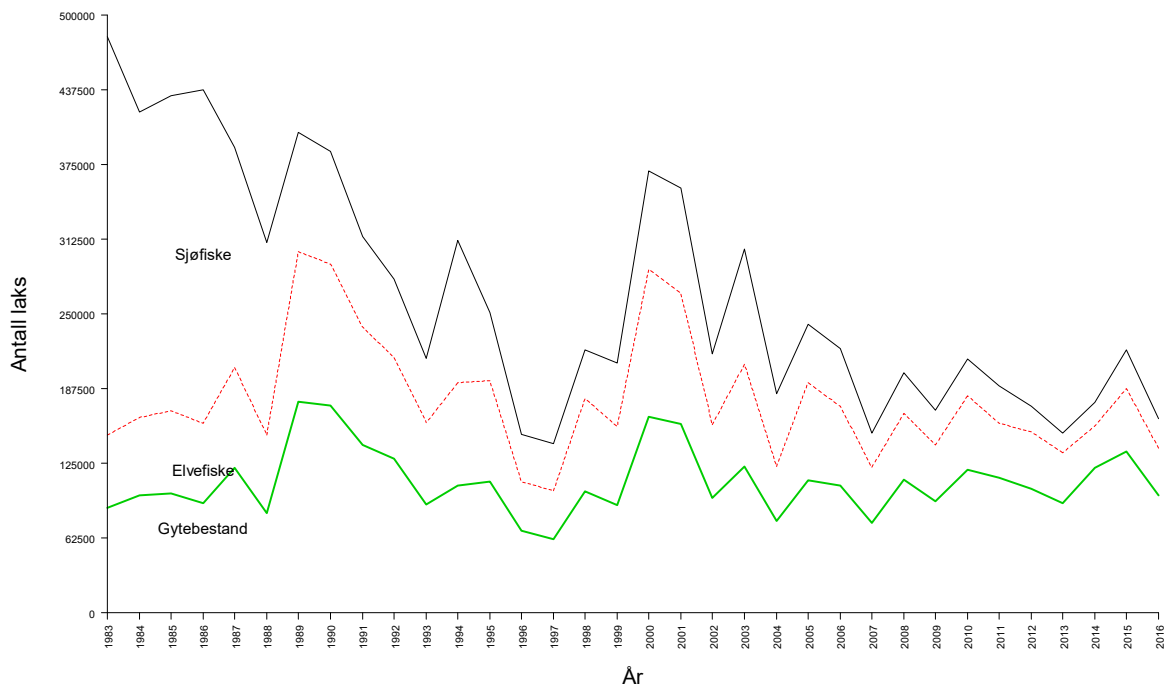
Figur 2.18. Beregnet innsig av alle størrelsesgrupper av laks til kysten av Midt-Norge (fra Stad til Vesterålen) i perioden 1983-2016. Punktene angir medianverdiene, mens de loddrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



Figur 2.19. Beregnet innsig av smålaks (laks < 3 kg) til kysten av Midt-Norge (fra Stad til Vesterålen) i perioden 1983-2016. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



Figur 2.20. Beregnet innsig av mellom- og storlaks (laks > 3 kg) til kysten av Midt-Norge (fra Stad til Vesterålen) i perioden 1983-2016. 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.



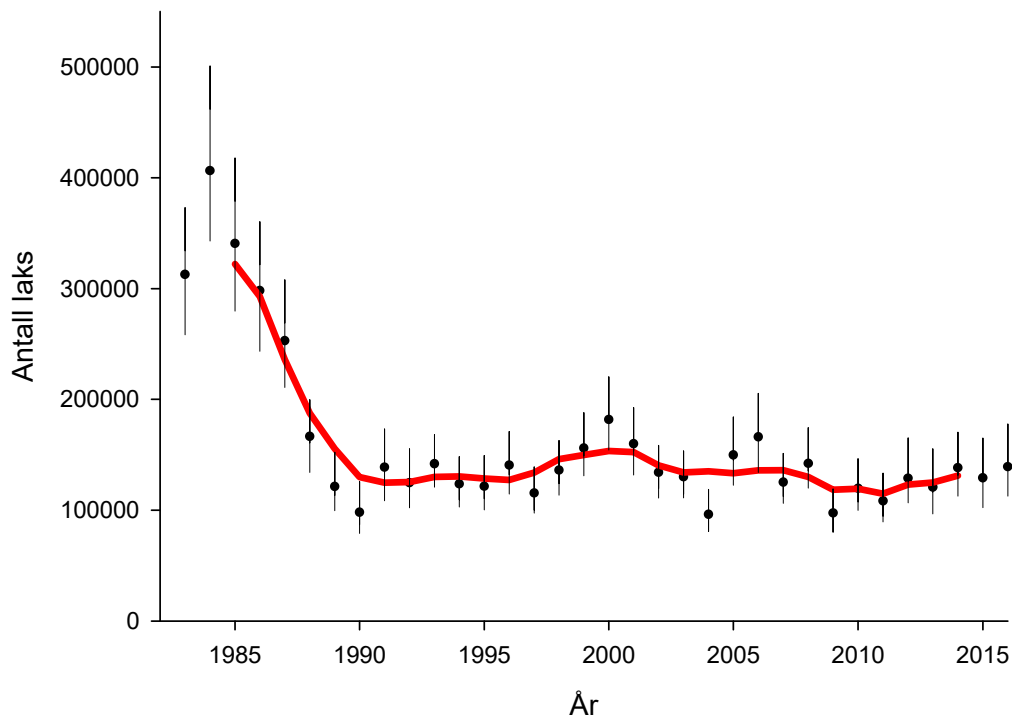
Figur 2.21. Beregnet antall laks som årlig har kommet inn til kysten av Midt-Norge (fra Stand til Vesterålen) (svart heltrukket linje), antall laks som har kommet til elvene (rød stiplet linje, det vil si antallet som er igjen etter beskatning i sjøen) og antall laks som er igjen til gytebestandene etter beskatning (grønn heltrukket linje, det vil si antallet som er igjen etter beskatning i sjøen og elvene) i perioden 1983-2016. For å gjøre figuren mer leselig er bare midtverdiene av simuleringene presentert. Dette er verdier fra simuleringsmodellen for lakseinnslag til Norge.

2.3.4 Nord-Norge uten Tanavassdraget

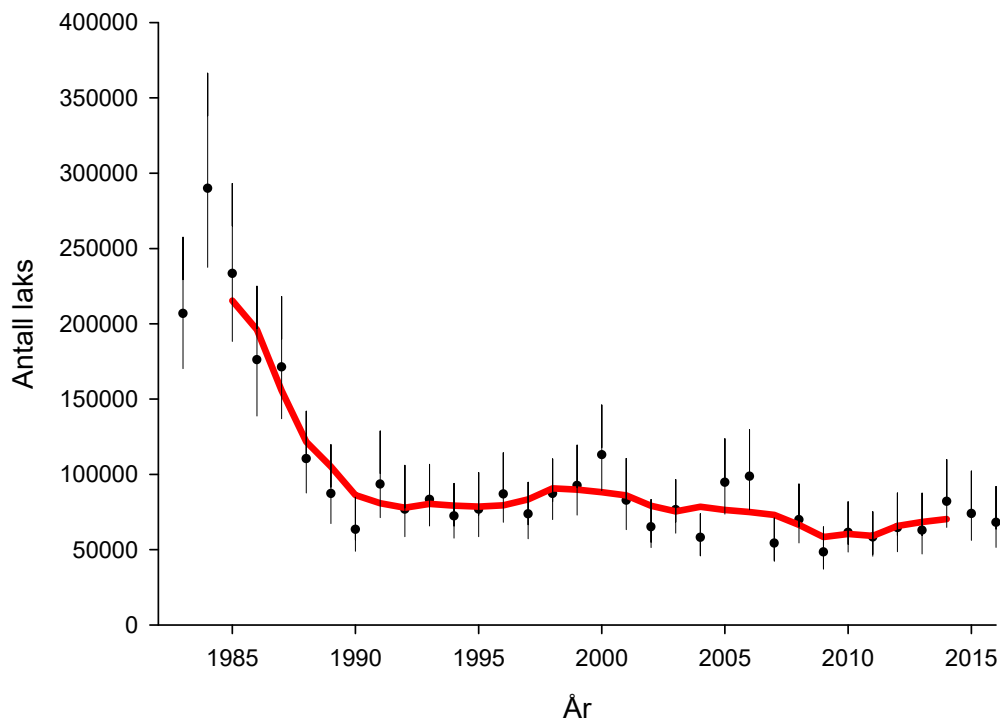
Laks fra Tanavassdraget utgjør en stor andel av laksen i Nord-Norge. Siden laksen i Tanavassdraget har en avvikende utvikling sammenlignet med resten av regionen, har vi utelatt Tanavassdraget i analysene av innsiget til Nord-Norge.

Innsiget av villaks til elvene i Nord-Norge unntatt Tanavassdraget i 2016 ble estimert til ca. 139 000 individer, noe som er på nivå med de siste 25 årene (**figur 2.22**). Innsiget var høyere på 1980-tallet, og gjennomsnittlig innsig siste femårsperiode er redusert med 59 % sammenlignet med femårsperioden fra 1983. De høye estimatene på 1980 tallet kan delvis skyldes at drivgarnsfisket utenfor Nord-Norge fanget fisk som hørte hjemme andre steder i Norge og Russland, slik at innsiget til landsdelen i perioden da det var drivgarnsfiske kan være overestimert.

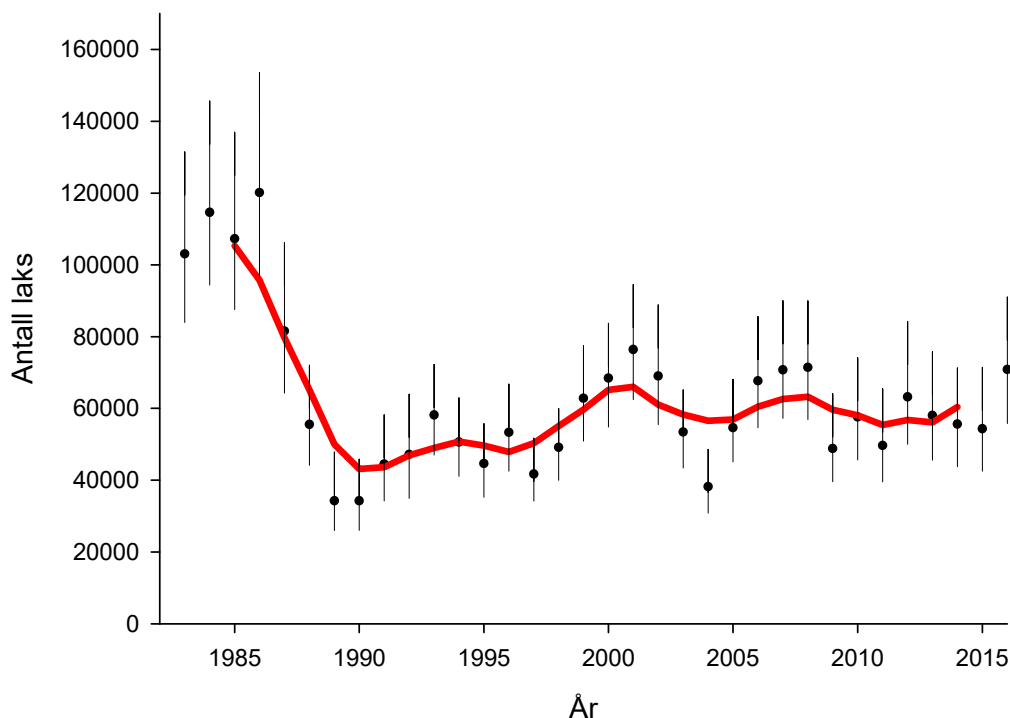
Smålaksinnsiget til Nord-Norge ble betydelig redusert fra 1983, og i mindre grad redusert fra 1989 (**tabell 2.1, figur 2.23**). Reduksjonen var henholdsvis 67 % og 13 % fra fem første til fem siste år i periodene 1983-2016 og 1989-2016. Mellom- og storlaksinnsiget ble redusert fra 1983, men har økt fra 1989. Fra de første fem til de siste fem årene i perioden 1983-2016 var det dermed en nedgang på 43 %, mens for perioden 1989-2016 var det en økning på 38 %. Estimert innsig av mellom- og storlaks i 2016 var høyere enn i de foregående årene (**figur 2.24**). Også i denne regionen har sjøfisket avtatt siden 1983 (**figur 2.25**), men ikke i like stor grad som i resten av landet. Elvefisket og størrelsen på gytebestanden viser en svak økning.



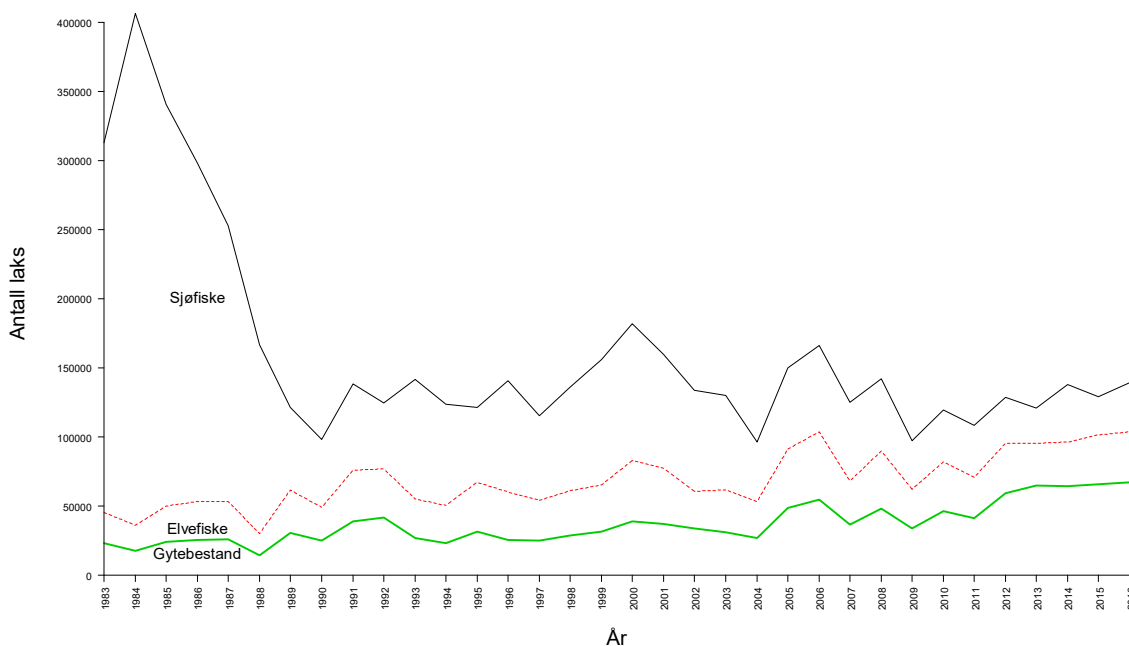
Figur 2.22. Beregnet innsig av alle størrelsesgrupper av laks til kysten av Nord-Norge (fra Vesterålen til grensa mot Russland, uten Tanavassdraget) i perioden 1983-2016. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde 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 1983-2016. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



Figur 2.24. Beregnet innsig av mellom- og storlaks (laks > 3 kg) til kysten av Nord-Norge (fra Vesterålen til grensa mot Russland, uten Tanavassdraget) i perioden 1983-2016. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



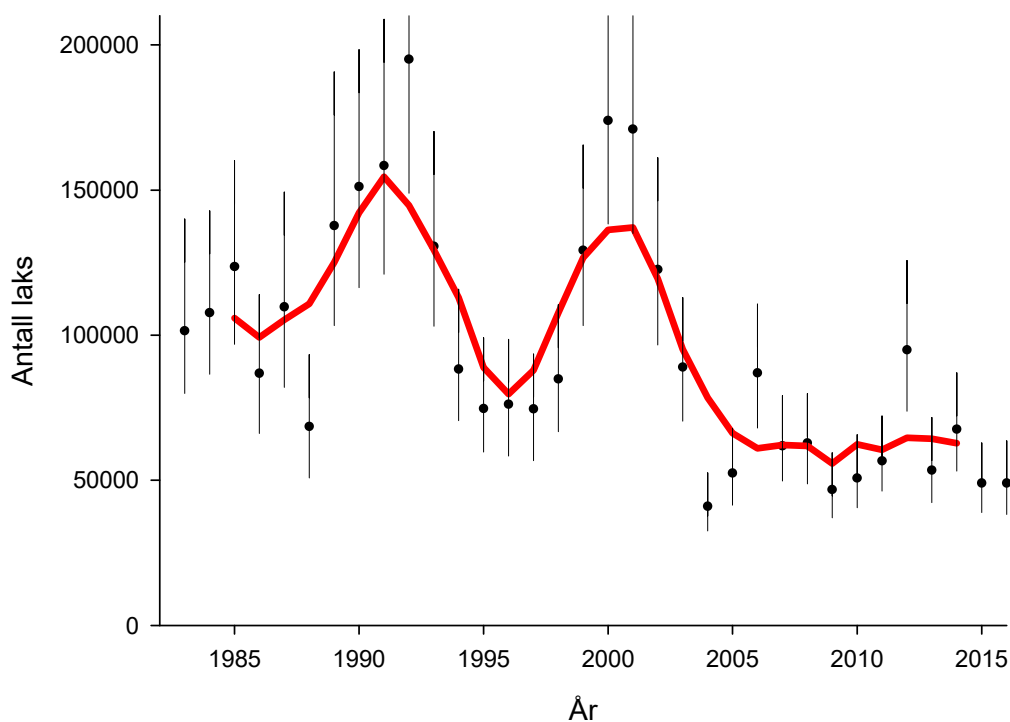
Figur 2.25. Beregnet antall laks som årlig har kommet inn til kysten av Nord-Norge (fra Vesterålen til grensa mot Russland, uten Tanavassdraget) (svart heltrukket linje), antall laks som har kommet til elvene (rød stiple linje, det vil si antallet som er igjen etter beskatning i sjøen) og antall laks som er igjen til gytebestandene etter beskatning (grønn heltrukket linje, det vil si antallet som er igjen etter beskatning i sjøen og elvene) i perioden 1983-2016. For å gjøre figuren mer leselig er bare midtverdiene av simuleringene presentert. Dette er verdier fra simuleringmodellen for lakseinnsig til Norge.

2.3.5 Tanavassdraget

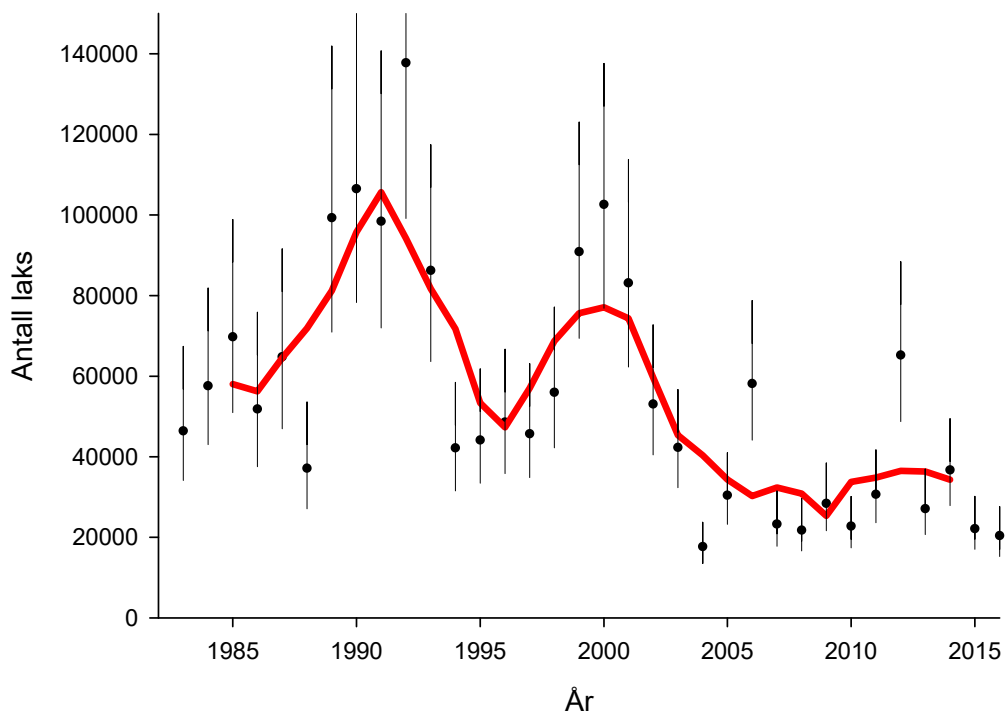
Vi har beregnet innsiget av laks til utløpet av Tanafjorden (unntatt innsiget til Langfjordelva i Tanafjorden), som i stor grad utgjør innsiget til Tanavassdraget. Dette utgjør imidlertid ikke det totale innsiget til vassdraget, fordi laks som fanges langs kysten utenfor fjorden ikke er inkludert. Andelen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

Innsiget av villaks til Tanafjorden i 2016 ble estimert til ca. 62 000 individer, noe som er blant de laveste i perioden fra 1983 (**figur 2.26**). Innsiget i den siste femårsperioden var redusert med 41% sammenlignet med de første fem årene i perioden 1983-2016, mens det for 1989-2016 var en reduksjon på 59 %. Reduksjonen er tydeligst for smålaks (**figur 2.27**), men også innsiget av større laks er redusert (**figur 2.28**). Gytebestandens størrelse ser også ut til å ha blitt redusert fra 1983 (**figur 2.29**), i kontrast til utviklingen i resten av Nord-Norge og i de andre regionene.

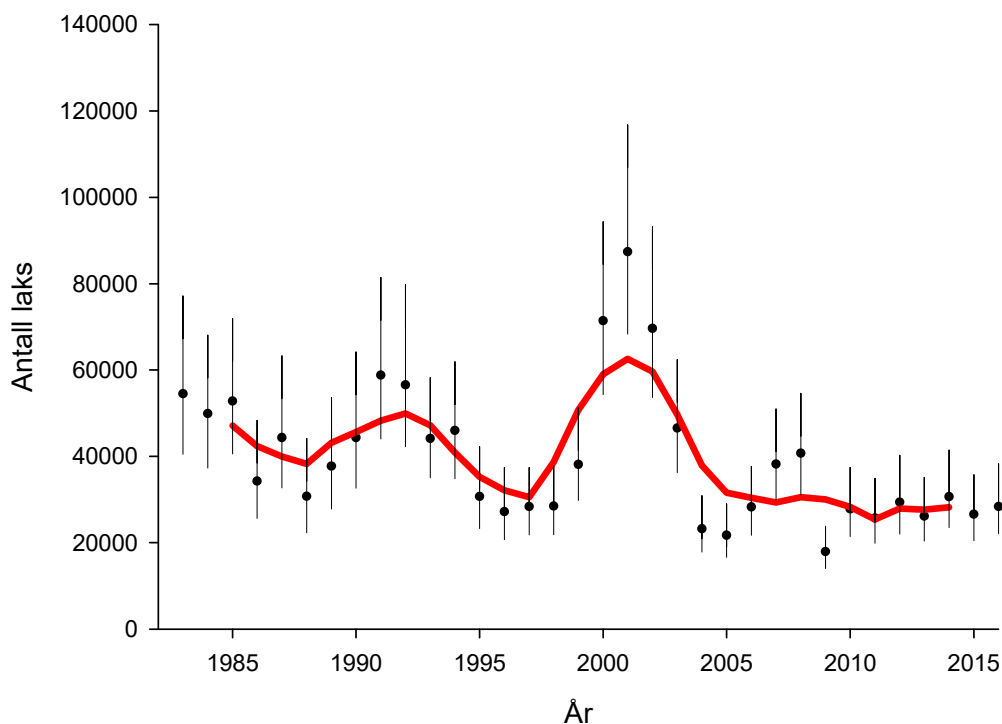
Utviklingen i Tanavassdraget fra 1989 (da drivgarnsfisket ble forbudt) skiller seg markant fra utviklingen i resten av Nord-Norge - med en betydelig reduksjon i lakseinnsiget, mens resten av regionen har hatt stabile bestander (**figur 2.30**). Etter hvert som innsiget til Tanavassdraget har blitt redusert, er det grunn til å anta at en mindre del av fangstene langs kysten utgjøres av laks fra Tanavassdraget. Når vi tar dette i betraktning er forskjellene i utviklingen mellom Tanavassdraget og resten av Nord-Norge trolig større enn det som vises i **figur 2.30**.



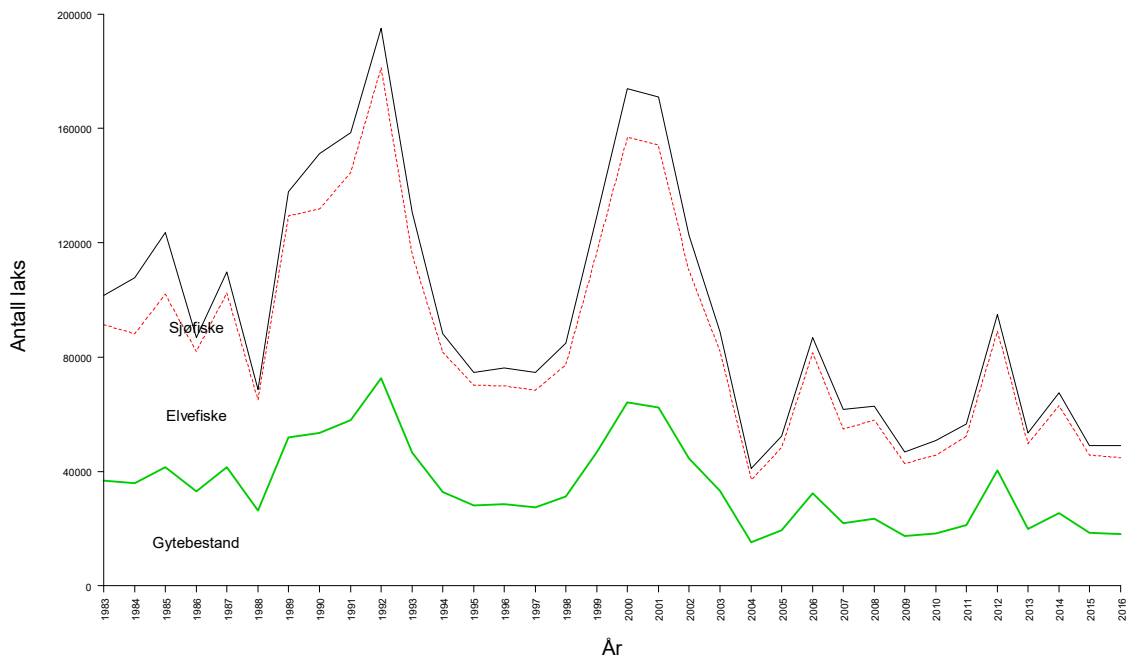
Figur 2.26. Beregnet innsig av alle størrelsesgrupper av laks til Tanafjorden hjemmørende i Tanavassdraget i perioden 1983-2016. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



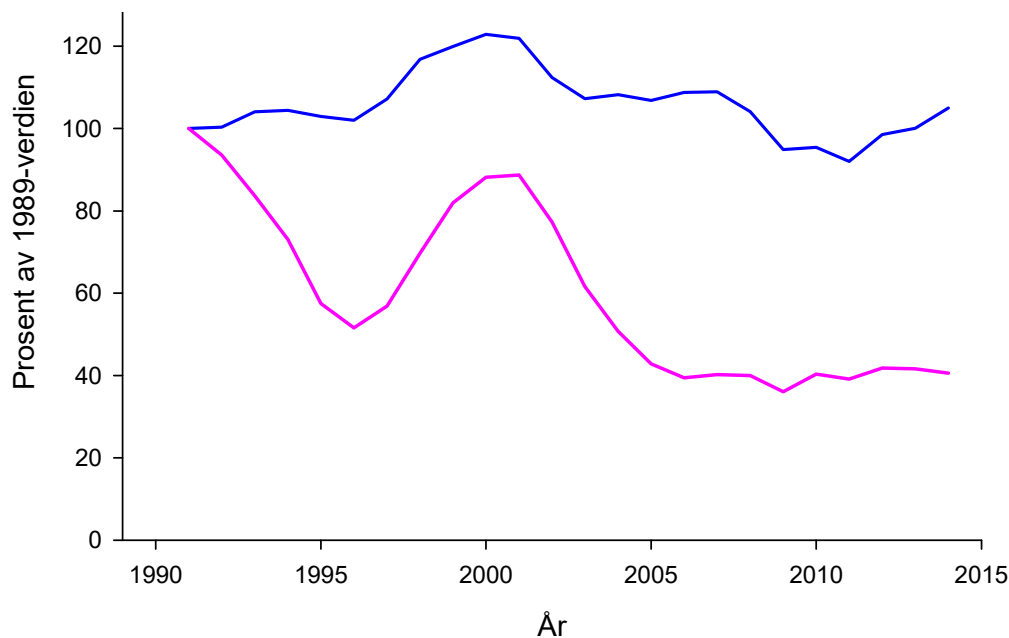
Figur 2.27. Beregnet innsig av smålaks (laks < 3 kg) til Tanavassdraget i perioden 1983-2016. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



Figur 2.28. Beregnet innsig av mellom- og storlaks (laks > 3 kg) til Tanavassdraget i perioden 1983-2016. Punktene angir medianverdiene, mens de lodrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringene. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år.



Figur 2.29. Beregnet antall laks som årlig har kommet inn til Tanafjorden (svart beltrukket linje), antall laks som har kommet til Tanavassdraget (rød stiplet linje, det vil si antallet som er igjen etter beskatning i sjøen) og antall laks som er igjen til gytebestandene etter beskatning (grønn beltrukket linje, det vil si antallet som er igjen etter beskatning i sjøen i Tanafjorden og elva) i perioden 1983-2016. For å gjøre figuren mer leselig er bare midtverdiene av simuleringene presentert.



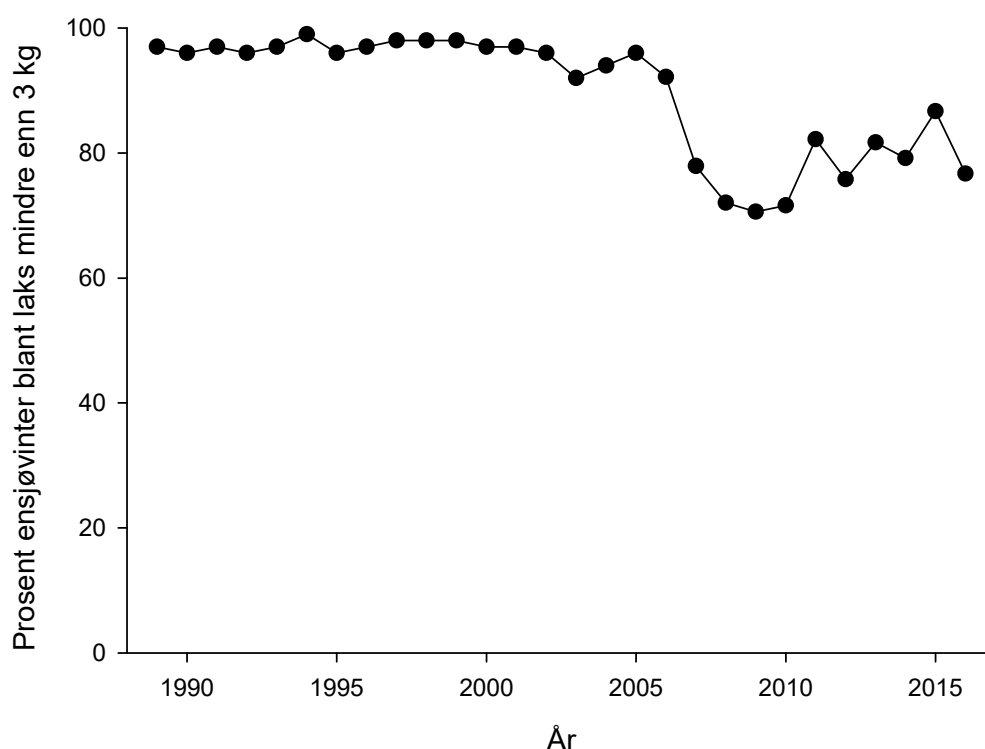
Figur 2.30. Utviklingen av lakseinnsiget fra havet til region Nord-Norge (fra Vesterålen til grensa mot Russland) uten Tanavassdraget (blå) og utviklingen i lakseinnsiget til Tanafjorden for fisk hjemmørende i Tanavassdraget (lilla) fra 1989 til 2016, gitt som prosent av 1989-verdien. Data er fra bevegelig femårs gjennomsnitt, slik at første året som har ett fullverdig gjennomsnitt blir 1991 og siste året med et fullverdig gjennomsnitt blir 2014. Innsiget er gitt for alle størrelsesgrupper laks samlet.

2.4 Alder ved kjønnsmodning

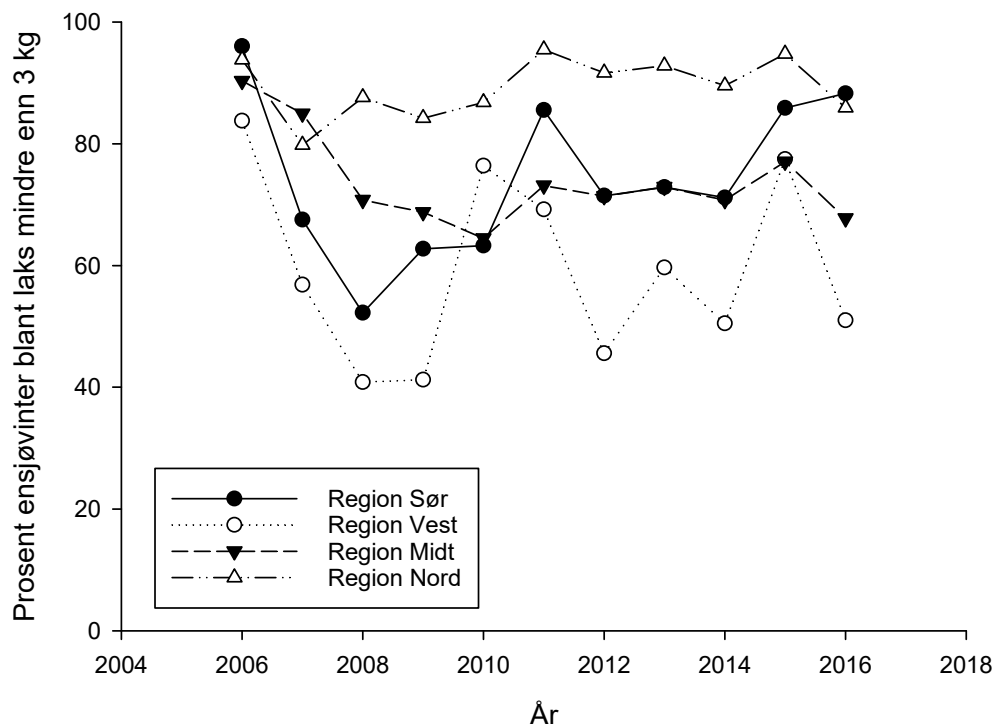
En viktig faktor som påvirker antall gytefisk produsert av en utvandrende årsklasse av laksesmolt er ved hvilken alder den enkelte laks blir kjønnsmoden. Livet i havet er risikofyllt og færre overlever dersom oppholdet i havet varer lenger. Alder ved første kjønnsmodning varierer fra individ til individ, og mellom bestander av laks; noen bestander består utelukkende av smålaks som returnerer etter én vinter i sjøen, mens i andre kan gytebestanden bestå av fisk som kjønnsmodnes første gang etter to eller flere vintre i sjøen. Eksisterende kunnskap om faktorer som påvirker alder på gytelaksen er oppsummert tidligere (Anon. 2016d).

Endringer i alder ved kjønnsmodning kan sees i skjellmaterialet som innsamles årlig. I et stort materiale fra elvefisket framgår det at andelen ensjøvinter laks blant laks under 3 kg var stabilt mellom 92 til 99 % i perioden 1989-2006, mens andelen har blitt redusert til 71-87 % i årene etter (**figur 2.31**). Det er imidlertid variasjon mellom regioner (**figur 2.32**). Denne analysen dekker kun perioden fra 2006, men resultatene tyder på at laksen i Nord-Norge ikke har hatt den samme økningen i andel to-sjøvinter laks blant laks mindre enn 3 kg, som vi observerer i de andre regionene. Dette tyder igjen på at laksen i Nord-Norge trolig benytter andre områder for næringsøk, men resultatene kan også bety at laksen fra de ulike regionene opplever forskjeller i andre faktorer som påvirker veksten.

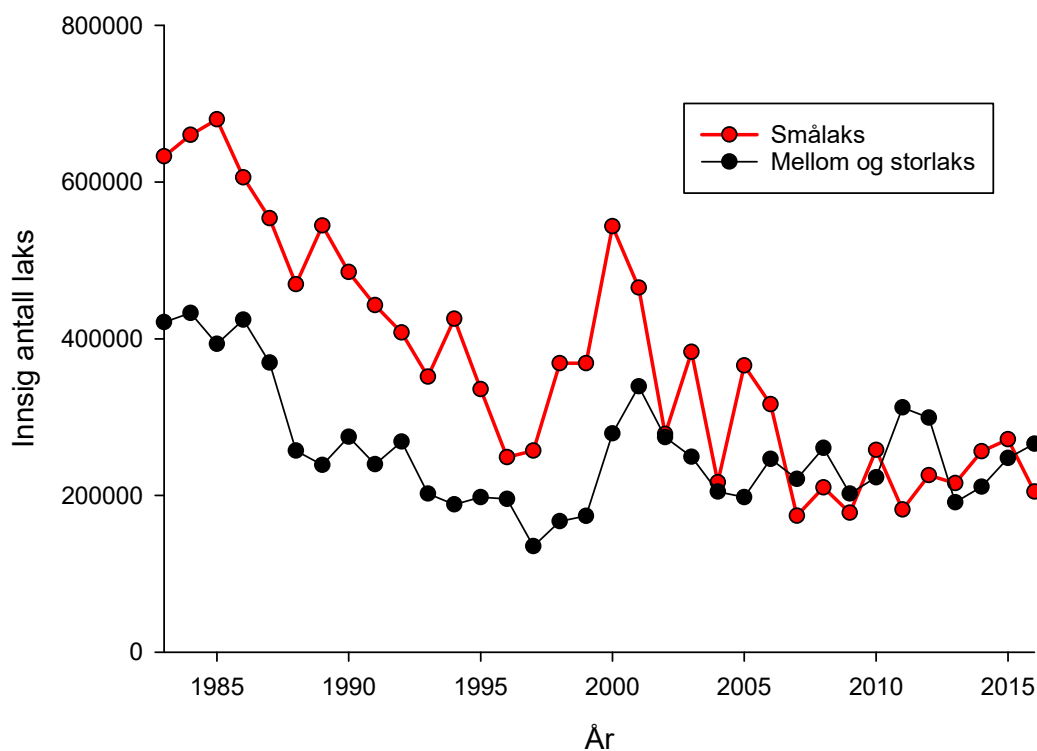
Det er også tydelig at innsiget av smålaks er mer redusert enn innsiget av mellom- og storlaks i perioden fra 1983 til 2016 (**figur 2.33**). Totalt tyder dette materialet på at det har skjedd betydelige endringer i alder ved kjønnsmodning i perioden fra 1989 til nå. Sammen med endringer i sjøoverlevelse (se kapittel 4) har dette hatt en direkte effekt på innsiget av laks fra havet til norskekysten og elvene de senere år.



Figur 2.31. Gjennomsnittlig andel ensjøvinterlaks blant laks mindre enn 3 kg i skjellprøver fra norske elvefangster i perioden fra 1989 (da det omfattende overvåkningsprogrammet startet) til 2016.



Figur 2.32. Gjennomsnittlig andel ensjøvinterlaks blant laks mindre enn 3 kg i skjellprover fra norske elvefangster i perioden fra 2006 til 2016 for de ulike regionene av landet (Sør Norge: Østfold - Rogaland, Vest-Norge: Hordaland - Stad, Midt-Norge: Stad - Vesterålen, Nord-Norge: Vesterålen - Finnmark).



Figur 2.33. Beregnet innsig (modalverdi fra PFA-modell) av smålaks (< 3 kg) og mellom- og storlaks (≥ 3 kg) fra havet til norskekysten i perioden 1983 til 2016.

3 LAKSENS OVERLEVELSE I SJØEN

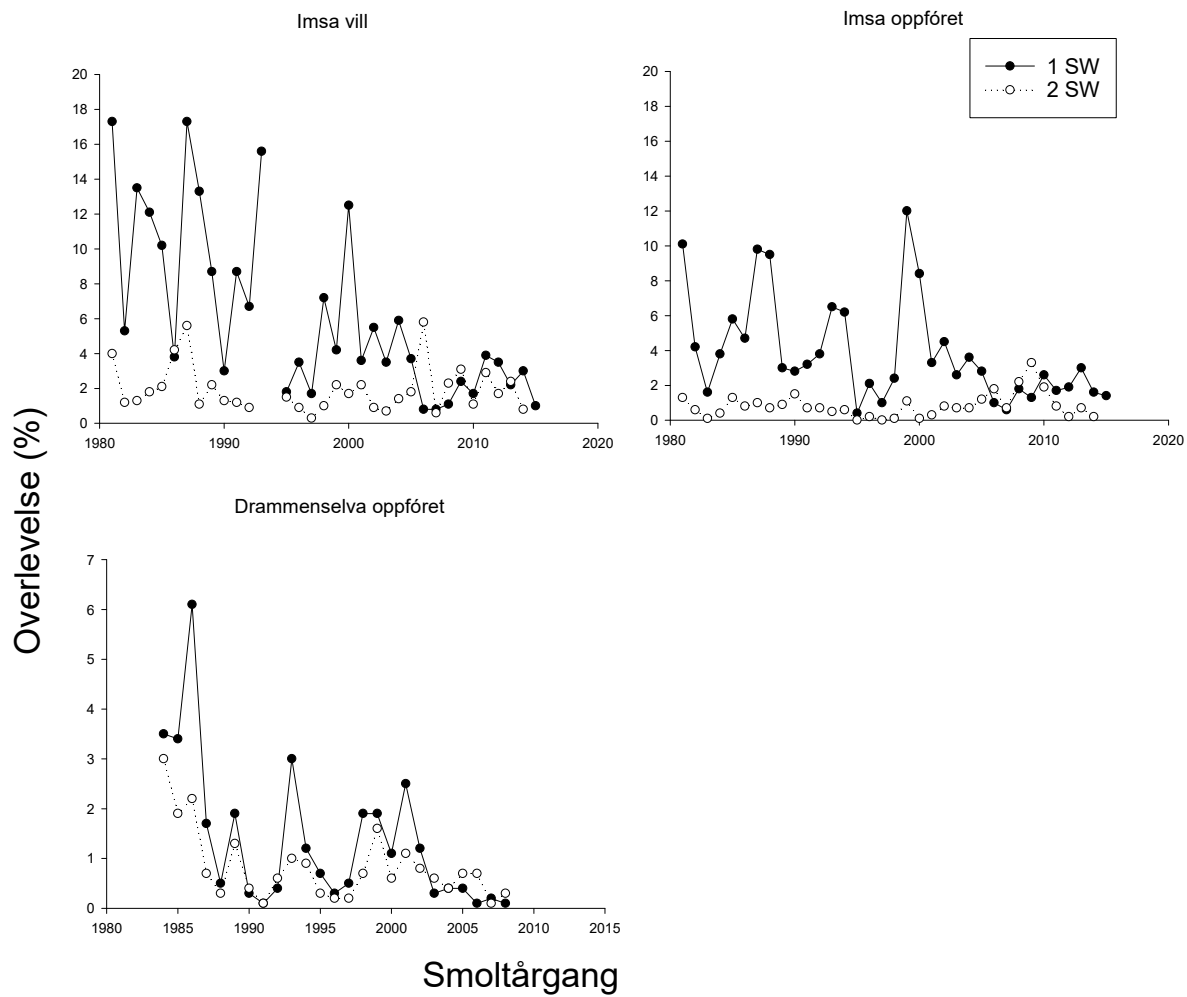
Det har vært en betydelig reduksjon i laksens overlevelse i sjøen i mesteparten av dens utbredelsesområdet i de siste 20-25 år, et mønster som også vært observert for norsk laks. Lange tidsserier fra utvalgte indekssvassdrag er svært viktige for å overvåke denne utviklingen (**figur 3.1**). Overlevelse av villaks fra smolt til de ankommer norskekysten (før fisket) på vei tilbake til elvene har blitt beregnet for laks fra elvene Imsa i Rogaland og Halselva i Finnmark. Det finnes også langtidsserier for overlevelse hos oppfôret smolt i Imsa, Drammenselva og Halselva. Serien i Drammenselva ble avsluttet etter smoltårsklassen 2008, og serien fra Halselva er av vitenskapsrådet tidligere blitt vurdert som usikker (Anon. 2012b) fordi det er tvil om vassdraget har en egen laksebestand, og merkingen i vassdraget har blitt avsluttet. Det vil si at vi i Norge nå bare har én overvåkingsserie for sjøoverlevelse for villaks (Imsa) hvor man har full kontroll med antall smolt som forlater elva og antall returnerende voksenfisk til elva.

Vitenskapsrådet har derfor anbefalt at det etableres nye indekssvassdrag som skal fange opp den variasjon som man regner med finnes i marin overlevelse langs kysten av Norge (Anon. 2011c). I en gjennomgang av mulighetene for å overvåke sjøoverlevelse har det blitt anbefalt å gjennomføre overvåking med merking av smolt og kontroll av tilbakevandrende laks i 15 vassdrag, samt overvåking med tellinger av tilbakevandrende voksenlaks i 61 vassdrag (Fiske mfl. 2014). Overvåkingen startet opp med PIT-merking av villsmolt i tre vassdrag i 2016, er utvidet med tre nye vassdrag i 2017 og vil bli ytterligere utvidet i årene framover.

De norske overlevelsedataene har blitt systematisert og rapportert til arbeidsgruppa som jobber med laks i det internasjonale havforskningsrådet (ICES) (Fiske mfl. 2017). De norske dataene sammenstilles av ICES med data fra tilsvarende indekssvassdrag i Irland, Skottland, England, Island, USA og Canada (ICES 2017b). Det generelle mønsteret med lavere overlevelse i de senere årene finner man også når man slår sammen resultatene fra indekselvne rundt Atlanterhavet (ICES 2017b).

Overlevelsen for ensjøvinterlaks fra Imsa har variert mellom 1,7 og 17,3 % for smoltårsklassene 1981-2005 (**figur 3.1**). For smoltårsklasse 2006-2008 var overlevelsen for ensjøvinterlaks mellom 0,8 og 1,1 %, noe som var de laveste i tidsserien. Overlevelsen for smoltårsklassen 2009-2015 var høyere, men fortsatt blant de lavere verdiene (1,0-3,9 %). Imidlertid har det fra og med 2006-årsklassen kommet omtrent like mange eller flere tosjøvinterlaks som ensjøvinterlaks tilbake (**figur 3.1**), noe som tyder på at fisken enten kan ha utsatt kjønnsmodningen ett år og/eller at større laks har hatt bedre overlevelse enn tidligere år. Fra og med 2011-smoltårsklassen kom det noe mindre tosjøvinterlaks enn ensjøvinterlaks tilbake, mens for 2013-smoltårsklassen kom det tilbake omtrent like mange ensjøvinterlaks som tosjøvinterlaks. For 2014-smoltårsklassen, den siste vi har komplette resultater for, kom det tilbake færre tosjøvinterlaks.

Overlevelsen for oppfôret smolt fra de ble utsatt i Imsa til de kom tilbake som ensjøvinterlaks varierte mellom 0,4 og 12,0 % for smoltårsklassene 1981-2005. Etter 2006 har estimatene vært lave, og i likhet med for villaks fra Imsa har overlevelsen til tosjøvinterlaks vært høyere enn eller på samme nivå som for ensjøvinterlaks, med færre tosjøvinterlaks tilbake igjen fra og med 2010-smoltårsklassen. At overlevelsen til oppfôret smolt er lavere enn overlevelsen til villsmolt ser ut til å være et generelt mønster som er funnet i mange studier (Finstad & Jonsson 2001, Jensen mfl. 2016b).



Figur 3.1. Beregnet minimumsoverlevelse for oppholdet i sjøen fra smoltutvandring fram til beskatning i sjøfiskeeriene for vill smolt fra Imsa og oppfóret smolt fra Imsa og Drammenselva.

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

Oppnåelse av gytebestandsmål, beskatning og høstbart overskudd er beregnet og beskrevet for de enkelte bestandene i vedleggsrapporten (Anon. 2017c). Her analyseres og sammenstilles resultatene fra enkeltelvene til en beskrivelse av nasjonale og regionale trender for oppnåelse av gytebestandsmål, beskatning og bestandsstatus.

4.1 Metoder

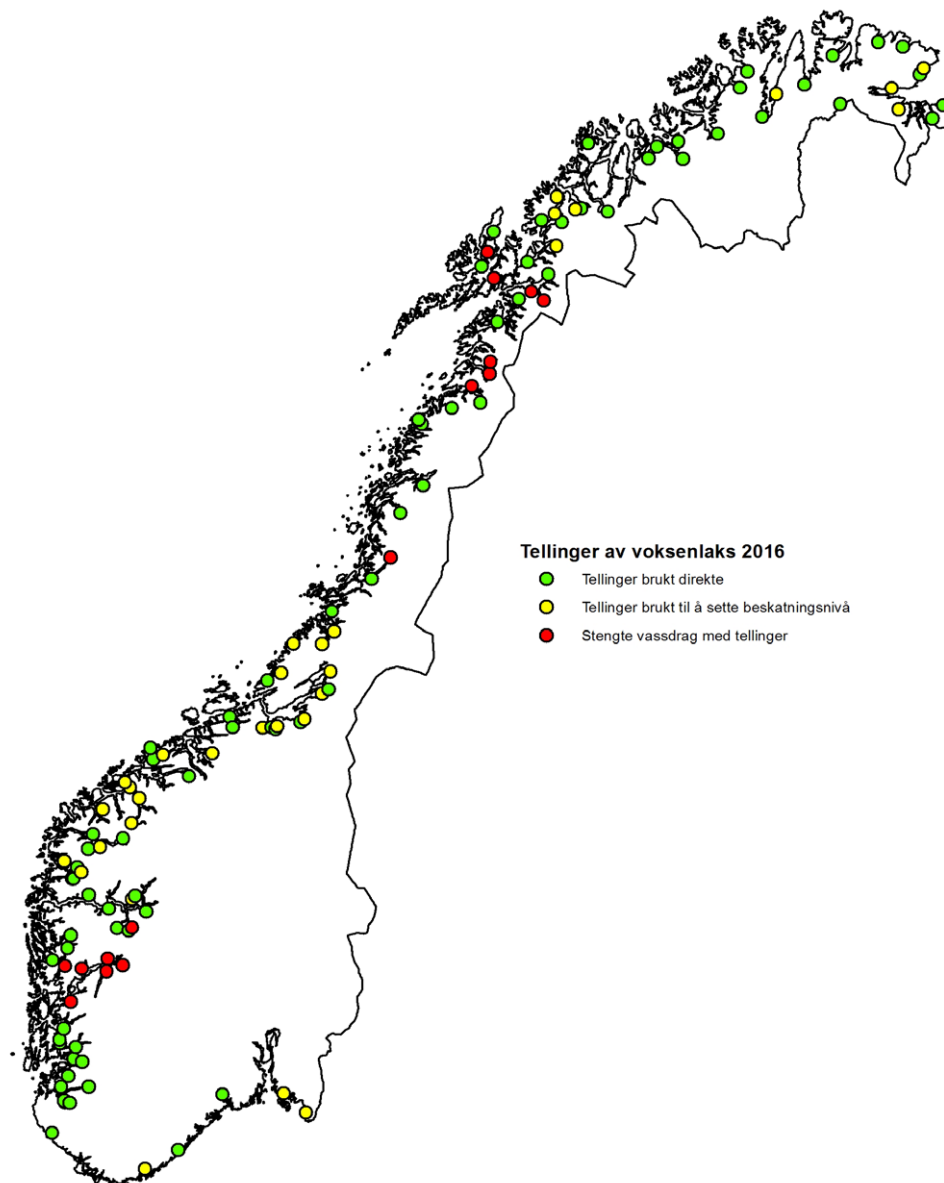
Metodene som ble benyttet til å vurdere oppnåelse av gytebestandsmål og beregne høstbart overskudd er i all hovedsak de samme som er brukt tidligere (Anon. 2015b, 2016d), og vi henviser til disse rapportene for metodebeskrivelser.

4.1.1 Antall vassdrag vurdert

Det er fastsatt gytebestandsmål for 439 norske laksevassdrag (Anon. 2016d, for beskrivelse av metodene som ble brukt, se Hindar mfl. 2007, Anon. 2010). I denne rapporten ble oppnåelse av gytebestandsmål vurdert for 190 (pluss 11 delvassdrag). Måloppnåelse ble hovedsakelig vurdert på grunnlag av fangst og beskatningsrater i vassdrag åpnet for fiske. Måloppnåelse ble i tillegg vurdert på andre måter (hovedsakelig gytefisktellinger) i 19 stengte vassdrag, mens i 8 vassdrag som ikke ble åpnet for laksefiske i 2016 kunne vi ikke vurdere måloppnåelse. I 11 vassdrag infisert 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. Fangsten i de vurderte vassdragene utgjorde 91 % av den rapporterte laksefangsten i norske vassdrag i 2016. I de resterende drøyt 200 vassdragene med gytebestandsmål som ikke ble vurdert, drives det enten ikke fiske, fangstene er svært lave, det fiskes uten rapportering, eller fiske og/eller rapportering er sporadisk. Våre vurderinger dekker dermed alle de større vassdragene, alle de nasjonale laksevassdragene og majoriteten av de mindre vassdragene der det fiskes regelmessig etter laks.

4.1.2 Fastsetting av beskatningsrater og vurdering av fiskereguleringer

Riktig fastsetting av beskatningsrater er viktig for vurdering av oppnåelse av gytebestandsmål. Antallet vassdrag hvor det skaffes lokal kunnskap om beskatning har økt betydelig. I 2010 ble beskatning estimert for 54 vassdrag med ulike metoder. I 2016 hadde dette økt til 121 vassdrag, med god geografisk spredning (**figur 4.1**). Av 179 vurderte vassdrag (inkludert sidevassdrag) som var åpnet for fiske i 2016 fantes det lokal kunnskap om beskatning fra minst ett av årene for 118 bestander (66 %) og for tre eller flere år for 83 av bestandene (46 %). I tillegg var det tellinger i minst ett av årene i 20 av 27 stengte vassdrag som er med i vurderingen, og telling i minst tre av årene i 18 av disse vassdragene. Informasjon om fiskeforhold og fiskeregler i hvert enkelt vassdrag innhentes årlig ved at fylkesmennenes miljøvern avdelinger svarer på detaljerte spørsmål i et skjema de får fra vitenskapsrådet (**vedlegg 1**).



Figur 4.1. Kart som viser vassdrag hvor antall voksne laks per 2016 ble talt med ulike metoder, og hvor disse tallene enten ble brukt direkte til å beregne beskatningsrater, eller hvor de ble brukt som grunnlag for å bestemme beskatningsnivå.

4.1.3 Normalt høstbart overskudd

Vi har beregnet vi normalt høstbart overskudd for hvert år for hver av de tre regionene (**tabell 4.1**). For klassifisering av bestandsstatus ble det estimerte høstbare overskuddet i hver av bestandene for hvert av årene sammenlignet med og uttrykt i prosent av de normale høstbare overskuddene. Dersom for eksempel det høstbare overskuddet i en bestand i region 1 var 70 % av innsiget i 2010, så var det høstbare overskuddet 96 % av det normale (normalt høstbart overskudd for region 1 i 2015 var 73 %). Det høstbare overskuddet for denne bestanden ble dermed klassifisert som normalt (for 2015 isolert). Var det høstbare overskuddet 55 % av innsiget for en bestand, så var det høstbare overskuddet 75 % av det normale, og det ble klassifisert som lavt. Til slutt ble gjennomsnittet for 2013-2016 beregnet og brukt i klassifiseringen.

Tabell 4.1. Normalt høstbart overskudd (gitt som % av innsiget) for årene 2010-2016 for tre regioner i Norge. Beregning av normalt høstbart overskudd er basert på median høstbart overskudd for bestander i hver region som nådde forvaltningsmålet i perioden (N = antall bestander med nådd forvaltningsmål som beregning av høstbart overskudd er basert på).

Region	N 2010- 2014	Høstbart overskudd					N 2015	Høstbart overskudd 2015	N 2016	Høstbart overskudd 2016
		2010	2011	2012	2013	2014				
1: Fra Østfold til Hustadvika i Møre og Romsdal	68	71 %	79 %	77 %	71 %	65 %	67	73 %	72	76 %
2: Fra Hustadvika til og med Målselv i Troms	19	67 %	65 %	64 %	47 %	58 %	19	68 %	18	67 %
3: Fra Reisaelva i Troms til og med Finnmark	18	73 %	67 %	78 %	62 %	74 %	21	69 %	21	79 %

I dette kapitlet vurderer vi utviklingen i bestandsstatus på nasjonalt og regionalt nivå fra 1983 til 2016. Vitenskapsrådet har vurdert oppnåelse av gytebestandsmål og forvaltningsmål for en periode på 11 år (2006-2016). For perioden 2010 til 2016 (sju år) har vi også beregnet totalt innsig av gytelaks fra havet, høstbart overskudd og overbeskatning for hver av de vurderte bestandene. For å utfylle bildet bruker vi innsigsmodellen for de 33 årene fra 1983 til 2016. I tillegg til innsiget av laks (nasjonalt og i regioner) gir modellen en beskrivelse av beskatning og størrelsen på gytebestandene i prosent av innsiget. Vi gjør oppmersom på at vi i innsigsmodellen også tar hensyn til urapportert fangst og korrigerer for innslaget av rømt oppdrettslaks i fangstene. I analysene i dette kapitlet har vi delt perioden fra 1983 i fire deler basert på større endringer i forvaltningspraksis. 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 innstramninger (særlig i sjøfisket), 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.

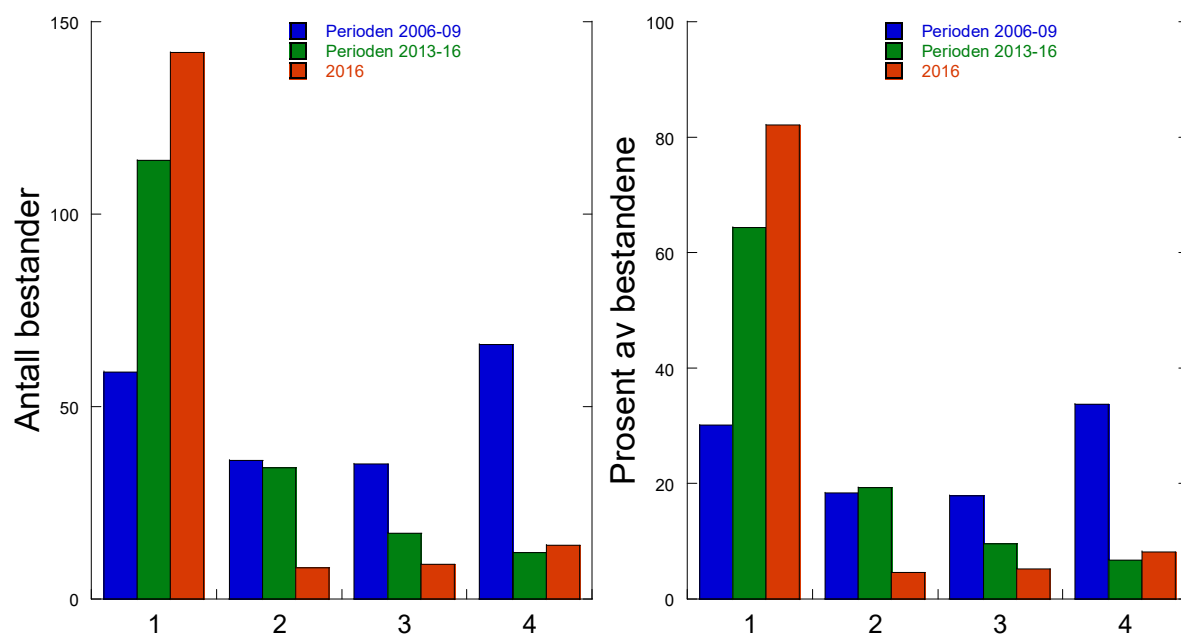
4.2 Nasjonale trender

Det var en klar forbedring i oppnåelsen av forvaltningsmålene fra perioden 2006-2009 til perioden 2013-2016, med en markant økning i antall og andel bestander der forvaltningsmålet var nådd og en reduksjon i antall og andel bestander der forvaltningsmålet sannsynligvis eller sikkert ikke var nådd (**figur 4.2, 4.3, 4.4**). Bedringen kan tilskrives strengere reguleringer av fiske som har redusert beskatningen, samt at innsiget av mellom- og storlaks i Sør-Norge og Vest-Norge har vært høyere i den siste perioden (se nedenfor).

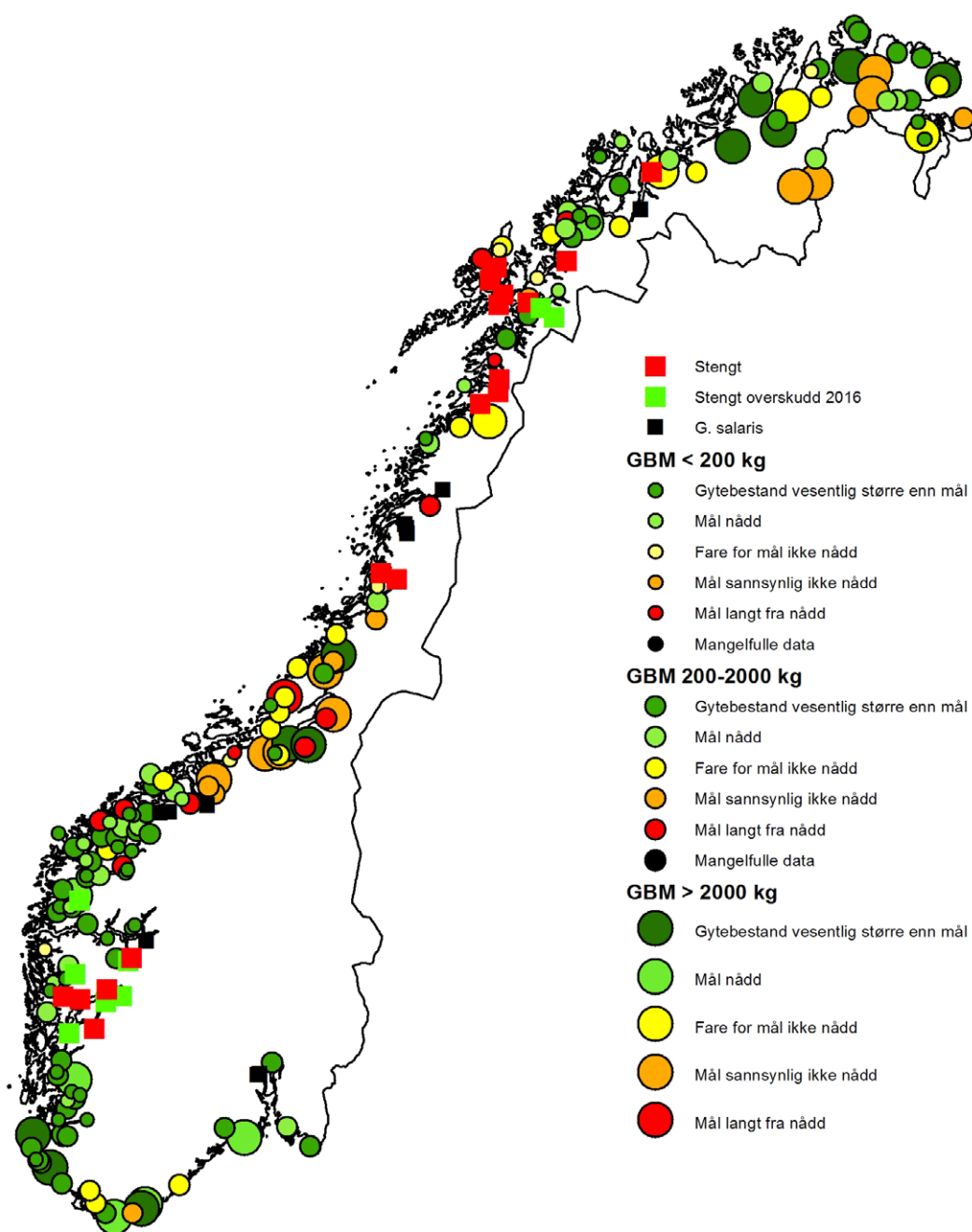
Gjennomsnittlig oppnåelse av gytebestandsmål var 85 % for alle vurderte bestander i perioden 2013-2016 (gjennomsnittet ble veid med gytebestandsmålene og 100 % var maksimumsverdi brukt i beregningen). Dette var på samme nivå som forrige vurdering (87 % for 2012-2015, altså tre av de samme årene som i denne vurderingen).

Forvaltningsmålet for perioden 2013-2016 var nådd for 65 % ($n = 114$) av de vurderte bestandene. Det var fare for at forvaltningsmålet ikke var nådd i 19 % ($n = 34$) av bestandene, sannsynlig at målet ikke var nådd i 7 % ($n = 17$) av bestandene, og målet var langt fra nådd i 5 % ($n = 12$) av bestandene (**figur 4.2**). Dette er på samme nivå som forrige vurdering. Ser vi på 2016 alene var oppnåelsen den beste vi har registret siden det første estimatet fra 2009. Tar vi hensyn til usikkerheten, både i gytebestandsmålene og i vurderingen av måloppnåelse, og ser på

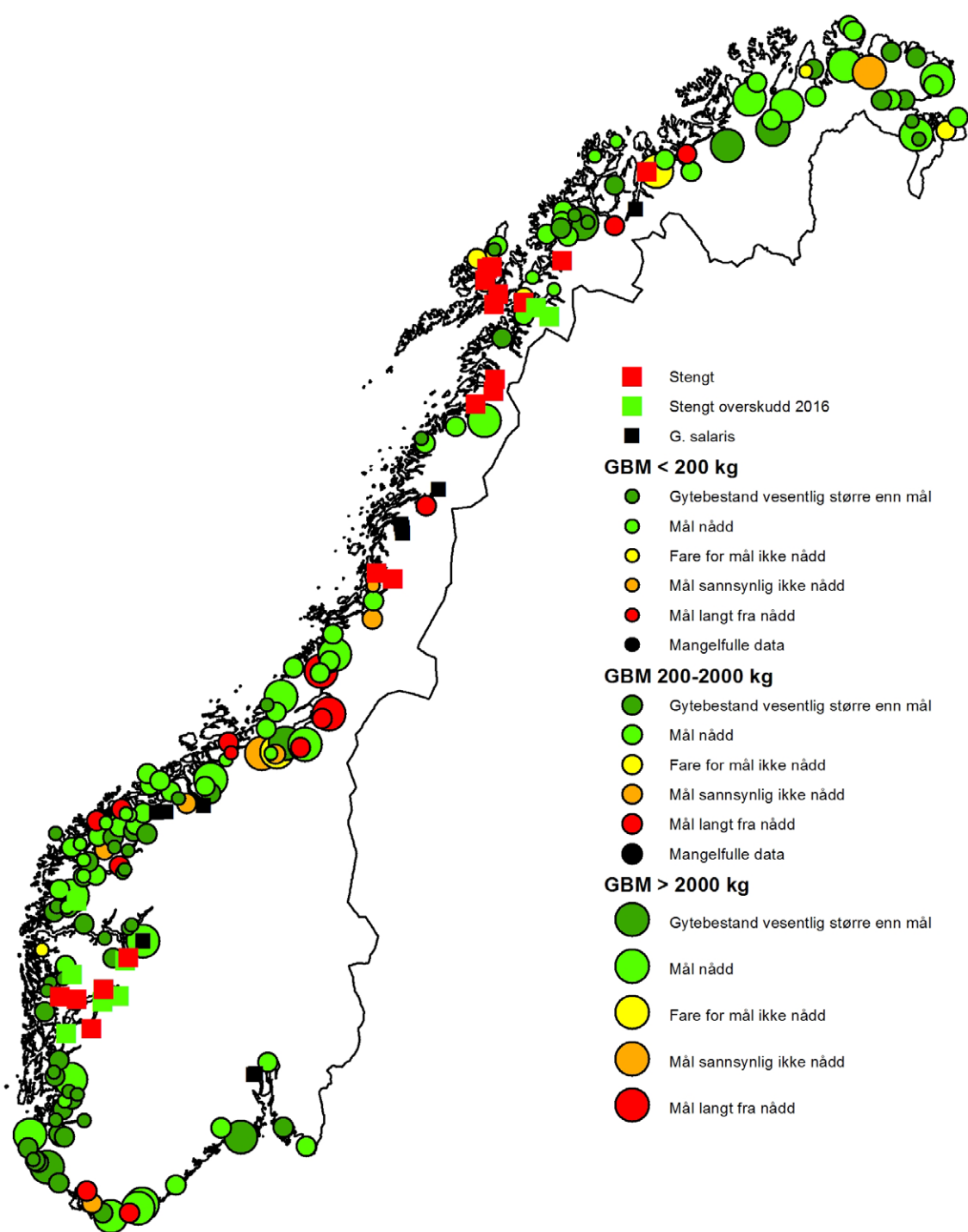
bestander hvor måloppnåelsen sannsynligvis eller sikkert var for dårlig (vurdering 3 eller 4), var beskatningen i perioden 2013-2016 for høy i 12 % av bestandene. Det skal bemerkes at bestander som ikke når gytebestandsmålet automatisk betraktes som overbeskattet dersom det fiskes. Det kan altså være overbeskatning i en bestand uten (eller med svært lav) beskatning i vassdraget, dersom fisk fra bestanden beskattes i sjøfisket i fjorden eller langs kysten.



Figur 4.2. Antall bestander (venstre) og andel av de vurderte bestandene (høyre) med vurdering 1 forvaltningsmålet er nådd (inkluderer bestander som har hatt større overskudd enn utnyttet, vurdering 0), 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 2013-2016, samt for gytebestandsmåloppnåelse for 2016 alene.



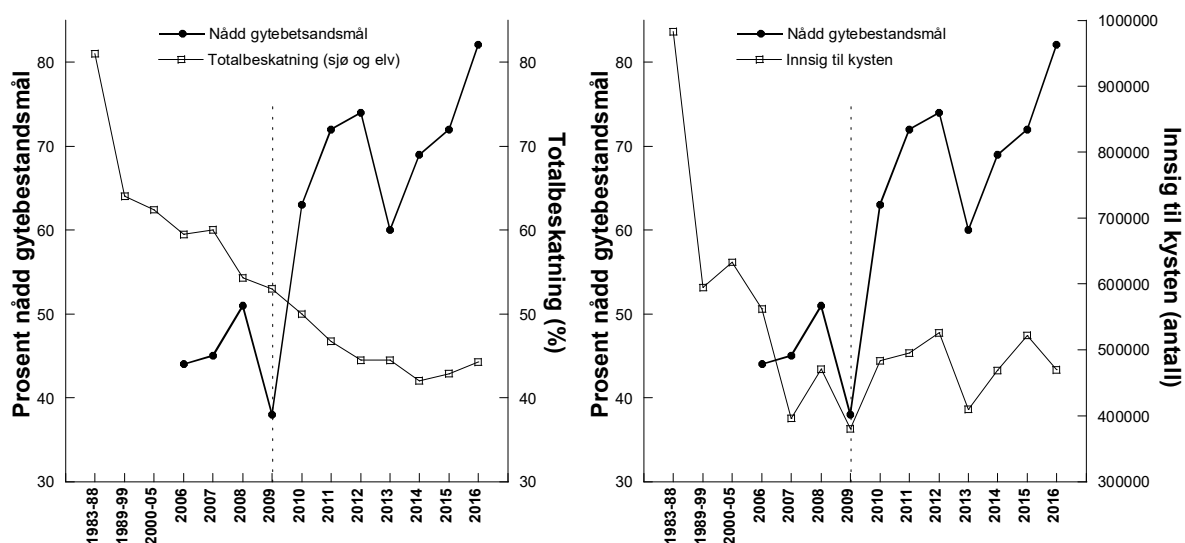
Figur 4.3. Vurdering av oppnåelse av forvaltningsmål for perioden 2013-2016. Forvaltningsmålet var nådd i bestander med grønne (lyse og mørke) sirkelsymbol. Størrelsen på symboler reflekterer størrelsen på gytebestandsmålet i vassdragene. Stengte vassdrag og vassdrag hvor det ikke er gitt vurderinger fordi bestanden er infisert med *G. salaris* er også vist. For stengte vassdrag er det vist om det sannsynligvis var eller ikke var et bøstbart overskudd i 2016.



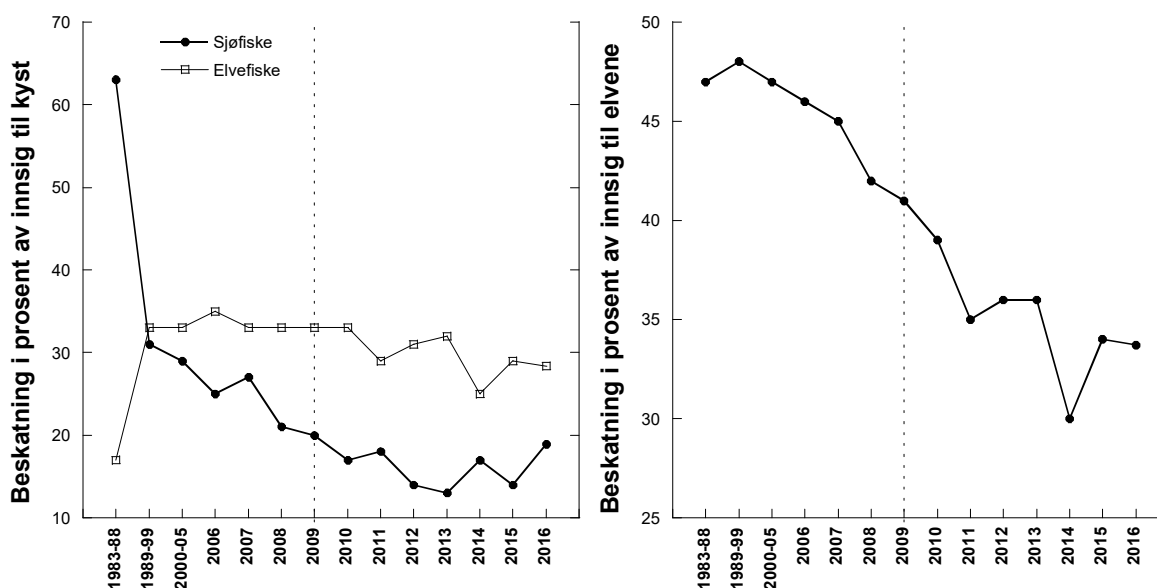
Figur 4.4. Vurdering av oppnåelse av gytebestandsmål for de enkelte laksebestandene for kun 2016. Størrelsen på symboler reflekterer størrelsen på gytebestandsmålet i vassdragene. Stengte vassdrag og vassdrag hvor det ikke er gitt vurderinger fordi bestanden er infisert med *G. salaris* er også vist. For stengte vassdrag er det vist om det sannsynligvis var eller ikke var et høstbart overskudd i 2016.

Andelen bestander som nådde gytebestandsmålene var lav fra 2006 til og med 2009, da innføring av forvaltning etter gytebestandsmål ga en økning i andel bestander fra et nivå på 40-50 % til 60-75 %, men en ny topp i 2016 på over 80 % (**figur 4.5**). En viktig årsak til bedringen var redusert samlet beskatning i sjø- og elvefisket. Beskatningen var ca. 80 % i årene med drivgarnsfiske, sank ned mot 60 % i de neste periodene, og har i de senere årene vært i overkant av 40 % (**figur 4.5**). Variasjoner i innsiget påvirker også andel bestander som når gytebestandsmålene, og fall i innsig fra 2008 til 2009 og fra 2012 til 2013 ga redusert oppnåelse i 2009 og 2013. I forrige rapport (Anon. 2016d) viste vi i regresjonsanalyser at det var redusert beskatning som bidro signifikant til bedre oppnåelse av gytebestandsmålene landet sett under ett, mens endringer i innsig også bidro signifikant i region Vest-Norge og delvis i region Midt-Norge.

I perioden 1983-1988 ble mer enn 60 % av laksen på vei inn til vassdragene i Norge (innsiget før fangst) fanget i sjøen, mens mindre enn 20 % av innsiget ble fanget i elvene (**figur 4.6**). Etter at drivgarnsfisket ble forbudt (fra 1989) sank beskatningen, og i perioden 1989-1999 ble i overkant av 30 % av innsiget beskattet både i sjø- og elvefisket. Utover på 2000-tallet fortsatte reduksjonen i andelen som ble fanget i sjøfisket, mens andelen av innsiget fanget i vassdragene ble ytterligere redusert fra 2011. I 2015 ble 14 % av innsiget fanget i sjøfisket og 29 % i elvefisket, mens tilsvarende for 2016 var 16 % i sjøfisket og 28 % i elvefisket. Et betydelig redusert sjøfiske ga økt innsig av laks til elvene, men beskatningen i prosent av innsiget til elvene har også blitt markant redusert fra perioden 1983-88 til 2016 (**figur 4.6**). Fram til 2005 ble i gjennomsnitt 47 % av laksen som kom til elvene avlivet, mens beskatningen både i 2015 og 2016 var på ca. 34 %. Det er imidlertid betydelig variasjon i beskatning mellom vassdragene, og en rekke vassdrag har svært lav beskatning, og det er mange vassdrag som har blitt stengt for fiske etter 1982.



Figur 4.5. Andel av de vurderte bestandene ($n = 166-188$) som nådde gytebestandsmålene i 2006-2016, plottet sammen med totalbeskatningen i sjø- og elvefisket for periodene 1983-88, 1989-99, 2000-05 (alle som gjennomsnitt) og årlig deretter (venstre figur), og sammen med innsiget av laks fra havet mot 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.



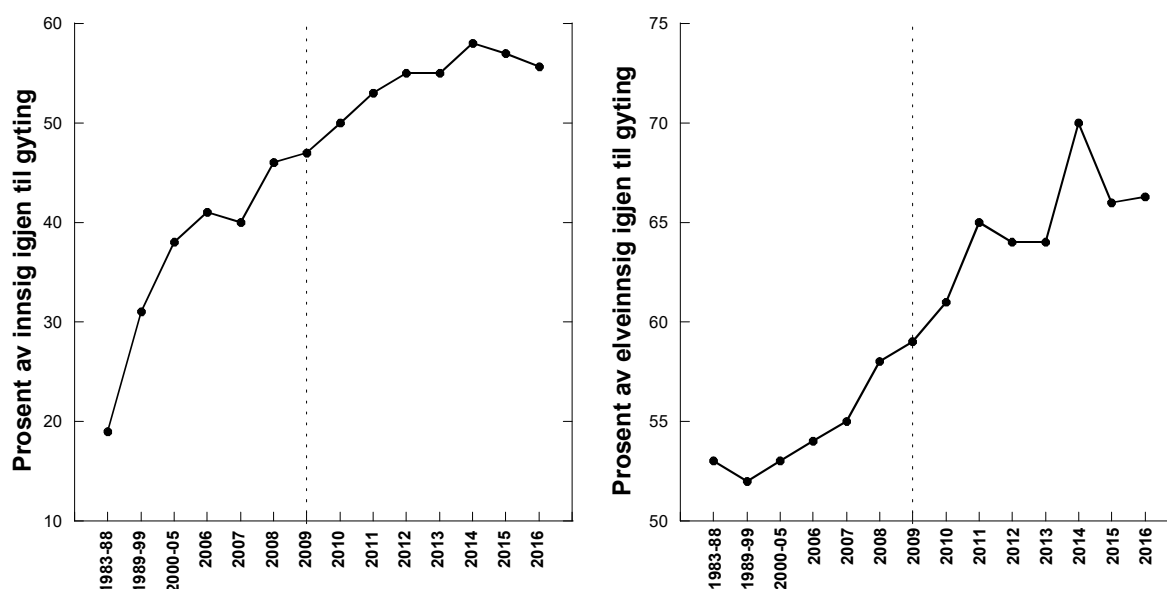
Figur 4.6. Beskatning i prosent av innsiget av laks til norskekysten fordelt på sjø- og elvefiske for periodene 1983-88, 1989-99, 2000-05 (alle som gjennomsnitt) og årlig deretter (venstre figur), samt beskatning i elvefisket i prosent av innsiget til elvene (etter sjøfangsten) for de samme periodene og årene (høyre figur). Stiplet linje angir året da forvaltning etter gytebestandsmål ble innført. Merk at y-aksen på de to figurene har forskjellige skala, for best illustrasjon av endringen over tid. Beskatningen i prosent er beregnet basert på antall laks.

En annen måte å illustrere effektene av de gjennomførte forvaltningstiltakene på (reduisert fiske) er å se på andelen av innsiget som var igjen som gytebestand etter fiske (**figur 4.7**). I perioden med drivgarnfiske (1983-88) var det bare i underkant 20 % av innsiget som var igjen til gytebestandene, og andelen økte til over 30 % i perioden 1989-99. I perioden 2014-2016 hadde denne andelen økt til ca. 57 %, som er den høyeste i hele tidsserien. Tilsvarende hadde andelen av innsiget til elvene (etter sjøfisket) som var igjen til gytebestandene økt fra 53 % før 2005, til 70 % i 2014 og ca. 66 % i 2015 og 2016. Dette er også de høyeste andelenene i tidsserien.

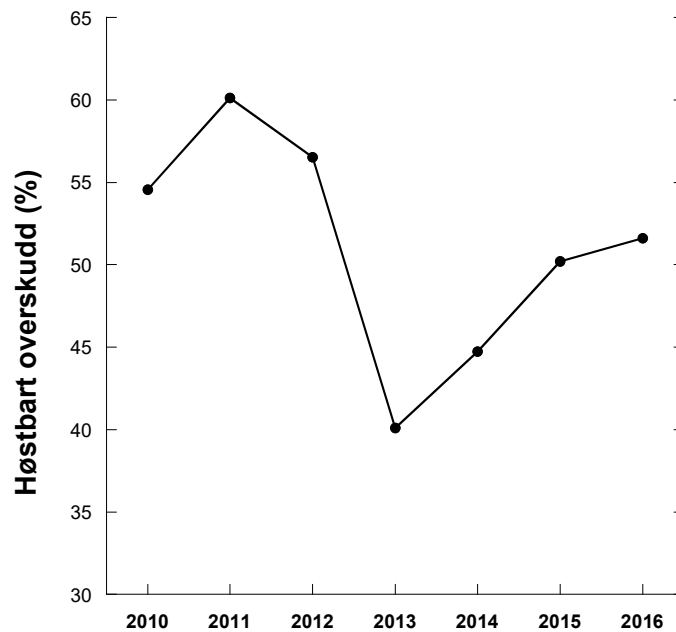
For 2010-2016 har vi også beregnet det høstbare overskuddet før fisket startet for alle de vurderte bestandene (**figur 4.8**). Dette er i utgangspunktet det overskuddet som kan fiskes både i sjø og elv uten at gytebestandene blir for små. Det høstbare overskuddet var i gjennomsnitt 55-60 % for årene 2010 til 2012, sank til 40 % i 2013, for deretter å øke igjen opp mot 50 % i 2015 og ytterligere til 52 % i 2016. Den markante nedgangen i overskudd fra 2012 til 2013 bidro til redusert oppnåelse av gytebestandsmålene i 2013 (**figur 4.5**). Vitenskapsrådet har tidligere vist at det lave høstbare overskuddet i 2013 skyldtes redusert innsig av mellom- og storlaks, særlig i Sør-Trøndelag men også i mange vassdrag i Nordland og Troms (Anon. 2014, 2015b). For Trondheimsfjorden ble det konkludert med at det var rimelig å anta at lakselusrelatert dødelighet kan ha bidratt vesentlig til redusert innsig av laks i 2013 (Anon. 2014). Forvaltningssystemet var ikke tilpasset en slik rask reduksjon i innsig og høstbart overskudd, og oppnåelsen av gytebestandsmål ble dårligere. Basert på anbefalinger fra vitenskapsrådet (Anon. 2011b) har ordningen med midtsesongvurderinger blitt utvidet, og det har blitt etablert overvåkingsstasjoner i sjøen (flere er planlagt) som skal bedre den adaptive delen av lakseforvaltningen ved å fange opp slike raske endringer.

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

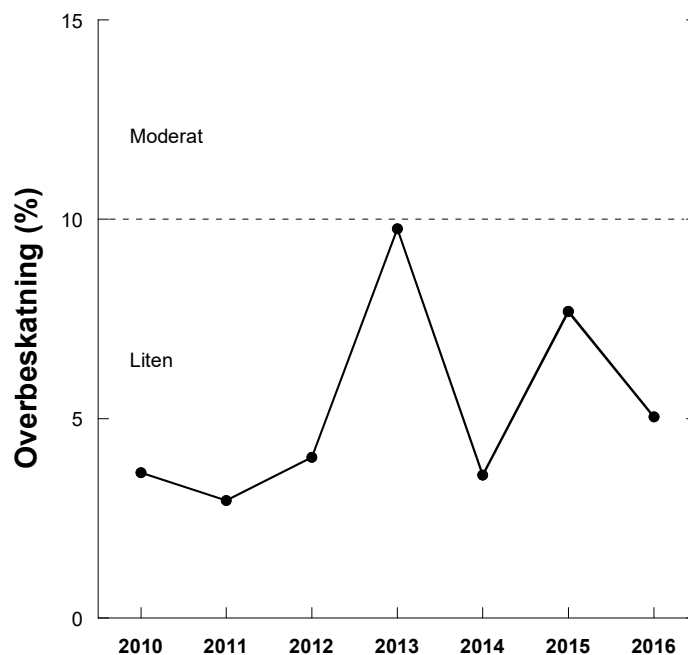
sterkt redusert beskatning (se ovenfor) var gjennomsnittlig overbeskatning liten i alle år fra 2010 til 2016 (**figur 4.9**). Bare i 2013, da innsiget og det høstbare overskuddet sank markant i deler av landet, var overbeskatningen nær grensen for moderat høy overbeskatning (10 % av gytebestandsmålet). I 2016 var det moderat overbeskatning i 10 % av de vurderte bestandene, mens 3,7 % av bestandene hadde høy overbeskatning (over 30 %). Andel bestander med høy overbeskatning var lavere enn i 2015 (7,5 %).



Figur 4.7. Andelen av innsiget av laks til kysten av Norge som ble igjen til gytebestander for periodene 1983-88, 1989-99, 2000-05 (alle som gjennomsnitt) og årlig deretter (venstre figur), samt tilsvarende andeler av innsiget til elvene (etter sjøfangsten) for de samme periodene og årene. Stiplet linje angir året da forvaltning etter gytebestandsmål ble innført. Merk at y-aksen på de to figurene har forskjellige skala, for best illustrasjon av endringen over tid. Prosenter er beregnet basert på antall laks.



Figur 4.8. Gjennomsnittlig høstbart overskudd i prosent av innsiget for alle vurderte bestander for årene 2010 til 2016. Gjennomsnittet er veid med gytebestandsmålene, slik at store bestander teller mer enn små. Tanavassdraget som har et annet forvaltningssystem, er ikke med i denne framstillingen.

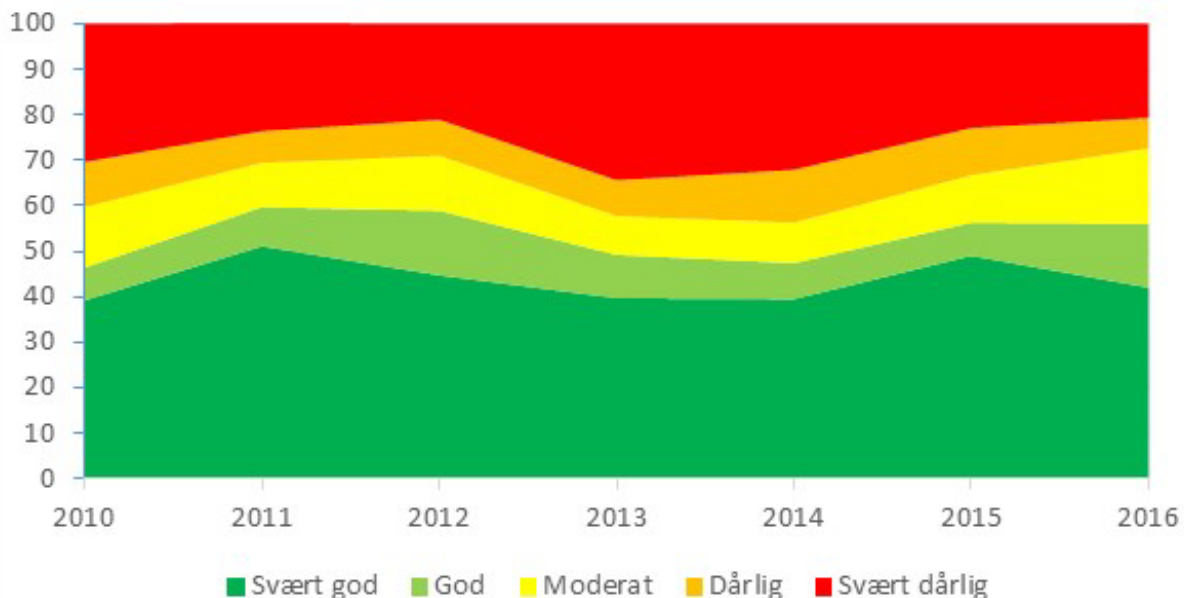


Figur 4.9. Gjennomsnittlig overbeskatning (% av gytebestandsmålet) for alle vurderte bestander for årene 2010 til 2016. Gjennomsnittet er veid med gytebestandsmålene, slik at store bestander teller mer enn små. Stiplet linje angir grensen mellom liten og moderat beskatning, slik det er klassifisert i kvalitetsnormens påvirkningssystem. Tanavassdraget som har et annet forvaltningssystem, er ikke med i denne framstillingen.

Etter vitenskapsrådets vurdering gir delnorm gytebestandsmål og høstingspotensial i kvalitetsnorm for villaks en bedre beskrivelse av status for laksebestandene enn bare å vurdere oppnåelse av gytebestandsmål eller høstbart overskudd hver for seg. I de tre foregående rapportene (Anon. 2014, 2015b, Anon. 2016d) og denne har vi derfor brukt denne tilnærmingen i en samlet beskrivelse av bestandsstatus for de vurderte laksebestandene. Denne klassifiseringen er ikke en formell klassifisering etter kvalitetsnormen, siden kvalitetsnormen bygger på et gjennomsnitt over 5 år, mens vi her analyserer bestandsstatus for hvert år for å studere tidstrender. Klassifiseringen er bygd på prinsippet om at bestandsstatus bare kan klassifiseres som god når gytebestandsmålet er nådd etter en normal høsting av bestanden. Delnormen kombinerer vurdering av oppnåelse av gytebestandsmål og høstbart overskudd til en felles klassifisering av bestandsstatus, som kan variere fra svært god til svært dårlig (**figur 4.10**). Det høstbare overskuddet i en bestand sammenlignes med det som er beregnet til å være normalt høstbart overskudd for bestandene i regionen: Nivåene og metodene som ble brukt til å beregne normalt høstbart overskudd er gitt i Anon. (2016b). Normalt høstbart overskudd er det høstingsnivået bestanden skal kunne tåle på bakgrunn av naturlig sjøoverlevelse, samtidig som bestanden når gytebestandsmålet.

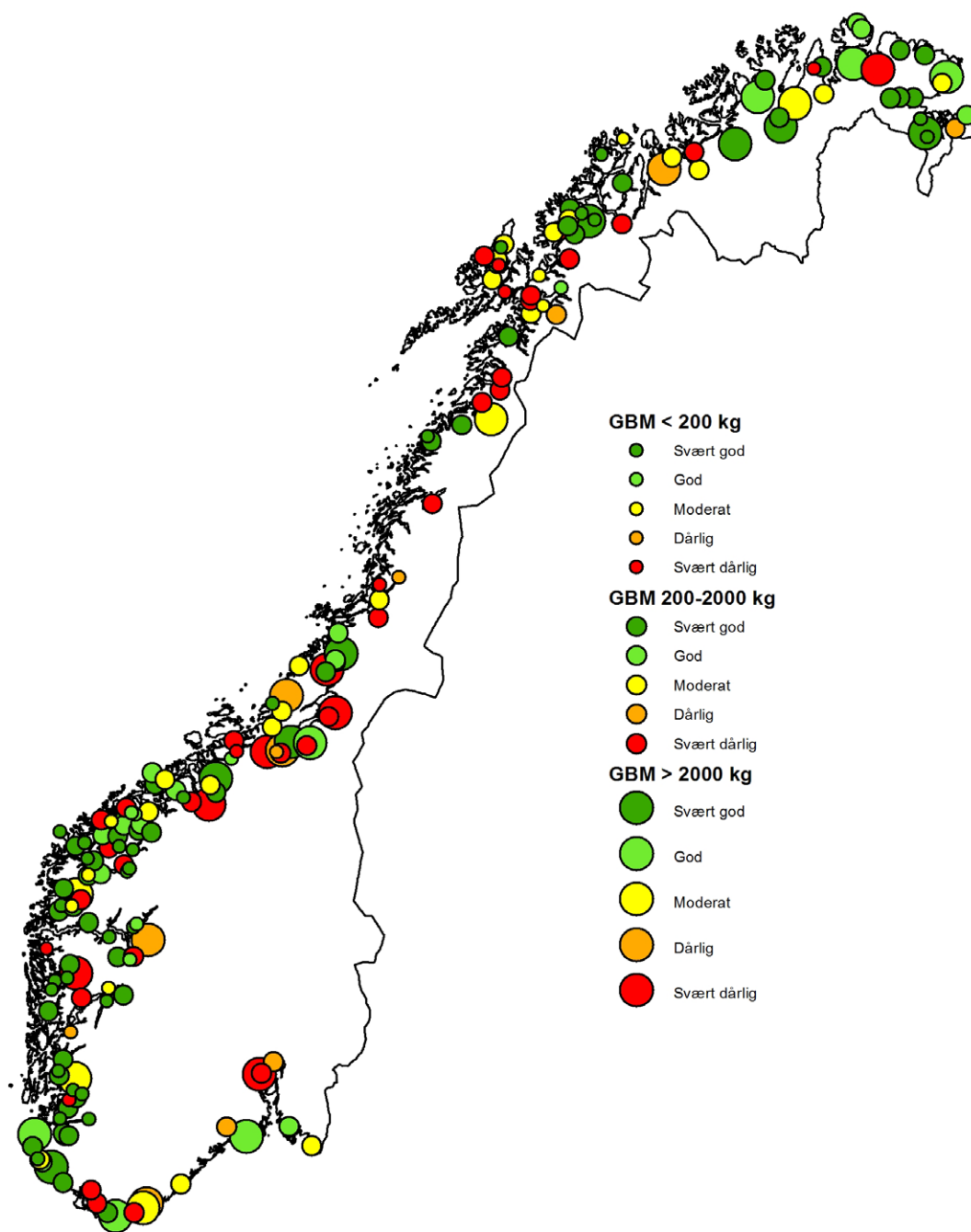
Høstingsnivå i % av normalt			Oppnåelse av gytebestandsmål i %				
			Svært dårlig	Dårlig	Moderat	God	Svært god
			< 50	50-69	70-79	80-90	> 90
	Normalt	> 90					
	Redusert	80-89					
	Lavt	60-79					
	Svært lavt	< 60					

Figur 4.10. System for klassifisering av laksebestander etter delnorm gytebestandsmål og høstingspotensial i kvalitetsnorm for laks. Systemet er også brukt til å beskrive bestandsstatus i denne rapporten. Klassifiseringen kombinerer vurderinger av oppnåelse av gytebestandsmål og høstingspotensial til en felles klassifisering. 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 Anon. 2016a), men i denne figuren er grensene gitt bare for store bestander.



Figur 4.11. Andel bestander i de fem klassene for bestandsstatus fra svært god til svært dårlig for alle vurderte bestander i Norge for årene 2010 til 2016. 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 4.10). Antallet bestander som inngår i analysen hvert år varierer mellom 181 og 192.

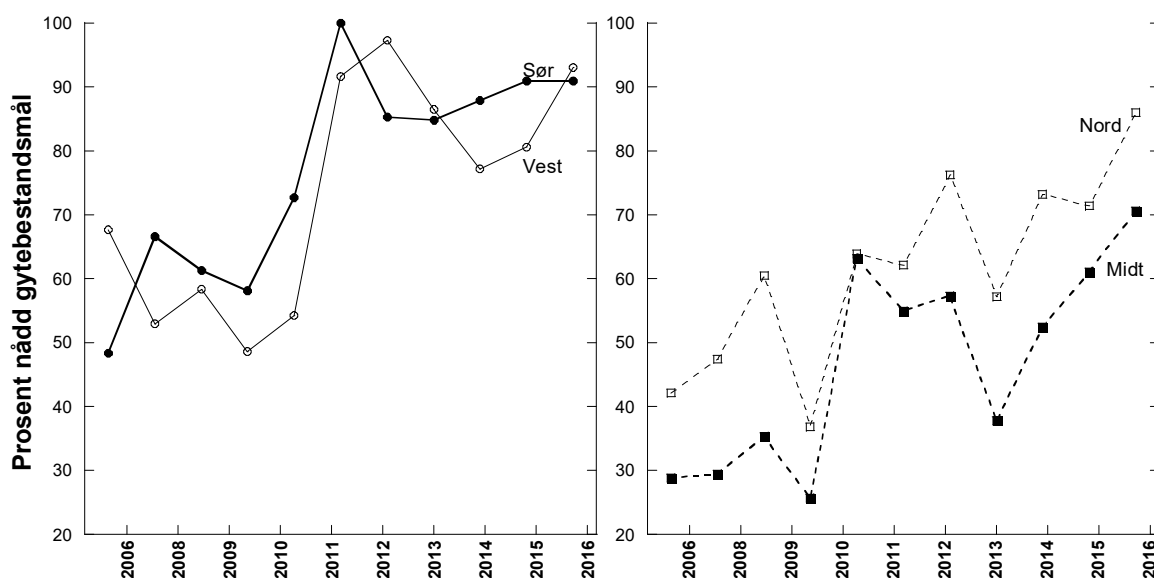
Bare 46 % til 59 % av de vurderte bestandene hadde svært god eller god status, det vil si at de nådde gytebestandsmålene og hadde normalt høstbart overskudd, i årene 2010-2016 (figur 4.11). Andelen av de vurderte bestandene som hadde svært god eller god status var 56 % både i 2015 og 2016 (figur 4.11, figur 4.12). Andelen økte fra 2010 til 2012, noe som i stor grad skyldes et storskala mønster med økt innsig av mellom- og storlaks til vassdrag i Sør-Norge (Anon. 2013 og 2014). Fra 2012 til 2014 avtok andelen bestander med svært god eller god status, for igjen å øke i 2015 (figur 4.11). Færre bestander med svært god eller god status i 2013 og 2014, og flere med dårlig status, skyldes i stor grad redusert innsig av mellomlaks og storlaks til Midt-Norge. Særlig de store bestandene i Trondheimsfjorden hadde svært lavt høstbart overskudd, særlig i 2013, men også i 2014 (Anon. 2015b). Andelen bestander med svært dårlig status var den laveste i tidsserien i 2016 (21 %). Nedenfor går vi nærmere inn på de regionale trendene, som påvirker den nasjonale utviklingen i bestandsstatus.



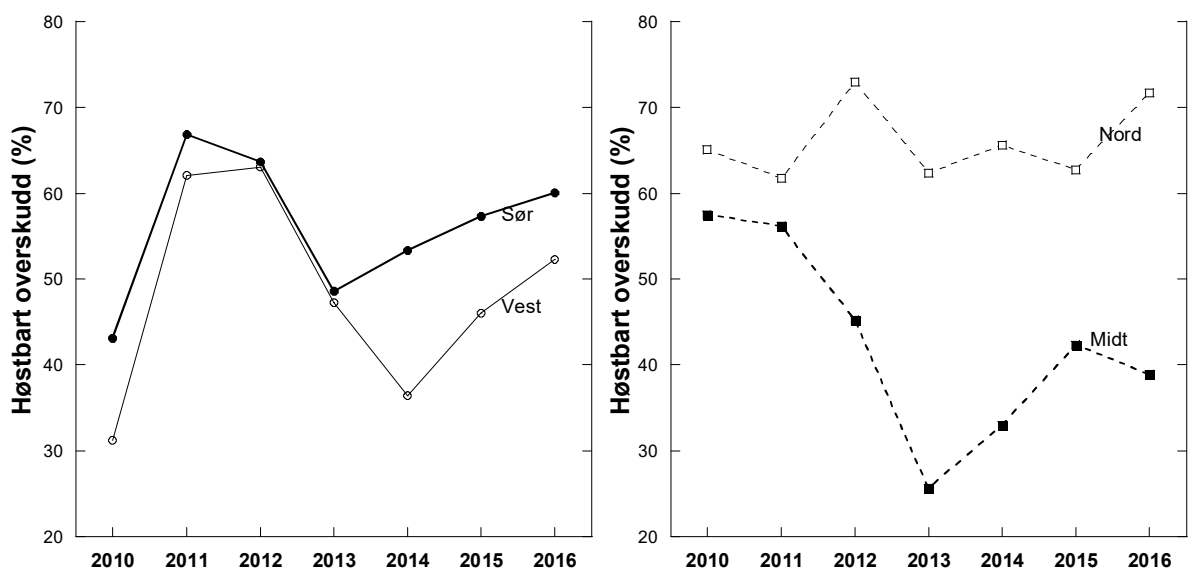
Figur 4.12. Klassifiseringer av bestandstilstand (fra svært god til svært dårlig) for de enkelte laksebestandene ut fra en samlet vurdering av om de hadde oppnådd gytebestandsmålet og hadde et normalt høstbart overskudd i 2016. Bestandene er sortert etter størrelsen på gytebestandsmålet (GBM, kg hunner).

4.3 Regionale trender

Her beskrives regionale trender for de fire regionene Sør-Norge (strekningen Østfold til og med Rogaland), Vest-Norge (Hordaland og Sogn og Fjordane), Midt-Norge (fra Stad til Vesterålen) og Nord-Norge (fra Vesterålen til grensa mot Russland). Tanavassdraget som har et annet forvaltningssystem er ikke tatt med i region Nord-Norge. Andel bestander som har nådd gytebestandsmålene i årene etter 2005 har stort sett vært lavest i Midt-Norge, fulgt av Nord-Norge, og høyest i Sør-Norge og Vest-Norge (**figur 4.13**). Både i Sør-Norge og Vest-Norge ser vi resultatene av den store økningen i innsig av mellomlaks og storlaks 2011 og 2012 (Anon. 2013), som medførte at store andeler av bestandene i de to regionene nådde gytebestandsmålene. Denne endringen sees også som en markant økning i høstbart overskudd i regionene fra 2010 til 2011 og 2012 (**figur 4.14**). I 2016 økte innsiget av mellom- og storlaks til region Vest-Norge på nytt (**kapittel 2.3.2**), noe som ga en markant økning i høstbart overskudd (**figur 4.15**) og høy andel bestander som nådde gytebestandsmålene. For region Midt-Norge medførte det lave innsiget av mellom- og storlaks til mange bestander i 2013 og dels 2014 at høstbart overskudd ble redusert (**figur 4.14**), og færre bestander nådde gytebestandsmålene. Det var mange av bestandene fra Nordmøre og nordover til og med Nordland, med unntak av elvene i Nord-Trøndelag nord for Trondheimsfjorden, som hadde redusert innsig. De store bestandene i Trondheimsfjorden ble spesielt sterkt påvirket, med svært lavt høstbart overskudd i 2013. Det høstbare overskuddet i Midt-Norge økte i 2015, men var fortsatt den regionen med lavest overskudd og færrest bestander som nådde gytebestandsmålene. Til stross for en liten reduksjon i høstbart overskudd fra 2015 til 2016, økte andelen bestander i Midt-Norge som nådde gytebestandsmålene. Også i region Nord-Norge var den en slik økning og andelen bestander som nådde målene ble i 2016 den høyeste i tidsserien.

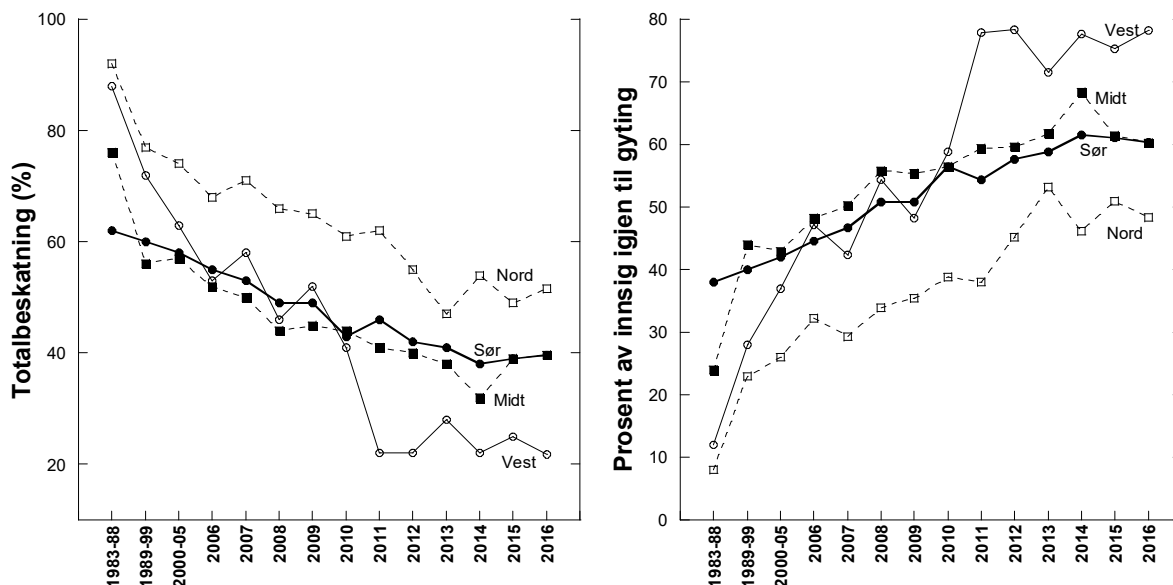


Figur 4.13. Andel av de vurderte bestandene som nådde gytebestandsmålene i Sør-Norge og Vest-Norge (venstre figur), samt Midt-Norge og Nord-Norge (høyre figur) for årene 2006 til 2016.

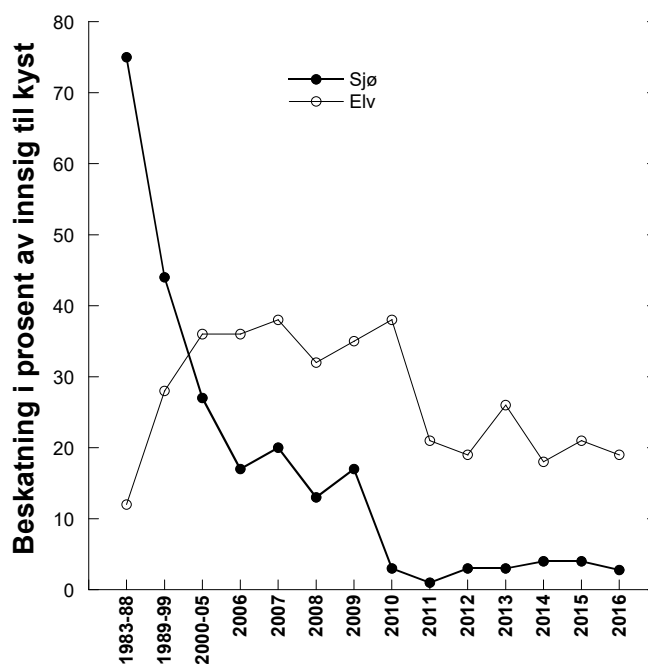


Figur 4.14. Gjennomsnittlig høstbart overskudd i prosent av innsiget for alle vurderte bestander i Sør-Norge og Vest-Norge (venstre figur), samt Midt-Norge og Nord-Norge (høyre figur) for årene 2010 til 2016. Gjennomsnittet er veid med gytebestandsmålene, slik at store bestander teller mer enn små.

Den totale beskatningen i sjø og elv ble markant redusert i alle regioner fra 1983 til 2016. Beskatningen har alle år vært høyest i Nord-Norge (**figur 4.15**), mens Sør-Norge og Midt-Norge har hatt lavere beskatning, som har avtatt parallelt. Det mest avvikende mønstret for beskatning er den svært lave totalbeskatningen i Vest-Norge etter 2010, som primært skyldes at sjøfisket ble stengt i det meste av regionen, men også redusert beskatning i vassdragene (inkludert vassdrag som har vært stengt for fiske) (**figur 4.16**). Lav beskatning i Vest-Norge er en viktig årsak til at en stor andel av bestandene har nådd gytebestandsmålene. I de senere årene har i underkant av 50 % av lakseinnsiget til kysten vært igjen til gytebestandene i Nord-Norge, mens 55-65 % av innsiget har blitt igjen til gyting i Sør-Norge og Midt-Norge (**figur 6.15**). I Vest-Norge ble 70-80 % av innsiget igjen som gytefisk i elvene i perioden 2011 til 2016.



Figur 4.15. Total beskatning i sjø- og elvefisket i Sør-Norge, Vest-Norge, Midt-Norge og Nord-Norge for periodene 1983-88, 1989-99, 2000-05 (alle som gjennomsnitt) og årlig deretter (venstre figur), samt andelen av innsiget av laks til kysten av regionene som ble igjen i gytebestandene (høyre figur). Beskatningen i prosent er beregnet basert på antall laks.



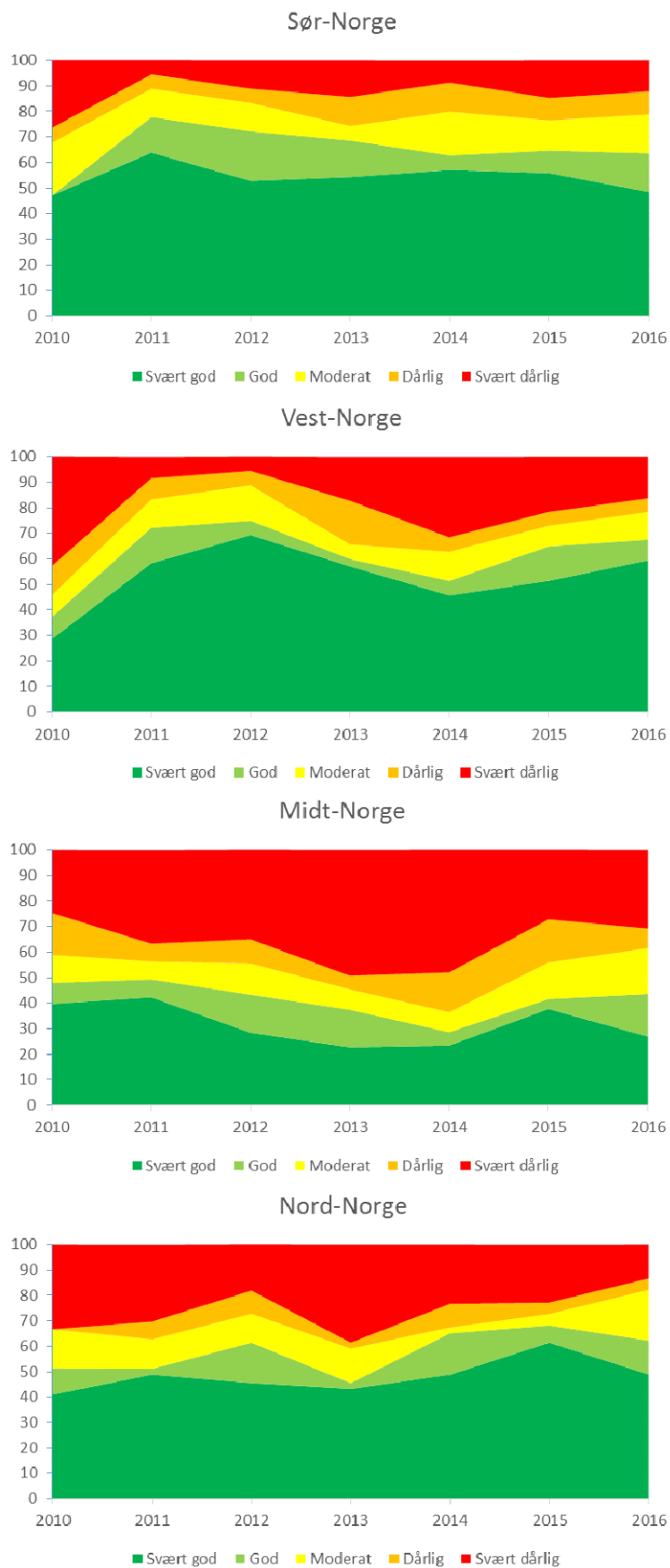
Figur 4.16. Beskatning i prosent av innsiget av laks til kysten av region Vest-Norge fordelt på sjø- og elvefiske for periodene 1983-88, 1989-99, 2000-05 (alle som gjennomsnitt) og årlig deretter. Beskatningen i prosent er beregnet basert på antall laks.

Klassifisering av bestandsstatus, som både tar hensyn til oppnåelse av gytebestandsmålene og bestandenes høstbart overskudd, viser at bestandene har utviklet seg svært forskjellig i de fire regionene i perioden 2010-2016 (**figur 4.17**). Sør-Norge var den regionen som hadde høyest andel bestander med god eller svært god status (gytebestandsmål oppnådd og normalt høstbart overskudd) og lavest andel bestander med svært dårlig status. Det store innsiget av mellomlaks (fra smoltårgang 2009) til denne regionen i 2011 (Anon. 2014) bidro til at 78 % av bestandene hadde god eller svært god status dette året. Samme smoltårsklasse ga også en økning i innsiget av storlaks i 2012, men dette ga mindre effekt fordi det er relativt få bestander med store innslag av storlaks (tresjøvinter) i denne regionen. Andelen bestander med svært god eller god status avtok noe fram til 2015 og 2016 (ca 65 %).

I Vest-Norge og Midt-Norge har det skjedd store endringer i bestandsstatus i perioden 2010-2016 (**figur 4.17**). I Vest-Norge økte andelen bestander med svært god og god status fra under 40 % i 2010 til henholdsvis 72 og 75 % i 2011 og 2012. Denne bedringen var del av det samme mønstret som ble funnet i region Sør-Norge, og kan i hovedsak knyttes til svært god overlevelse for smolt som vandret ut i Nordsjøen i 2009 (et storskala mønster). Dette ga en markant økning i innsiget av mellomlaks i 2011 og storlaks i 2012. I tillegg var det også et stort innsig av mellomlaks i 2012. Dette medførte at mange bestander som over flere år ikke hadde nådd gytebestandene selv med minimalt fiske, både nådde målene og hadde normale høstbare overskudd (Anon. 2013, 2014). Etter 2012 ble statusen i Vest-Norge dårligere igjen (51 % svært god eller god i 2014), fulgt av en bedring til 67 % med svært god eller god status i 2016. Økt innsig av mellom- og storlaks i 2016 er en viktig årsak til bedringen. Det skal bemerkes at bestandene i Hordaland (som sammen med Sogn og Fjordane utgjør region Vest-Norge) hadde den dårligste tilstanden for genetisk integritet av alle fylkene (Anon. 2017a).

Region Midt-Norge hadde i perioden 2010-2016 den dårligste bestandsstatusen av de fire regionene (**figur 4.17**). I gjennomsnitt hadde bare 42 % av bestandene god eller svært god status med hensyn på oppnåelse av gytebestandsmål og høstbart overskudd. Utviklingen preges av det lave innsiget av mellom- og storlaks til deler av regionen i 2013 og 2014, som ga lave høstbare overskudd, særlig i 2013 (se ovenfor). Dette var et regionalt mønster, der særlig de store bestandene i Trondheimsfjorden hadde svært lave høstbare overskudd (Anon. 2015b). Vitenskapsrådet har tidligere konkludert at ekstra dødelighet på grunn av lakselus utenfor munningen av Trondheimsfjorden våren 2011 og 2012 er en sannsynlig forklaring på redusert innsig av mellom- og storlaks til Trondheimsfjorden i 2013 og 2014 (Anon. 2015b). I 2014 hadde bare 29 % av bestandene i Midt-Norge svært god eller god status, men situasjonen bedret seg i 2015 og 2016 (42 % av bestandene hadde god eller svært god status).

I region Nord-Norge har endringene i status fra år til vært mindre (**figur 4.17**). Andelen bestander med god eller svært god status økte fra 51 % i 2010 til 68 % i 2015. Andelen bestander med god eller svært god status ble litt lavere igjen i 2016 (62 %), men samtidig ble andel bestander med svært dårlig status den laveste i tidsserien. Det skal bemerkes at denne regionen generelt har det største høstbare overskuddet (**figur 4.14**), men også er den regionen der beskatningen har blitt minst redusert (**figur 4.15**). Dette er den eneste regionen der det fortsatt foregår et relativt stort kystfiske etter laks.



Figur 4.17. Andel bestander i de fem klassene for bestandsstatus fra svært god til svært dårlig for alle vurderte bestander i fire regioner i Norge for årene 2010 til 2016.

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 4.10).

5 RØMT OPPDRETTLAKS

5.1 Forekomst av rømt oppdrettslaks

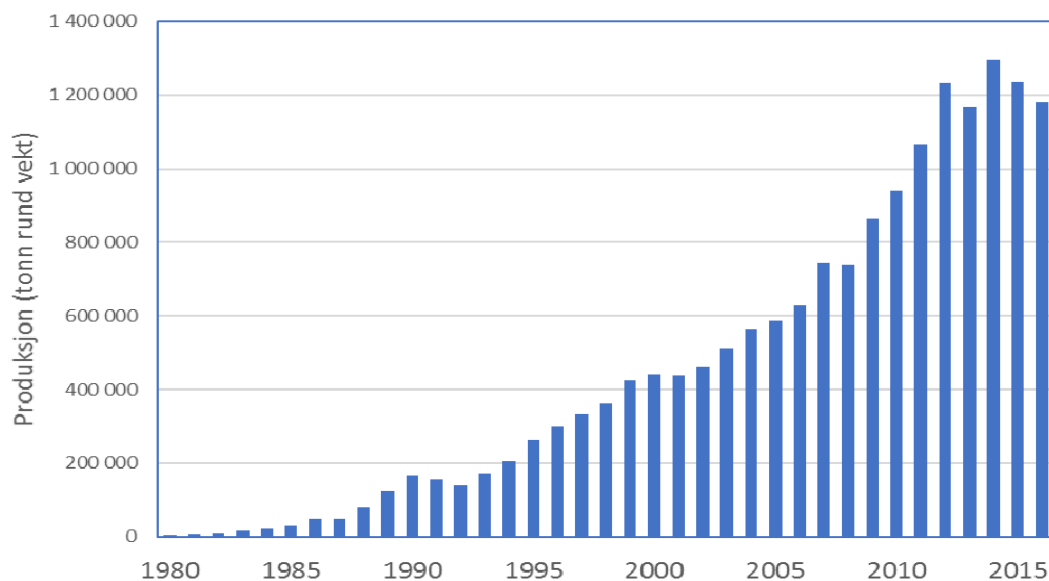
I 2016 ble det i Norge produsert ca. 1 180 000 tonn oppdrettslaks (**figur 5.1**). Til sammenligning ble det fanget ca. 729 tonn laks i sjø- og elvefisket (inkludert gjenutsatt fisk). Produksjonen av oppdrettslaks var 1618 ganger større enn totalfangsten av laks i sjø- og elvefisket målt i tonn. Utsettet av smolt i merdene i 2016 (280 millioner smolt, foreløpige tall) var litt lavere enn i 2015 (287 millioner). I følge Fiskeridirektoratet ble det rapportert at ca. 170 000 individer av laks rømte i 2015, og 131 000 individer i 2016 (**figur 5.2**). I gjennomsnitt de siste ti årene ble 212 000 laks rapportert rømt per år.

Innslaget av rømt oppdrettslaks i laksefangstene i sjø og elv har blitt undersøkt årlig siden 1989. Fra 2014 ble undersøkelsene koordinert i et nasjonalt overvåkningsprogram (Anon. 2017b). Undersøkelsene er basert på identifisering av rømt oppdrettslaks på bakgrunn av utseende og skjellanalyser (Lund mfl. 1989, Lund & Hansen 1991). Innslaget av rømt oppdrettslaks har vært høyere i prøvefiske og stamfiske om høsten nær gyteperioden, enn i drivtelling utført av dykkere om høsten og i sportsfisket om sommeren (**figur 7.3**). Noe av denne variasjonen kan forklares med at de ulike metodene benyttes til å undersøke ulike tidspunkt og deler av bestanden. Ved drivtelling undersøkes ofte hele eller store deler av vassdraget, og en får da som regel et større utvalg enn om prøvefisket utføres på utvalgte lokaliteter. Ulempen med drivtelling er at den baseres på identifisering av rømt oppdrettslaks ut fra ytre kjennetegn, noe som kan medføre at tidlig rømt oppdrettslaks blir feilklassifisert som villaks (Svenning mfl. 2016, Anon. 2016b), og andelen rømt oppdrettslaks blir dermed underestimert. Samtidig kan fangbarheten av rømt laks i forhold til villaks på stangfiske være forskjellig, og variere gjennom sesongen (Svenning mfl. 2015, Næsje mfl. 2015). I tillegg vil oppdrettslaksen ofte vandre opp i elvene senere enn villaksen, noe som vil bidra til lavere innslag av rømt oppdrettslaks i sportsfisket enn i høstfisket (Hansen mfl. 1997, Thorstad mfl. 1998, 2008, Næsje mfl. 2014, 2015, Moe mfl. 2016, Svenning mfl. 2016).

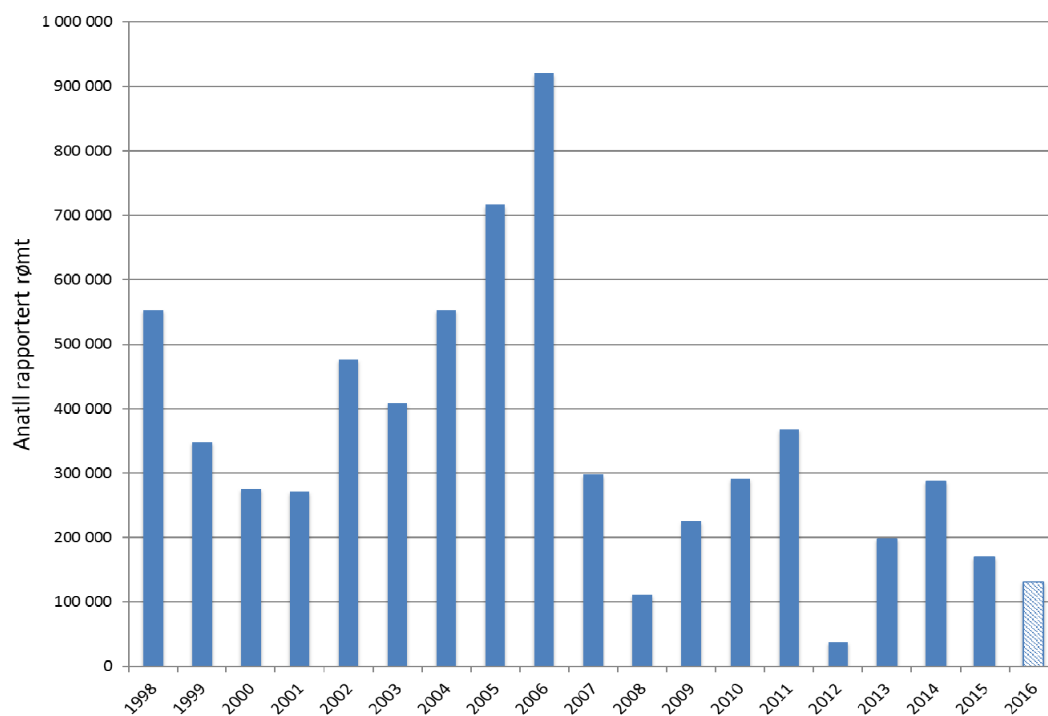
Innslaget av rømt oppdrettslaks i sportsfisket har vært varierende, men svakt synkende de siste 10 årene, med estimerte andeler mellom 3 % og 9 % (uveid gjennomsnitt, **figur 5.3**). I 2016 var innslaget rømt oppdrettslaks i gjennomsnitt 4,1 % (17 927 fisk fra 107 vassdrag undersøkt, Anon. 2017b). Dette var høyere enn i 2015 (3,4 %), men fortsatt blant de laveste registreringene i tidsserien.

Innslaget av rømt oppdrettslaks i prøver fra elvene om høsten var 6,6 % i 2016, noe som er lavere enn i de foregående årene (uveid gjennomsnitt basert på prøvefiske og stamfiske, Anon. 2017b, **figur 5.3**). I perioden 2006-2016 varierte andelen mellom 7 % og 18 %. Medianverdien (midtverdien; nivået der halvparten av elvene ligger over og resten under) ble redusert fra 11 % i 2006 til 4 % i 2012, mens den var 9 % i 2013, 6,2 % i 2014, 4 % i 2015 og 2 % i 2016. I drivtelling om høsten varierte andelen rømt oppdrettslaks fra 7 % i 2014 til 3 % i 2016.

Innslaget av rømt oppdrettslaks varierte betydelig mellom vassdrag (**figur 5.4**). I rapporten fra det nasjonale overvåkningsprogrammet for rømt laks ble det foretatt en klassifisering av 196 vassdrag basert på alle tilgjengelige resultat (Anon. 2017b). Av disse hadde 154 vassdrag innslag av < 10 % rømt oppdrettslaks, 24 hadde > 10 % innslag, og i de resterende 18 kunne det ikke fastslås med sikkerhet om innslaget var over eller under 10 %. I en trendanalyse av data fra høstfisket hvor elver med minst to år med data fra perioden 2006-2016 ble inkludert, ble det funnet en svak, men signifikant, nedgang i andelen rømt laks (Anon. 2017b).



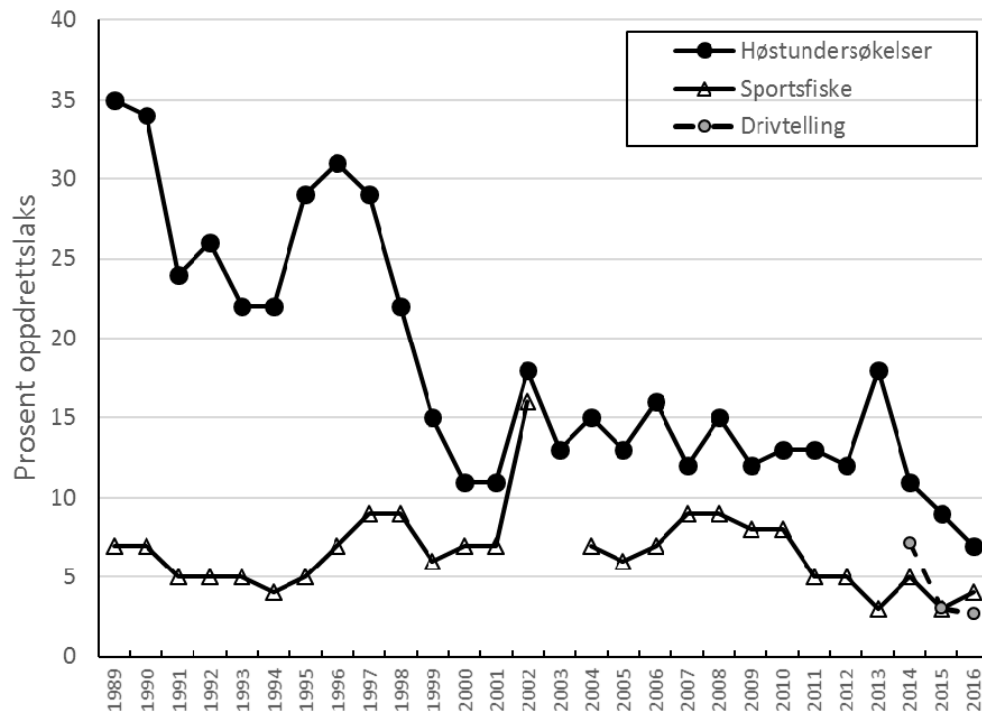
Figur 5.1. Produksjon av oppdrettslaks i Norge i perioden 1980-2016 (tonn). Tallene for 2016 er foreløpige (Kilde: www.fiskeridir.no).



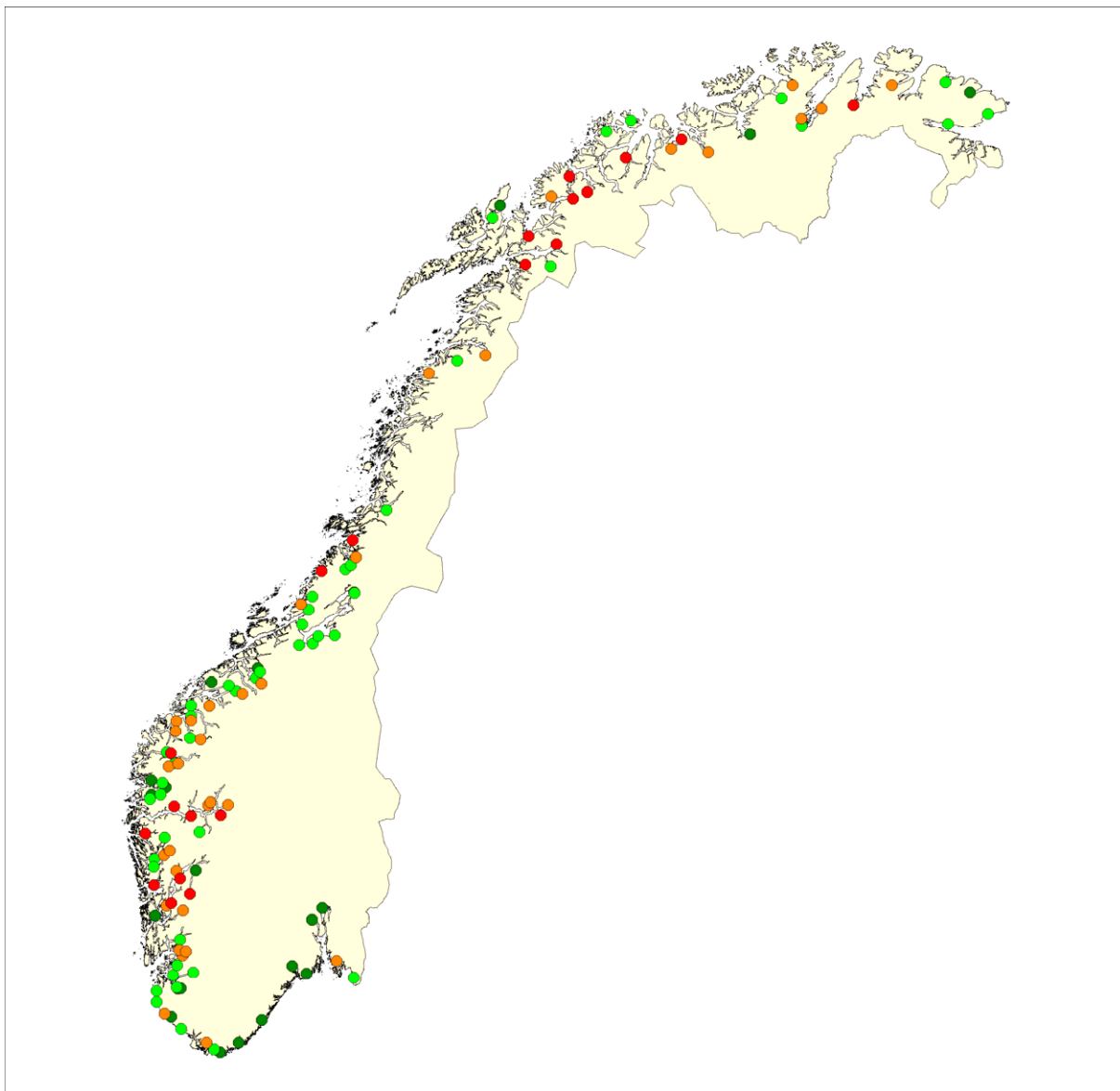
Figur 5.2. Rapportert antall rømt laks fra norske oppdrettsanlegg i perioden 1998-2016. Tallene for 2016 er foreløpige tall per juni 2017 (Kilde: www.fiskeridir.no).

Estimert antall rømt oppdrettslaks i laksefangstene i sjø- og elvefiske har vært lavt i de siste årene (**figur 5.5**). Reduksjonen er nært knyttet til redusert fangst av laks i sjøen. I tillegg foregår en høy og økende andel av sjøfangsten i Finnmark, som har hatt et lavt innslag av rømt oppdrettslaks i sjøfangstene (men innslaget økte fra 2011, Anon. 2015b). Hvis vi antar at oppdrettslaks har samme fangbarhet som villaks i sportsfisket, kan vi estimere at 6000 oppdrettslaks (95 % konfidensintervall 4000-8000) vandret opp i elvene i løpet av fiskesesongen i 2016. Dette er nesten identisk med i 2014 og 2015, så økningen i andel rømt oppdrettslaks i sportsfiskefangstene fra 2015 til 2016 kan skyldes litt mindre innsig av villaks. Av flere årsaker har vi ikke estimert totalmengden rømt oppdrettslaks som vandrer opp i laksevassdragene (summen av de som vandret opp i fiskesesongen og senere på høsten). Det finnes ikke god nok kunnskap om hvordan oppvandringen av rømt oppdrettslaks fordeler seg mellom fiskesesongen og perioden fram til gyting. Overvåkingen om høsten foregår dessuten i et begrenset antall vassdrag (55 vassdrag i 2016), og det må utvises forsiktighet i bruken av disse tallene til å oppskalere fra prosentvis innslag til totalantall rømt oppdrettslaks.

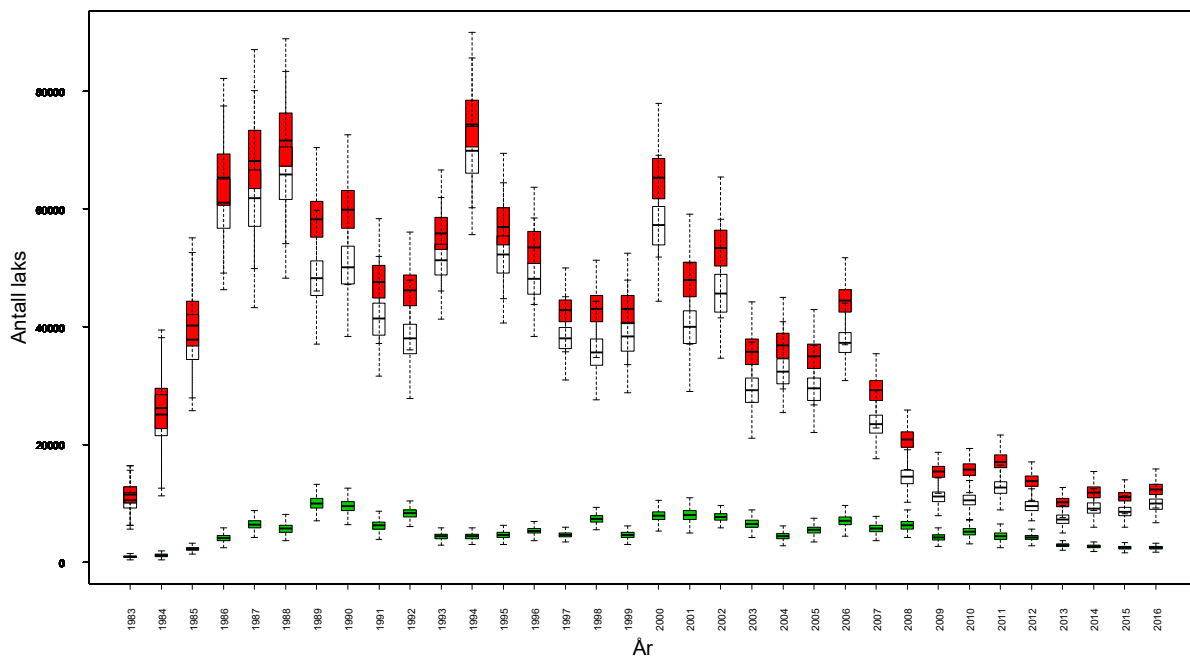
Antall laks som rømte fra oppdrettsanlegg i perioden 2005-2011 ble beregnet av Taranger mfl. (2014) (senere publisert av Skilbrei mfl. 2015) med utgangspunkt i kunnskap fra merkestudier av overlevelsen til smolt og voksen laks som rømmer, estimerer for fangst av rømt laks i sjø og elv i perioden og ulike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



Figur 5.3. Prosentandel rømt oppdrettslaks i prøver fra sportsfiske samt prøvefiske og stamfiske like før gyting om høsten i perioden 1989-2016, og resultater for drivtelling i perioden 2014-2016. I 2003 ble undersøkelsene ikke finansiert, og det mangler derfor 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. 2014), og data for 2014-2016 kommer fra det nasjonale overvåkningsprogrammet (Anon. 2015a, Anon. 2016b, Anon. 2017b). Antall elver som årlig er med i beregningene i sportsfisket har variert mellom 18 (i 1994) og 107 (i 2016) med gjennomsnitt på 50 og median på 39. Antall elver som årlig er med i beregningene i høstundersøkelsene har variert mellom 19 (i 1989, 1994 og 1995) og 69 (i 2015) med gjennomsnitt på 31 og median på 26.



Figur 5.4. Innslag av rømt oppdrettslaks i ulike laksebestander i 2016, basert på beregnet årsprosent (Anon. 2017b). Innslaget er kategorisert som ingen risiko for påvirkning av rømt oppdrettslaks (< 1 % rømt oppdrettslaks, mørkegrønn), liten risiko (1-4 % rømt oppdrettslaks, lysegrønn), moderat risiko (4-10 % rømt oppdrettslaks, oransje) og høy risiko (> 10 % rømt oppdrettslaks, rød) etter Hindar og Taranger (2012). Årsprosent er en indeks som tar hensyn til registrering av rømt oppdrettslaks både i sportsfiskesesongen om sommeren og i et prøvefiske om høsten (Fiske mfl. 2006).



Figur 5.5. Beregnet antall oppdrettslaks i fangstene av laks i perioden 1983-2016. Røde bokser angir totalfangsten, hvite bokser angir fangstene i sjøen og grønne bokser angir fangstene under sportsfiske i elver. Boksene angir 25 og 75 persentilene (dvs. at halvparten av beregningene ligger innenfor boksen), mens de tynne linjene angir spennet fra laveste til høyeste verdi av resultatene fra simuleringene. Beregningene er hentet fra simuleringene av lakseinnslaget til Norge. Merk at beregningene gjelder antall oppdrettslaks i fangstene, og at en generell reduksjon i sjølaksefisket i de senere år har bidratt til å redusere totalfangsten av rømt oppdrettslaks i sjøfangstene og totalfangsten.

5.2 Oppdatert kunnskap om effekter av rømt oppdrettslaks

I tidligere rapporter har vi omtalt undersøkelser i Imsa og Guddalselva i Norge, og i Burrishoole i Irland, som har dokumentert hvordan rømt oppdrettslaks og deres avkom og kryssninger med villaks kan påvirke villaksbestander (Fleming mfl. 1996, Fleming mfl. 2000, McGinnity mfl. 2003, Skaala mfl. 2012). Disse undersøkelsene har vist at rømt laks har lavere reproduksjonssuksess enn villaksen, at oppdrettsavkom og kryssninger har raskere vekst enn villaksens avkom, og at oppdrettsavkom og kryssninger er effektive konkurrenter til villaksens avkom og kan fortrenge villaksen fra optimale oppvekstområder. Dette kan medføre redusert produksjon av smolt med vill bakgrunn i elvene. Forsøkene i Burrishoole viste også at oppdrettsavkom og kryssninger hadde lavere sjøoverlevelse enn avkom av villaks (McGinnity mfl. 2003). I sum har disse undersøkelsene vist at innkryssing av rømt oppdrettslaks i villaksbestander reduserer produksjonen av laks i elvene, og at den kumulative effekten over generasjoner kan ha store negative konsekvenser.

I de siste årene har det kommet en rekke studier som bekrefter disse resultatene, og som har dokumentert genetisk baserte fenotypiske forskjeller mellom oppdrettslaks, hybrider og villaks. Solberg mfl. (2013a) viste at oppdrettslaks har redusert respons på stress, målt som endring i vekst, i forhold til villaks. Forsøkene tydet på mer begrenset plastisitet, eller spennvidde, i stressresponsen og på en mer begrenset genetisk spennvidde i gener av betydning for vekst i oppdrettslaksen. Solberg mfl. (2013b) sammenliknet vekst hos avkom av oppdrettslaks, villaks og

krysninger i karforsøk hvor gruppene ble holdt separat, og samlet, for å undersøke om konkurranseforhold hadde innflytelse på relative vekstforskjeller mellom gruppene. De fant at de relative vekstforskjellene mellom oppdrettslaks og villaks var like både når gruppene ble holdt separat, og når de ble holdt i samme kar. Den relative vekstforskjellen ble imidlertid redusert når gruppene ble holdt under forhold som ble forsøkt tilnærmet et naturlig miljø (blant annet med begrenset tilgang på mat). Nylig ble det funnet koblinger mellom QTLs (Quantitative trait loci, områder i genomet som kan knyttes til egenskaper hos individet som f.eks. vekst) og alder ved lengde i både karforsøk, og i et naturlig miljø, men det var ulike QTLs som påvirket lengde ved alder i de to miljøene (Vasemägi mfl. 2016). Genvarianter som påvirker vekst i et kar/oppdrettsmiljø gir altså ikke nødvendigvis samme effekt i et naturlig miljø.

Under forhold som ligner på de man kan finne i naturen, fant Sundt-Hansen mfl. (2015) at konkurranse med avkom av oppdrettslaks så ut til å føre til lavere vekst og høyere nedstrøms vandring hos avkom fra villaks. Også denne undersøkelsen tyder på at konkurranse med avkom fra oppdrettslaks kan føre til økt dødelighet hos villaks i tidlige livsstadier. Det er studier som viser at effekten av innkryssing kan variere mellom bestander (Fraser mfl. 2010b), og sannsynligvis avhenge av lokale tilpasninger til vassdraget. Selv om avkom av oppdrettslaks generelt vokser raskere enn villaks ved ulike temperaturer under eksperimentelle betingelser, så er det stor variasjon mellom ulike familier, og mellom ulike ville bestander og oppdrettsstammer (Harvey mfl. 2016). Slik variasjon medfører at det er komplisert å forutse effekten av innkryssing uten å kjenne de underliggende mekanismene som forårsaker slike variasjoner, og hvordan disse vil påvirke lokale tilpasninger.

Økt kunnskap om hvordan ulike varianter av gener får ulikt fenotypisk uttrykk under ulike miljøforhold vil kunne bidra til større forståelse av hvordan innkryssing av rømt oppdrettslaks påvirker villaksbestander. Flere studier de siste årene har bidratt til å belyse dette. Studier av genuttrykk (hvilke gener som er aktive og uttrykkes som proteiner under ulike forhold/livsstadier) har vist forskjeller mellom oppdrettslaks og villaks allerede i de tidligste livsstadiene (Bicskei mfl. 2016). Bicskei mfl. (2016) viste også at disse forskjellene i hovedsak er knyttet til bakgrunnen (oppdrett eller vill) til morfisken, noe som har betydning for effekten av innkryssing, siden hanner og hunner har ulik gytesuksess (Fleming mfl. 2000). I studier av vekst og overlevelse av ungfisk med bakgrunn i ville eller oppdrettsforeldre, og krysninger mellom disse i Guddalselva, undersøkte Besnier mfl. (2015) relative forskjeller mellom disse tre gruppene i et naturlig elvemiljø, og sammenlignet dette med genetiske data fra mer enn 5000 genetiske markører spredd fra ulike deler av genomet. Flere QTLs ble funnet, blant annet knyttet til overlevelse og vekst. Slike studier, som vi forventer det vil komme mange av de neste årene, vil bidra til økt forståelse av de genetiske forskjellene og underliggende mekanismene som ligger til grunn for de observerte effektene av innkryssing av rømt oppdrettslaks i villaksbestander. Ikke minst vil den nylige publiseringen av laksens genom (Lien mfl. 2016) gi tilgang til nye verktøy for framtidige studier.

Genetiske endringer som følge av innkryssing av oppdrettslaks er påvist i 61 av 175 undersøkte villaksbestander, og i 50 av disse bestandene ble endringene vurdert som store (Karlsson mfl. 2016, Diserud mfl. 2017). I tillegg ble det funnet indikasjoner på innkryssing i 54 bestander. Det er altså bare for en tredel av undersøkte villaksbestander (60 av 125) at det ikke er funnet spor av innkryssing fra rømt oppdrettslaks. Analysene er gjort på prøver av fisk som er samlet inn fra elvene, så det er verdt å merke seg at for bestandene hvor det ikke ble påvist genetiske endringer på grunn av rømt oppdrettslaks, så betyr det ikke nødvendigvis at det ikke er genetiske endringer i bestanden, men at slike endringer ikke er påvist i den undersøkte prøven. Kartleggingen er gjennomført med SNP markørsettet utviklet av Karlsson mfl. (2011). Genetiske studier av nye og historiske prøver fra et antall norske elver med DNA-markører har også tidligere vist at genetiske profiler i enkelte elver har endret seg over tid, og at de genetiske

forskjellene mellom laks fra de ulike elvene har blitt mindre over en periode på 20-30 år (Skaala mfl. 2006, Glover mfl. 2012, 2013). En analyse av sammenhengen mellom graden av innkryssing i de 20 elvene som ble undersøkt av Glover mfl. (2013) og ulike variabler som fangst, fangst per arealenhet, andel rømt laks i bestanden og kombinasjoner av disse, tydet på at fangstmengde var den variabelen som forklarte den største delen av variasjonen (Heino mfl. 2015). Store bestander ser altså ut til å være mindre utsatt for genetisk påvirkning enn små og svake bestander, og dette styrker antagelsen om at konkurranse på gyteplassen er viktig (Fleming mfl. 2000). Imidlertid har det også har forgått innkryssing i sterke og tallrike bestander, som for eksempel Namsen (Diserud mfl. 2017).

I en nylig publisert artikkel påviste Bolstad mfl. (2017) for første gang hvordan genetisk påvirkning fra rømt oppdrettslaks på villaks har ført til endringer i livshistorieparametere i bestandene. De fant endringer i alder og størrelse ved kjønnsmodning i individer med høy andel genetisk bakgrunn fra oppdrettslaks. Variasjon i livshistorieparametere er sannsynligvis nært koblet til lokal tilpasning i laksebestandene. Alder og størrelse ved kjønnsmodning varierer for eksempel med størrelse på vassdraget, og er trolig en tilpasning til lokale forhold utviklet gjennom seleksjon over lang tid. Dersom innkryssing av rømt oppdrettslaks fører til endringer i slike livshistorieparametere og nedbrytning av lokale tilpasninger vil dette kunne ha negativ påvirkning på bestandenes produksjon og levedyktighet.

Nye genetiske undersøkelser har dokumentert at det faktisk har skjedd en innblanding av rømt oppdrettslaks i en stor andel av norske laksebestander. I tillegg er dokumentasjonen nå ytterligere forsterket med hensyn på at innblanding av rømt oppdrettslaks i norske laksebestander vil ha negative økologiske og genetiske effekter. Selv om andelen rømt oppdrettslaks i prøver fra gytebestandene har gått ned de senere årene, så er andelen likevel på et så høyt nivå i mange vassdrag at det er nødvendig å forsterke tiltakene for å redusere rømminger og gyting av rømt oppdrettslaks i villaksbestandene

Mange villaksbestander er allerede genetisk påvirket av innkryssing av rømt oppdrettslaks, samtidig som de vedvarende tilføres ny rømt oppdrettslaks i gytebestandene. Dette medfører at sjansen for å kunne gjenvinne den genetiske sammensetningen i de ville bestandene reduseres betydelig (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 mange vassdrag de senere årene, inkludert i 2016. I tillegg til at bestandene endres genetisk på grunn av innkryssing av rømt oppdrettslaks, tilsier et økende antall undersøkelser at det er fare for at produksjon og overlevelse av villaks reduseres på grunn av innkryssing av rømt oppdrettslaks.

6 INFEKSJONER KNYTTET TIL FISKEOPPDRETT

Infeksjonssykdommer i fiskeoppdrett anses som en trussel for vill laksefisk. Bakgrunnen for dette er de mange sykdomsutbruddene som registreres i den store biomassen av fisk som produseres i åpne oppdrettsanlegg i sjøen.

6.1 Etablering av fiskeoppdrett gir endring i smittedynamikk

Ulike infeksjonssykdommer er en naturlig del av dynamikken i naturen. Etableringen av oppdrettsnæringen har imidlertid medført flere endringer i de økologiske rammene for samspill mellom vert, smittestoff og miljø, herunder økt antall og tetthet av verter, samt tidsrom for tilstedeværelse av verter i sjøen. I tillegg har både nye fiskearter og smittestoff blitt introdusert som følge av oppdrettsaktivitet.

På grunn av ulik bestandsstørrelse og tetthet representerer de opprinnelige ville laksebestandene og dagens lakseoppdrett to ytterpunkter med hensyn til mulighet for å oppformere og spre smitte. Et viktig begrep i denne sammenhengen er reproduksjonstallet R_0 . R_0 er det initiale reproduksjonstallet (basic reproduction number) og defineres som det antallet nye smittebærere en primær smittebærer genererer, gitt en mottakelig bestand (Anderson & May 1979, Dietz 1993). Når R_0 er lavere enn 1 ($R_0 < 1$) vil smitten dø ut, mens verdier over 1 ($R_0 > 1$) vil gi en spredning av smitten. $R_0 = 1$ er dermed en terskelverdi for smittespredning (transmission threshold).

$$R_0 = \frac{\beta \cdot X}{\alpha + b + \gamma}$$

Størrelsen på R_0 påvirkes av flere faktorer der β angir hvor smittsomt patogenet er (transmisjon rate), X er antall mottakelige verter, alternativt antall effektive smittekontakter mellom infeksjøs og mottakelig individ, α er patogenets evne til å forårsake vertsdødelighet (virulens), γ er immuniseringsraten og b er bakgrunnsdødeligheten. R øker dermed med antall mottakelige verter/effektive smittekontakter og med økt smittsomhet hos patogenet, mens økt virulens, bakgrunnsdødelighet og utvikling av motstandsdyktighet (immunitet) reduserer R . Verdien av R vil endre seg i løpet av en epidemi.

Gjennom evolusjon vil smittestoffer utvikle seg i en retning som gir et størst mulig bidrag til neste generasjon (maksimere R_0). Dette gjøres ved å balansere virulens (α) med muligheten for smitteoverføring (Frank 1996). I vertsbestander med lav tetthet er hver enkelt vert verdifull slik at kostnaden med økt virulens er høy. Smittestoff med høy virulens vil utrydde seg selv fordi de dreper sin vert og mister muligheten til å spre seg videre. Evolusjonen vil derfor gå i retning av lav virulens. Lav virulens gir da økt mulighet for spredning horisontalt (fra fisk til fisk via vann), men er ofte også en forutsetning for vertikal overføring (fra foreldre til avkom).

I en oppdrettssituasjon er vertstettheten stor og vertstilgangen nær uendelig. I denne situasjonen blir hver enkelt vert mindre verdifull og kostnaden med økt virulens lav. Dette gir både mulighet for evolusjon av smittestoff i en mer virulent retning og opprettholdelse av disse variantene i bestanden. Fortsatt vet vi lite om hvordan virulensutviklingen har vært for de viktigste infeksjonene i oppdrettsnæringen, og hvordan dette kan påvirke ville bestander.

Oppsummert gir etablering av oppdrett økt vertstilgang og dermed økte muligheter for både utvikling av epidemier og opprettholdelse av endemisk infeksjon. I tillegg kan dette scenariet medføre økt virulens hos smittestoff.

6.2 Infeksjonsstatus i sjøbasert oppdrett av laks

I følge Fiskeridirektoratets akvakulturstatistikk har vi til enhver tid en beholdning på i størrelsesorden 350 millioner (700 000 tonn) oppdrettslaks og 25 millioner (40 000 tonn) regnbueørret stående i anlegg langs kysten. Disse er fordelt på om lag 600 aktive lokaliteter (Fiskeridirektoratet 2016). Oppdrett i sjø foregår i all hovedsak i åpne merder, og horisontal smitte fra naboanlegg regnes som en av de viktigste veiene for introduksjon av smitte (Aldrin mfl. 2010), i tillegg vil introduksjon skje via settefisk, vektorer og villfisk. Etter introduksjon av smitte vil det store antallet og tettheten av verter (X) fremme effektiv kontakt og smittespredning mellom fisk i merda. Flere av de viktige smittestoffene er robuste i det marine miljø og spres horisontalt mellom merder og lokaliteter. Dette gjenspeiler seg i et stort antall sykdomstilfeller i næringen og gjør infeksjonssykdommer til en av de største biologiske og økonomiske tapsfaktorene i oppdrettsnæringen (Aunsmo mfl. 2010, Brun mfl. 2003). En undersøkelse gjennomført av Mattilsynet og Fiskeri og havbruksnæringens forskningsfond (FHF) påviste en dødelighet som følge av infeksjonssykdommer på i størrelsesorden 6-7 % fra utsett av smolt til slakting. Dette utgjør mer enn 40 % av det totale svignet i sjøfasen (Bleie & Skrudland 2014).

Flere grupper av makro- og mikroparasitter forårsaker infeksjon og sykdom hos fisk. I oppdrett er lakselus den viktigste makroparasitten både for næringen selv og som påvirkningsfaktor for vill laksefisk. Dette omtales i kapittel 8.1.9 og i en tidligere temarapport fra vitenskapsrådet (Anon. 2012a). Selv om ulike bakteriesykdommer opptrer både i ferskvannsfasen og etter utsett i sjøen, er flere viktige sykdommer i denne gruppen under kontroll som følge av vaksinerings (vibriose, kaldtvannsvibriose og furunkulose) og målrettet overvåking og testing av blant annet stamfisk (BKD). Blant mikroparasittene regnes derfor virussykdommene som den største infeksjonsutfordringen i norsk lakseoppdrett (Hjeltnes mfl. 2017). Veterinærinstituttet rapporterte til sammen 360 tilfeller av virussykdom i sjø i 2016; pankreas sykdom (PD) 138, infeksøs pankreas nekrose (IPN) 19, infeksøs lakseanemi (ILA 12), hjerte og skjelettmuskel betennelse (HSMB) 101 og kardiomyopati syndrom (CMS) 90 tilfeller. Antall tilfeller av de ikke-meldepliktige sykdommene IPN, CMS og HSMB er trolig høyere fordi diagnosene også kan stilles av private laboratorier og fiskehelsetjenester. De private laboratoriene rapporterte om 18 tilfeller og 8 mistanker om IPN, 108 CMS tilfeller og 101 tilfeller av HSMB dette året (Hjeltnes mfl. 2017). Foreløpig sjekkes ikke Veterinærinstituttets og de private laboratorienes sykdomslistene mot hverandre, dermed vet en ikke i hvilken grad tilfellene overlapper med hverandre. Det er imidlertid grunn til å tro at CMS og HSMB holder seg på et høyt nivå, mens IPN situasjonen er i en positiv utvikling.

PD forårsaket av salmonid alphavirus 3 (SAV3) forekommer endemisk på Vestlandet og nord til og med Sør-Trøndelag og regnes som den viktigste sykdommen på Vestlandet, mens PD forårsaket av SAV 2 forekommer mer avgrenset i Midt-Norge. I takt med produksjonsøkningen i de tre nordligste fylkene har en de senere årene registrert at en stadig større andel av ILA, CMS, IPN og HSMB tilfellene påvises i dette området (Hjeltnes mfl. 2017). Rutinediagnostikk og forskning viser også at flere infeksjoner kan opptre samtidig på en lokalitet (Wiik-Nielsen mfl. 2016, Lovoll mfl. 2010).

6.3 Kunnskapsstatus om påvirkning på vill laksefisk

Utbrudd av sykdom på lokaliteter med i størrelsesorden 500 000-750 000 individer gir en betydelig produksjon og utskillelse av smittestoff til miljø. Flere av de viktige smittestoffene er som beskrevet robuste i det marine miljø og spres horisontalt mellom merder og lokaliteter. Spørsmålet blir da om vill laksefisk som oppholder seg i det samme marine miljøet blir utsatt for

et økt smittepress som følge av smitteutskillelse fra oppdrettsnæringen, og om dette har en bestandsreduserende effekt.

I fiskeoppdrett kan sykdomsforløp og konsekvens i form av dødelighet, avmagring, sekundære infeksjoner og andre konsekvenser observeres og kvantifiseres fordi fisken holdes i et avgrenset område (merd) der den både beskyttes mot predatorer og tilbys fôr. Til sammenligning vil det å kvantifisere smitteeksponering, følge sykdomsforløp og observere konsekvensene hos villfisk være forbundet med betydelige metodiske utfordringer. En fellesnevner for den kunnskapen vi har om villfiskhelse og interaksjon vill-oppdrett er derfor at den baserer seg på studier av det umiddelbart observerbare, for eksempel undersøkelser av syk og død laksefisk som observeres i elva, eller prøvetaking og patogenscreening etter fangst av smolt og tilbakevandret fisk. Kunnskap om helse og smittestatus hos vill laksefisk genereres dermed gjennom studier av enkelthendelser, gjennom passiv og aktiv helseovervåking og gjennom dedikerte forskningsprosjekt. Flere sammenstillinger av kunnskap om villfiskhelse og interaksjon vill-oppdrett er gjennomført (Johansen mfl. 2011, Raynard mfl. 2007, Svåsand mfl. 2017).

Et scenario er at infeksjoner i fiskeoppdrett gir økt smittepress for utvandrende smolt (Garseth 2014). Avhengig av dose, mottakelighet og inkubasjonstid vil det ta dager eller uker før det er mulig å detektere en eventuell infeksjon ved uttak og analyse av prøver. På det tidspunktet vil smolten ha forlatt fjordsystemet slik at den befinner seg i de åpne vannmasser. Infeksjoner og sykdom som påvirker svømmedyktighet, adferd og utseende vil gjøre fisken mer utsatt for predasjon. Dette medfører at mer-dødeligheten som følge av smitteeksponering fra oppdrett registreres i sekkeposten «nedsatt marin overlevelse». Laks som fanges i havet i forsknings og overvåkingsøyemed vil til enhver tid være de som har overlevd infeksjonen og dermed ikke blant de som er hardest påvirket. Det er ingen kompensierende mekanismer i havet, dermed vil mer-dødelighet som følge av infeksjoner fra oppdrett ha en direkte bestandsreduserende effekt. I tillegg til konsekvenser i form av mer-dødelighet vil infeksjoner kunne samvirke med andre påvirkningsfaktorer både i ferskvannsfasen og i havet og gi utslag i form av endret livshistorie og produktivitet (fekunditet).

I tillegg til smittepresset som oppstår i tilknytning til anlegg i sjø utgjør rømming av syk eller smittet fisk en trussel. I 2016 ble det meldt om rømming av 131 000 laks og 62 000 regnbueørret [1]. Undersøkelser av rømt laks bekrefter at disse kan være smittebærere (Garseth mfl. 2012b, Garseth mfl. 2009, Madhun mfl. 2015), og at de også har høyere odds for å bære smitte enn laks av vill eller kultivert opprinnelse (Garseth mfl. 2013a, Garseth mfl. 2009). Rømt laks går også opp i elver i regioner uten oppdrett, og kan også da bære med seg smitte (Biering & Garseth 2013). Hos enkelte laksestammer i disse fylkene er den genetiske integriteten påvirket gjennom innkryssing av oppdrettsfisk, noe som er et tegn på langvarig påvirkning gjennom rømming (Anon. 2017a).

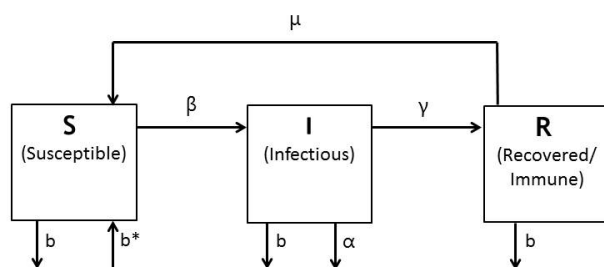
Siden 2012 har Havforskningsinstituttet og Veterinærinstituttet gjennomført aktiv helseovervåking av vill anadrom laksefisk på vegne av Mattilsynet. Programmet har i all hovedsak overvåket virus som er vanlige og forårsaker sykdomsutfordringer i oppdrettsnæringen. Oppsummert viser Veterinærinstituttets forskning og del av helseovervåkingen at infeksiøst lakseanemi virus (ILAV), salmonid alfavirus (SAV) som gir PD, infeksiøst pankreasnekrose virus (IPNV) og piscint myokarditt virus (PMCV) som gir CMS i liten grad forekommer hos undersøkt villfanget stamfisk i kultiveringsanlegg (prevalens under 0,5 %). Viruset piscint orthoreovirus som gir sykdommen HSMB forekommer i størrelsesorden 5-14 % av tilbakevandret laks og villfanget stamfisk i kultiveringsanlegg, mens salmonid gill pox virus (SGPV) som gir infeksjon i gjellene forekommer hos laks i de fleste elver og kan ha en høy prevalens (for eksempel 46 % i Ranaelva) (Biering & Garseth 2013, Garseth mfl. 2012a, Garseth mfl. 2012b, Garseth mfl. 2016, Biering 2014). Ved hjelp av fylogenetiske analyser er det videre vist at virus utveksles mellom vill og oppdrettet laksefisk (Garseth mfl. 2013b, Garseth mfl. 2016). Laks i oppdrett regnes som de

viktigste reservoarene for flere av de aktuelle virusene, noe som sannsynliggjør at hovedretningen for smitteoverføring er fra oppdrettet til villfisk (Garseth mfl. 2013b). En stor del av analysene i forskning og helseovervåking gjøres på fisk som har overlevd vandring i havet. Vi studerer dermed den overlevende fisken i håp om at denne skal gi oss informasjon om påvirkning på utvandrende smolt, noe som ikke nødvendigvis blir riktig.

Infeksjoner er som beskrevet en naturlig del av ethvert økosystem. Det betyr at ikke all smitte kommer fra oppdrett og at en må skille mellom mer-dødelighet som følge av infeksjoner i oppdrett, og naturlig infeksjonsrelatert bakgrunnsdødelighet. Samtidig er det den totale smittebelastningen fra alle grupper av makro- og mikroparasitter som gir sykdom i næringen som utgjør en trussel for vill laksefisk.

6.4 Tolkning av funn i helseovervåkingen

Aktive helseovervåkingsprogram er designet for å dokumentere tilstedeværelse eller fravær av gitte smittestoff over tid. Hos vill laksefisk har programmet bare delvis fulgt forekomsten av virus over tid. Bakgrunnen for dette er at gjentatt analyse for agens som i liten grad påvises hos villfisk hverken er god overvåking eller ressursbruk så lenge man ikke vet hvorfor de ikke påvises (**figur 6.1**).



Figur 6.1. Susceptible-Infectious-Recovered modell (SIR-modell). Individuer i en gitt bestand vil til en gitt tid befinne seg i kun en av boksene og ulike faktorer knyttet til vert, miljø og agens vil påvirke hvor stor andel av bestanden som befinner seg i de ulike boksene.

I forbindelse med helseovervåking hos vill anadrom fisk benyttes i all hovedsak real time PCR-metodikk for å påvise infeksjøs/infiserte individer (I). En viktig forutsetning for å påvise disse er at virus RNA/DNA er tilstede på det tidspunktet prøven blir tatt. Ved en gitt tetthet eller hyppighet av kontakt vil andelen individer som er infiserte (I) være avhengig av hvor smittsomt viruset er (størrelsen på β) og hvor lenge det enkelte individ forblir infisert – infeksjonens varighet. I ville bestander med lav tetthet og færre effektive smittekontakter vil tilfanget av infiserte (I) være redusert sammenlignet med oppdrettede bestander. Infeksjoner som er kortvarige kan dermed være utfordrende å fange opp. Infeksjonens varighet er avhengig av hvor raskt et individ kvitter seg med infeksjonen ved å bli immun (immuniseringsraten γ), men også av virusets virulens (α) og dermed dødelighet blant infiserte. I ville bestander vil sykdom som påvirker atferd, svømmedyktighet og utseende kunne gi økt predasjon og forsterke effekten av α sammenlignet med oppdrettede, beskyttede bestander. Hvor tidlig i infeksjonsløpet økt fangbarhet oppstår er avhengig egenskaper hos det enkelte smittestoff og fiskens øvrige helsestatus.

Få virus-positive villfisk i helseovervåkingen kan dermed i følge modellen skyldes flere faktorer; få smittede individer, rask immunisering eller at smitten medfører utvikling av sykdom

og direkte dødelighet eller predasjon slik at smittet fisk unnslipper observasjon. Rent teoretisk kan det også være at tilfanget av smittede individer (I) er lavere enn utgang som følge av dødelighet eller immunisering. Et siste alternativ er at en andel av fisken vi i stor grad bruker i helseovervåkingen – stamfisken, ikke er mottakelig for infeksjon som følge av aldersresistens eller tidligere immunisering slik at den i utgangspunktet befinner seg i R-boksen (Recovered). Den registrerte lave forekomsten av PMCV, SAV og IPNV hos villfisk kan også tyde på at infeksjonene i mindre grad sirkulerer eller spres internt i villfiskbestanden ($R < 1$), eller fra villfisk til oppdrettsfisk. Et konstant smittepress fra oppdrettsnæringen kan likevel medføre tap av smittet fisk (primær smittede individer). I tilfellene PRV og SGPV der den registrerte prevalensen er høyere hos villfisk, kan det tenkes at infeksjonen spres videre i villfiskbestanden ($R > 1$). Her vil smitte fra oppdrett kunne gi dødelighet også i 2. og 3. smitte-generasjon.

6.5 Muligheter for å iverksette tiltak som beskytter villfisk

Oppdrett i åpne merder medfører at massen av oppdrettsfisk er i kontinuerlig kontakt og interaksjon med miljøet. Installasjonene i seg selv gir ingen mulighet for å blokkere horisontal smitte hverken inn eller ut av enhetene. Muligheten for å redusere smittepresset i sjøen vil derfor i stor grad omhandle hvilken overordnet kontrollstrategi som benyttes for det enkelte patogen og sykdom (Pettersen mfl. 2015), der ulike strategier kan være i) kontrollere ved å utrydde smittestoffet, og dermed sykdommen fra et gitt område (eksotiske sykdommer, PD forårsaket av SAV 3 nord for Hustadvika og PD forårsaket av SAV2 nord for Sør-Trøndelag), ii) kontrollere sykdommen men leve med smittestoffet (ILA) eller iii) ingen kontrollstrategi (CMS, HSMB). For flere av virusinfeksjonene er laks i oppdrett det dominerende reservoaret, noe som tilsier at alternativ i) bør velges av hensyn til villaks, fiskevelferd og den langsiktige økonomiske utviklingen i næringen. Kontrolltiltak mot reservoaret i oppdrettsnæringen ga gode resultater i bekjempelsen av ILA i Norge på 90-tallet og på Færøyene på 2000-tallet.

Produksjon i åpne merder i sjø legger klare begrensninger på utøvelsen av effektive biosikkerhetstiltak. Luse- og smittesituasjonen har dermed blitt svært krevende for næringen. Tiltak som synkronisert brakklegging og utsett av smittefri smolt kan redusere, men ikke løse disse utfordringene og dermed heller ikke trusselen for villfisk. Et sterkere skille mellom laksefisk i oppdrett og villaks er derfor nødvendig. Nasjonale laksefjorder og lakseelver er innført av nasjonale myndigheter og har som målsetning å beskytte utvalgte laksestammer blant annet ved å opprette oppdrettsfrie områder. I oppdrettsnæringen har utfordringene knyttet til sykdom og bekjempelsen av lakselus; deriblant resistens og høy dødelighet ved ikke-medikamentelle behandling (Hjeltnes mfl. 2017), blitt så store at selskapene søker strukturelle endringer. Teknologiløsningene i oppdrettsnæringen er dermed under utvikling blant annet for å kunne skille oppdrettsfisk fra miljø, enten gjennom lukkede og semi-lukkede anlegg, ved å forlenge produksjonstid på land, eller ved å flytte hele produksjonstrinn (for eksempel stamfisk) til landbaserte anlegg. Med et visst omfang kan effekten av slike endringer over tid være positiv også for å redusere smittepress som følge av andre infeksjoner i fiskeoppdrett.

Som beskrevet tidligere har bruk av vaksiner hatt god effekt i kontrollen av enkelte bakteriesykdommer. I tillegg har det vært en sterk nedgang i antall tilfeller av IPN i oppdrettsnæringen. Denne utviklingen tilskrives hovedsakelig bruk av QTL-selektert rogn (Quantitative trait loci) for økt resistens mot IPNV-infeksjon, men også sanering av husstammer i næringen (Hjeltnes mfl. 2017). QTL-selektert rogn for økt sykdomsresistens har potensiale for å redusere forekomsten også av andre infeksjonssykdommer. Et ubesvart spørsmål er likevel hvordan bruk av vaksiner og avl kan påvirke smittedynamikken generelt og spesielt utviklingen av virulens hos smittestoff.

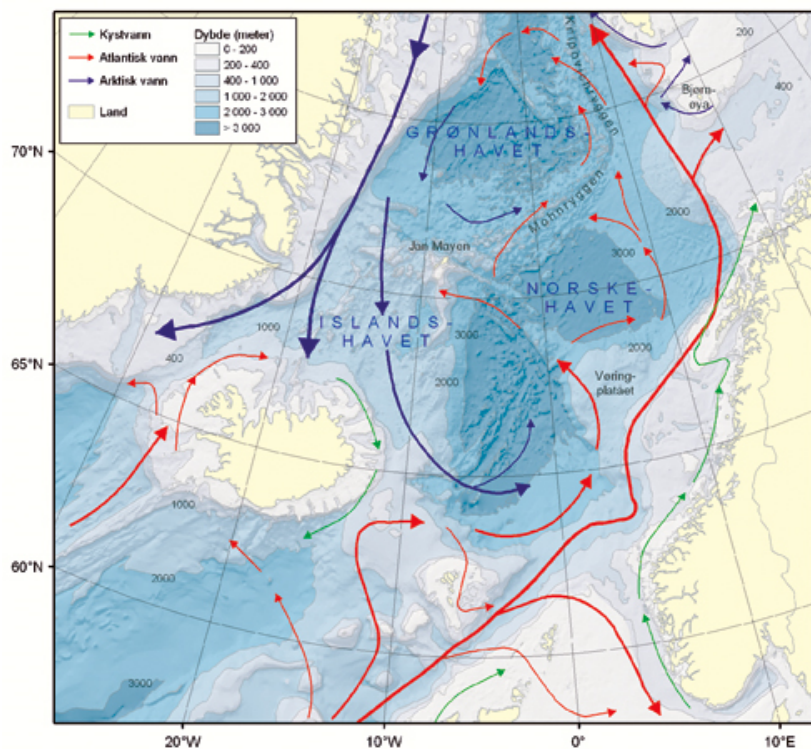
7 BEITEFORHOLDENE FOR LAKS I HAVET

Laksens vekst og overlevelse påvirkes både direkte og indirekte av biologiske, fysiske og klimatiske forhold i havet. Ofte virker mange av disse faktorene samtidig, men i ulik grad gjennom året og i ulike områder. Hvor stor effekt de ulike faktorene har, varierer også med størrelsen på laksen, da dietten og utbredelsen endrer seg med kroppsstørrelsen. Forandringer i produksjon og tilgjengelighet av viktige byttedyr regnes som den viktigste direkte faktoren for vekst og overlevelse for laks (Friedland mfl. 2009, Rikardsen & Dempson 2011). Laksen er en opportunistisk predator som beiter på en rekke ulike byttedyr, noe som er en fordel siden tilgangen til de ulike byttedyrene varierer i tid og rom. For førstegangsvandrende laks regnes spesielt de første ukene og månedene (postsmoltfasen) som kritiske, og det er viktig at laksen fort finner nok mat slik at de vokser og dermed reduserer risikoen for å bli spist av predatorer - og slik at det dannes et godt grunnlag for videre vekst, helse, overlevelse og vandring (Rikardsen & Dempson 2011, Thorstad mfl. 2012). De viktigste byttedyrene for postsmolt er fiskelarver og store dyreplankton. Større laks beiter fortrinnsvis på pelagisk og mesopelagisk fisk (småfisk som lever på 200-1000 m dyp), samt store dyreplankton. Små individer av dyreplankton blir i liten grad beitet på av laks.

7.1 Vandringsmønster i havet

Vi vet fortsatt lite om hvor laks vandrer i havet over tid og hvordan dette påvirker vekst og overlevelse. Mye av kunnskapen om utbredelse i havet kommer fra tradisjonelle merkestudier (ICES 2007, 2008, Jacobsen mfl. 2012), mens nye undersøkelser med bruk av elektroniske merker eller andre metoder som genetiske studier av postsmolt fanget i havet vil gi økt kunnskap fremover. Beitevandringene til laks blir ikke kartlagt årlig slik tilfellet er for store kommersielt viktige fiskebestander som makrell, norsk vårgytende (NVG) sild og nordøstarktisk torsk. Beiteområder for norsk laks inkluderer Nordsjøen, Norskehavet, Islandshavet, Grønlandshavet og Barentshavet (**figur 7.1**), men det mangler kunnskap om hva som er de viktigste beiteområdene for de ulike bestandene. Uansett hvor laksen hovedsakelig beiter under sjøoppholdet, så kommer laksen fra Sør-Norge i den første perioden etter at de har forlatt elvene ut i Nordsjøen, laksen fra Vest-Norge, Midt-Norge og store deler av Nord-Norge kommer ut i Norskehavet, og laksen i deler av Finnmark kommer ut i Barentshavet. Laks fra ulike regioner av Norge kan bruke ulike deler av havområdene, men det kan også være stort overlapp i utbredelse i havet mellom bestander. Det er ikke klarlagt om individene opptar det samme vandringsmønsteret den andre gangen de vandrer til havet som under den første vandringen.

En gruppe nordamerikanske forskere har oppsummert kunnskap om oppholdssted og vandringer for laksen i havet basert på blant annet historiske merke-gjennfangsstudier (Dadswell mfl. 2010) og sett dette i sammenheng med de generelle havstrømmene. De foreslår at laksen fra begge sider av Nord-Atlanteren kommer ut i den subpolare gyre (the North Atlantic Subpolar Gyre, NASpG) og vandrer rundt med denne havstrømmen i Nord-Atlanteren i retning mot klokka i ett til tre år inntil de kommer tilbake til elvene igjen, og refererer til dette som "Merry-Go-Round hypotesen". De understreker imidlertid at laks fra Nord-Norge og nordlige områder i Russland trolig ikke går inn i dette strømsystemet, men sannsynligvis følger en nordlig og østlig rute i Barentshavet. De understreker også at selv om de tror laksen fra ulike områder grovt sett vandrer rundt etter samme mønster i disse havstrømmene, så vil alder og opprinnelsessted i form av hvilken breddegrad og hvilket kontinent laksen kommer fra påvirke laksens fordeling i havet, for eksempel ved at de kan ha ulike temperaturpreferanser.



Figur 7.1. Kart over beiteområdet i havet for laks fra Norske elver. Postsmolt vandrer ut i Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet mens stor laks også oppholder seg i Grønlandshavet og Islands-havet. Øverst: kart fra *imr.no*. Nederst: kart fra *Av Gryphonis - Eget verk*, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=21343617>.



7.2 Byttedyrtilgang

Dette kapittelet omhandler Norskehavet, Barentshavet og nordlige Nordsjøen da den første perioden i havet kan være den viktigste for variasjon i overlevelse hos laks. Hovedvekt er lagt på Norskehavet, siden laks fra de fleste norske elvene utvandrer hit.

7.2.1 Dyreplankton

I Norskehavet dominerer raudåte (*Calanus finmarchicus*) og andre mindre dyreplankton, men det er også forekomst av amfipoder, krill og andre store dyreplankton. Det er i hovedsak tre ulike redskaper som regelmessig benyttes av Havforskningsinstituttet for å overvåke dyreplanktonet i Norskehavet, og innsamlingen skjer hovedsakelig i mai. Metodene er vertikale håvtrekk med WP-2 (0-200 m dyp), V-hal med mocness (0-700 m dyp) og trålhal med makroplanktontrål. WP-2 gir en god innsamling av små og mellomstore dyreplankton (< 2 mm), mens større dyreplankton som krill og amfipoder i stor grad unnviker redskapen. Mocness er en flerposetrål som har bedre innsamling av store dyreplankton, men også for denne redskapen er det stor unnvikelse fra de største individene. Makroplanktontrålen gir god innsamling av store dyreplankton, men har bare blitt benyttet de siste årene, og det finnes derfor ikke en lang tidsserie med data basert på innsamling med denne redskapen. WP-2 tidsserien tyder på en reduksjon i dyreplanktonmengden i perioden 1995-2016 (Bakketeig mfl. 2016). Tidsserien viser et bunnpunkt i 2009 og en liten økning siden da, men med mellomårlig variasjon. For store dyreplankton innsamlet med mocness er det observert en nedgang de siste 10 årene (ICES 2016a), men disse dataene er ikke publisert, og både data og resultater må kvalitetssikres før en endelig konklusjon trekkes. I Barentshavet har det ikke blitt observert en tilsvarende reduksjon av dyreplankton som i Norskehavet. Her har tidsserien fra WP-2 hæv vist en stabil utvikling de siste 25 årene (ICES 2016b). Trålhal ved bunnen har vist at det har blitt mer krill, men mindre amfipoder de siste 2-3 årene. I Nordsjøen har det blitt registrert en stabil biomasse av dyreplankton siden målingene startet i 2005. I dette området endrer artssammensetningen seg med vanntemperaturen, og vil dermed påvirkes av et varmere klima. Oppvarming gir mindre raudåte, noe som er negativt for fisk i dette havområdet, da raudåte er viktig byttedyr for både larver og voksen pelagisk fisk.

7.2.2 Fiskelarver

Fiskelarver er viktige byttedyr for postsmolt, men det avhenger av overlapp mellom larvene og postsmolten i tid og rom. Tidligere studier har vist at sild og tobislarver har dominert i dietten til postsmolt i Norskehavet, men også andre fiskelarver kan være viktig (Haugland mfl. 2006). Når det er mye sildelarver i sjøen vil disse kunne være svært viktige byttedyr for laksen. NVG-sild gyter langs norskekysten og larvene driver nordover utover våren og etter hvert inn i Barentshavet. NVG-sild har hatt dårlig rekruttering siden 2004, men i 2006, 2009 og 2013 var årsklassestyrken omtrent på langtidsgjennomsnittet (ICES 2016c). Selv om ikke NVG-sild har rekruttert en sterk årsklasse siden 2004, kan det likevel ha vært mye sildelarver tilgjengelig for postsmolt på vandring ut i havet da svak rekruttering hos sild kan skyldes høy dødelighet etter larvestadiet.

Tobis er en art som ikke finnes i sentrale deler av Norskehavet da den er avhengig av sandbunn å grave seg ned i, men tobis kan være viktig byttedyr for postsmolt fra elver i sørlige og vestlige deler av Norge på vandring ut i Norskehavet. I sentrale og sørlige Nordsjøen forvaltes tobis bærekraftig og har vært over føre-var nivået (Bpa) de siste to årene (ICES 2016d). Lengre nord i Nordsjøen, i området rundt Vikingbanken og ved Shetland, er tobisbestanden på et svært lavt nivå, og fisket i disse områdene er stanset (ICES 2016d). Andre pelagiske arter, som kolmule og makrell, har i motsetning til NVG-sild hatt god rekruttering de siste 10 årene (ICES 2016c).

Disse artene gyter i hovedsak vest for De britiske øyer i tidsrommet mars-mai, og larvene deres vil dermed ikke være tilgjengelig som bytte for postsmolt som vandrer ut fra norske elver.

Det eksisterer lite tilgjengelig informasjon om dietten til postsmolt i Barentshavet, men loddelarver er antageligvis et vanlig og attraktivt byttedyr utenfor Finnmark. Loddebestanden har variert mye de siste tiårene da lodde er en kortlevende art. Bestanden var i god forfatning i årene 2008-2014, men i 2017 kom derimot en kraftig reduksjon av gytebestanden. Årsakene til denne reduksjonen var svak rekruttering i et par år, samt høyt beitepress fra torsk på ung lodde.

7.2.3 Beitetilgang for stor laks (flersjøvinterlaks) - pelagisk fisk og dyreplankton

Stor laks kan spise både sild og kolmule av ulike størrelser, og antagelig også mindre individer av makrell. De ulike byttedyrartene har variert i bestandsstørrelse, men har ikke hatt en sammenfallende utvikling. Det er vanskelig å fastslå den nøyaktige mengden pelagisk fisk som beiter i Norskehavet og nærliggende havområder da makrell og kolmule også benytter andre beiteområder, for eksempel vest for De britiske øyer. Det har i de 20 siste årene vært anslagsvis 11-15 millioner tonn pelagisk fisk som har beitet i Norskehavet. Selv om de ulike artene har variert mye i antall, har altså den totale biomassen av pelagisk fisk i området vært ganske stabil over to tiår. Mesopelagisk fisk kan være viktige byttedyr for laks om vinteren når den pelagiske fisken er på gytevandring og dyreplanktonproduksjonen i Nordøst-Atlanteren er lav. De dominerende artene i Norskehavet er laksesild, nordlig lysprikkfisk og liten laksetobis.

Det er lite tilgjengelig informasjon om historisk utvikling og stående biomasse av mesopelagisk fisk. I Barentshavet har det vært en varierende mengde ung lodde og sild tilgjengelig som byttedyr. Den nøyaktige stående biomassen av umoden fisk for disse artene er vanskelig å anslå da det er høy dødelighet forårsaket av predasjon fra spesielt torsk og marine pattedyr. Det siste tiåret har det antageligvis vært mindre sild og omtrent like mye lodde sammenlignet med tidligere tiår.

Som nevnt i innledningen kan stor laks beite i Islandshavet og Grønlandshavet, men man vet ikke hvor mye laks som går så langt vest. Dette er områder som ikke blir regelmessig overvåket da det er få kommersielt viktige arter her. Dermed vet man lite om stående biomasse og utvikling til for eksempel dyreplankton i disse havområdene. Men mengden store dyreplankton, og da spesielt amfipoder, er høyere i Grønlandshavet og Islandshavet enn i Norskehavet (Melle mfl. 2004). Islandsk lodde beiter om sommeren i dette kalde vannet og er da et attraktivt byttedyr for stor laks.

7.3 Økosystembetragtning Norskehavet

Makrell, sild og kolmule beiter alle på både store og små arter av dyreplankton. Tradisjonelt sett har de sørlige, østlige og sentrale delene av Norskehavet vært de viktigste beiteområdene om sommeren for disse artene, men deler av kolmule- og makrellbestanden har også beitet sør for Norskehavet. Alle de pelagiske artene har forflyttet seg eller ekspandert nord- og vestover. De tradisjonelle beiteområdene er nå dominert av store mengder ung makrell og ung kolmule, mens eldre fisk vandrer lengre nord eller vest. De siste 6-10 årene har store mengder makrell vandret nordover i Norskehavet i mai, og i juli finner man makrell i hele Norskehavet fra Nordsjøen til Svalbard og vestover til grønlandsk farvann (Nøttestad mfl. 2016). Mye NVG-sild står i kaldere arktisk vann i nordvest der den unngår potensiell konkurranse om maten med kolmule og makrell. Fordelingen av pelagiske fiskearter i Norskehavet tyder på at de tradisjonelt gode beiteområdene i sørlige, østlige og sentrale Norskehavet ikke lengre er like attraktive som de en gang var. Dette underbygges også ved redusert vekst hos makrellen på grunn av økt konkurranse når bestanden er stor (Olafsdottir mfl. 2016). Dårligere beiteforhold kan påvirke postsmolten som kommer ut i østlige Norskehavet omtrent samtidig med makrell, men senere enn NVG-

silden. Laksen vandrer da inn i områder der dyreplankton og fiskelarver blir jaktet på av makrell og kolmule (Bachiller mfl. 2016, Skaret mfl. 2015). Det kan derfor antas at postsmolt erfarer dårligere beiteforhold nå enn på 1990-tallet. Likevel er Norskehavet, trass i de siste års endringer, fremdeles et beiteområde med høy produksjon av byttedyr. Kolmule bruker i stor grad Norskehavet som oppvekstområde og beiter fortrinnsvis på dyreplankton (mest krill og amfipoder), men tar også mesopelagisk fisk og fiskelarver (Monstad 2004). Siden 2011 har gytebestanden av kolmule doblet seg, og estimatet for 2016 var på ca. 5 millioner tonn (ICES 2016c). Dette viser at pelagisk fisk fremdeles kan finne nok byttedyr til å øke i bestandsstørrelse.

Årsaken til dårligere beiteforhold både for laks og annen fisk i østlige og sentrale deler av Norskehavet er trolig sammensatt. Både beitetrykket fra pelagisk fisk (Huse mfl. 2012) og storskala «bottom-up» prosesser spiller inn (Rickardson og Schoeman, 2004). Varmere klima som følge av naturlige svingninger og menneskeskapte prosesser kan påvirke den årlige produksjonen av byttedyr. Det har tidligere blitt observert en sammenheng mellom temperaturen i havet og overlevelse av postsmolt i Nordøst-Atlanteren (Friedland et al 2009). De siste tiårene har det vært svingninger i bestandsstørrelsen for både sild, kolmule og makrell, men alle bestandene har ikke vært store samtidig. De siste 20 årene har det vært ca. 11-15 millioner tonn pelagisk fisk som har beitet i Norskehavet og de omliggende havområdene. Det er betydelig usikkerhet i både produksjon av dyreplankton og konsumet til den pelagiske fisken, men estimert produksjon av dyreplankton i Norskehavet er på over 500 millioner tonn (Skjoldal mfl. 2004), og 15 millioner tonn pelagisk fisk spiser i størrelsesorden 100-150 millioner tonn byttedyr (ICES 2016a). Pelagisk fisk er dermed ikke isolert sett i stand til å beite ned dyreplanktonet i hele området, men kan likevel ha en betydelig lokal effekt i områder med stor tetthet av pelagisk fisk. Laksens evne til å utnytte ulike byttedyr gjør den robust mot svikt i tilgangen til en eller flere av de viktige byttedyrene. Som opportunistisk predator har den mulighet til nytte andre byttedyr dersom for eksempel tilgangen på sildelarver blir drastisk redusert. Dårligere individuell vekst og avmagring hos laks på grunn av konkurranse med makrell, sild og kolmule kan være tilfelle da det er overlapp i dietten mellom disse artene. Dette kan føre til at laksen er mer utsatt for predasjon og mer mottakelig for sykdom. Overlapp i diett er imidlertid ikke nødvendigvis ensbetydende med konkurranse, og det ser ut som konkurranse om byttedyr først og fremst skjer innad i en bestand, og i mindre grad mellom arter. For eksempel har både individveksten hos kolmule og sild vært god de siste årene (ICES 2016a), sammenfallende med at makrellbestanden har økt kraftig.

7.4 Oppsummering

Beiteforholdene for postsmolt som vandrer ut i nordlige Nordsjøen og Norskehavet er antageligvis dårligere nå enn på 90-tallet. Dataene tyder på en reduksjon av både dyreplankton og tilgjengelige fiskelarver. Endringene i beiteforholdene er antageligvis ikke forårsaket av en enkelt faktor, men endringer i klima, hydrografiske forhold og et jevnt høyt beitetrykk fra pelagisk fisk kan spille inn. Beiteforholdene i Barentshavet har holdt seg stabile siden 90-tallet, men med mellomårlig variasjon i mengden tilgjengelige loddelarver. Vi har liten kunnskap om hvor flersjøvinter laks har de foretrukne beiteområdene. Høye forekomster av pelagisk fisk i Norskehavet, samt tradisjonelt sett mye amfipoder og islandsk lodde i havområdene lengre vest, bør gi god tilgang på byttedyr for stor laks.

8 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:

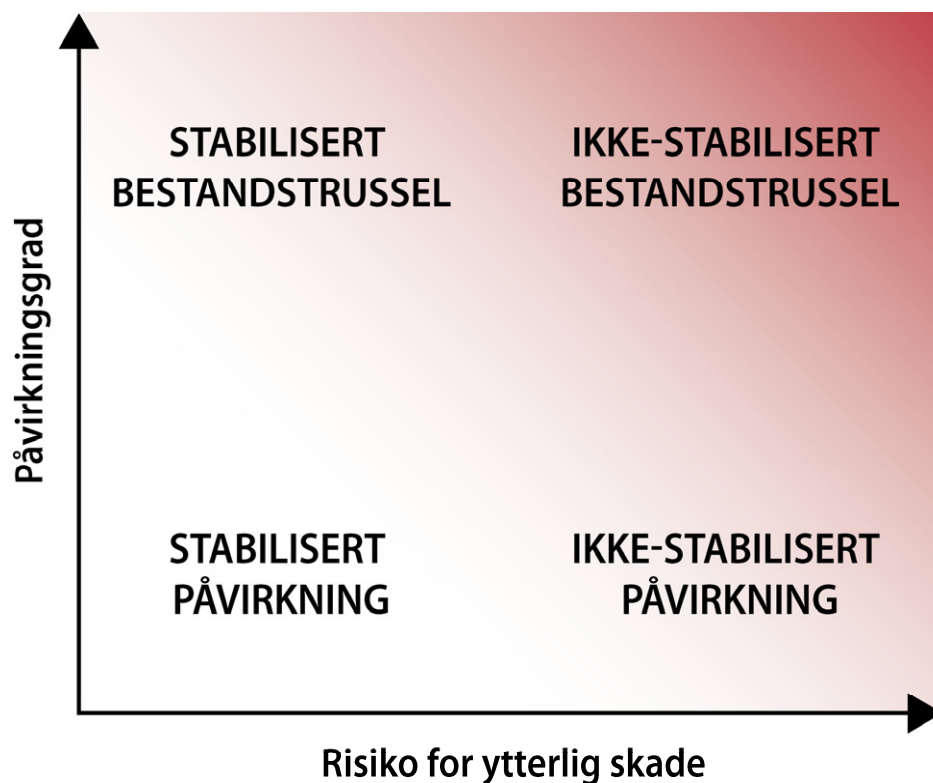
- kunnskapsnivå om bestander og trusler
- skadepotensial for bestandsstørrelse og produksjon
- skadepotensial for bestandsstruktur og genetisk integritet
- truslenes geografiske utbredelse
- muligheter og begrensninger for tiltak

Vitenskapsrådet har vurdert og rangert trussel- og påvirkningsfaktorene for norsk laks årlig siden 2010 (Anon. 2010, 2011c, 2013, 2014, 2015b, 2016d). Trusselvurderingene har nylig også blitt publisert i den internasjonale vitenskapelige journalen ICES Journal of Marine Science (Forseth mfl. 2017). En oppdatering av vurderingene er gjort her.

Vurderingen gjøres gjennom et todimensjonalt system som kombinerer *påvirkningen* truslene har på bestandene i form av redusert produksjon og eventuelt tap av bestander, og *risikoen* for at truslene medfører ytterligere framtidig redusert produksjon og tap av bestander (**tabell 8.1**). Effekten av hver trussel er dermed vurdert og framstilt langs en *påvirkningsakse* og en *risikoakse* (**figur 8.1**). Skjematisk kan trusselfaktorene grupperes i fire kategorier (**figur 8.1**):

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

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



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

8.1 Vurdering av de enkelte trusselfaktorene

I forhold til trusselvurderingen i 2016 (Anon. 2016d) er det gjort endringer i vurderingen for landbruksforurensing, rømt oppdrettslaks og andre infeksjoner knyttet til fiskeoppdrett (**tabell 8.1**). Det er ikke gjort endringer for de andre faktorene. For landbruksforurensning er graden av påvirkning redusert på grunn av ny kunnskap gjennom påvirkningsanalyser i forbindelse med kvalitetsnormvurderingen (Anon. 2016d). Landbruksforurensinger er dermed en faktor som ligger lavt både langs påvirkningsaksen og risikoaksen.

For rømt oppdrettslaks er risiko for ytterligere skade noe redusert på grunn av økt potensiale for tiltak, som over tid kan bidra til å redusere rømmingene, eller skader fra disse (som steril fisk, stor smolt, lukkede anlegg og målrettet utfisking i vassdrag med påvist høy forekomst av rømt oppdrettslaks). Rømt oppdrettslaks er fremdeles faktoren som ligger høyest langs både påvirkningsaksen og risikoaksen.

For infeksjoner knyttet til oppdrettsaktivitet har påvirkningsgraden økt. Dette skyldes økning i geografisk utbredelse ved at en stor del av produksjonsøkningen har funnet sted i de tre nordligste fylkene, en økning i antall bestander som kan være påvirket, og at det er få effektive tiltak som gjennomføres.

I det videre gis en vurdering av hver enkelt påvirkning (se også **tabell 8.1**). Kunnskapen om effekten av at flere påvirkninger (multiple stressors) skjer samtidig er mangelfull, og er derfor vanskelig å vurdere (se diskusjon i Anon. 2016d).

8.1.1 Regulering av vassdrag til kraftproduksjon

Effektene av vassdragsregulering for kraftproduksjon varierer mellom vassdrag. Faktoren ligger høyt langs påvirkningsaksen, fordi den virker i mange bestander med effekt på nasjonalt nivå, og den har medført at flere bestander har blitt kritisk truet eller tapt. Den ligger imidlertid relativt lavt langs risikoaksen. Med dagens forvaltningspraksis er det lite sannsynlig at vassdragsreguleringer vil medføre at nye bestander blir kritisk truet eller tapt, eller gjennomføres slik at lakseproduksjonen reduseres kraftig.

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 omtales. Om vernede vassdrag står det at verneplan for vassdrag i hovedsak ligger fast, men også at i særskilte tilfeller med vesentlig samfunnsnytte, for eksempel i form av vesentlig flom- og/eller skredderpendende effekt, bør det kunne åpnes for konsesjonsbehandling av vannkraftverk i vernede vassdrag. Det er 389 verneobjekter (vassdrag eller deler av vassdrag) i verneplanene (Verneplan I-IV og supplement). Blant disse er det om lag 132 laksevassdrag (eller deler av vassdrag) som har et gytebestandsmål for laks (det kan i tillegg være noen vernede sidevassdrag med laks som vi ikke har registrert). Blant disse 132 er det 35 nasjonale laksevassdrag som har utvidet vern (ikke bare mot vannkraftverk). Det er usikkert hva stortingsmeldingens åpning for konsesjonssøknader i vernede vassdrag vil bety i praksis for laksevassdragene som inngår i verneplanene.

Stortingsmeldingen bekrefter at tiltak for å oppnå miljøforbedringer i regulerte vassdrag er viktig, gjennom både vanddirektivet og vilkårsrevisjoner, og åpner 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 skal trappes opp. Miljødirektoratet og Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) ga 50 vassdrag høy prioritet ved revisjon (Sørensen mfl. 2013), og nesten 35 % av de vurderte bestandene av laks, sjørørret og sjørøye finnes i vassdragene som foreslås prioritert. 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). Så langt er det bare Årdalsvassdraget i Rogaland som har fullført en revisjonsprosess, der det ble innført krav om minstevannføring både vinter og sommer, men det er flere laksevassdrag som er under revisjon. Det gjenstår å se resultatene av de mange andre revisjonsprosessene som kommer til å gjennomføres i de neste 10-20 årene.

Nasjonale laksevassdrag har særlig beskyttelse mot skadelige vassdragsinngrep, inkludert vassdragsreguleringer. En evaluering av ordningen viste at det gis færre tillatelser til potensielt skadelige inngrep i nasjonale laksevassdrag enn i andre laksevassdrag (Vøllestad mfl. 2014). Studien viste også at det generelt gis færre tillatelser enn tidligere til inngrep i laksevassdrag. I 2015 ble det gitt overtredelsesgebyr til tre kraftselskap i laksevassdrag for brudd på vannressursloven på grunn av feilmanøvrering av kraftverk, som ga raske fall i vannføring nedstrøms kraftverkene og stranding av laksefisk. Problemet med raske vannføringsfall på grunn av feil ser dermed ut til å få økt oppmerksomhet. Det er utviklet et hjelpemiddel for miljøtilpasning av effektkjøring (Bakken mfl. 2016). I 2016 ble det gitt overtredelsesgebyr til ett kraftselskap i laksevassdrag for brudd på vannressursloven, for ikke å slippe minstevannføring i henhold til kravet.

Økende grad av effektkjøring (som gir variabel vannføring i elvene), sumeffekter av småkraftverk og en viss åpning for konsesjonssøknader i vernede vassdrag gir moderat høy usikkerhet i vurderingen av framtidsutviklingen. Kunnskapsnivået om effekter på laksebestander er gode, men siden effektene varierer mye mellom vassdrag er det vanskelig å anslå en typisk effekt. Vurderingen i 2017 er den samme som i 2016.

8.1.2 Annen vannbruk

I det gamle kategoriseringssystemet for anadrom laksefisk var vannbruk til for eksempel oppdrettsanlegg (smoltproduksjon i ferskvann), industri og vanning behandlet sammen med regulering for kraftproduksjon. Vi vurderer annen vannbruk enn til kraftproduksjon for seg. Dette er utfordrende, fordi for eksempel vannbruk til oppdrettsanlegg i noen tilfeller foregår i samme vassdrag som kraftproduksjon, mens i andre tilfeller er oppdrett eneste vannbruk i vassdraget. Faktoren ligger relativt lavt langs påvirkningsaksen, til tross for at den trolig har bidratt til at noen bestander er kritisk truet eller tapt. Årsaken til at den ligger lavt på påvirkningsaksen er at dette er en faktor som virker i få og geografisk spredte vassdrag. Mange av de påvirkede vassdragene er små, og ofte dominert av sjørret. Slik vannbruk, avsperring og andre inngrep i bekker er en betydelig utfordring for sjørret (f.eks. Bergan 2012). Faktoren ligger midt på risikoaksen. Oppmerksomheten rundt problemet er økende (Bergan 2012, 2014), men det er lite sannsynlig at problemet vil øke slik at ytterligere bestander blir kritisk truet eller tapt som følge av slik vannbruk. På den annen side er det vurdert at økende produksjon i oppdrettsnæringen vil øke behovet for vann til smoltproduksjon. Det vil derfor bli behov for å ta i bruk nye vannkilder (Kittelsen mfl. 2006). NVE har siden innføringen av overtredelsesgebyr som sanksjonsform, ilagt tre settefiskselskap overtredelsesgebyr for brudd på vannressursloven ved at det ble tatt ut for mye vann. NVE gjennomførte ekstraordinære tilsyn vinteren 2014 (<http://www.nve.no/no/nyhetsarkiv-/nyheter/nve-planlegger-ekstraordinare-tilsyn-pa-settefiskanlegg-vinteren-2014-/>). Usikkerheten om framtidig utvikling er moderat. Vurderingen i 2017 er den samme som i 2016.

8.1.3 Sur nedbør

Sur nedbør og forsuring av vassdrag er en faktor som historisk har medført at mange laksebestander har blitt kritisk truet eller gått tapt. Den 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 tiltak (kalking), og fordi påvirkningen er vesentlig redusert. Det er derfor svært lav risiko for ytterligere tap i produksjon og bestander. Det ventes ingen vesentlige forbedringer i vannkvaliteten i kommende år. I enkelte kalkede laksevassdrag, der forsuringseffekten er sterkt redusert de siste årene, kan det være at kalkingstiltak trappes noe ned. Det forventes imidlertid ikke at kalking avsluttes i laksevassdrag i perioden fram til 2021 (Miljødirektoratet, Plan for kalking i vassdrag i Noreg 2016-2021). Eventuell redusert kalking i laksevassdrag vil være basert på dokumentasjon for at nedtrapping høyst sannsynlig er forsvarlig, og vil dermed ikke endre trusselbildet. Kunnskapen er god, men det er økende uro for at jordsmonnet etter mange tiår er tappet for basekationer. Modellering som ble gjort for flere år siden, for eksempel for Lille Hovvatn i Agder (Hindar & Wright 2005) viste at konsentrasjonen av kalsium (Ca) ville bli historisk lav når syretrykket ble redusert. Data viser at dette nå er i ferd med å bli en realitet. Kalsium er viktig for fiskens saltbalanse, og allerede saltfattige vannforekomster i det tidligere forsursingsområdet kan få en mer marginal vannkvalitet. Vurderingen i 2017 er den samme som i 2016.

8.1.4 *Gyrodactylus salaris*

Parasitten *G. salaris* er den faktoren som har medført at flest bestander i norske vassdrag har blitt kritisk truet eller gått tapt, og 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. Faktoren ligger imidlertid midt på risikosaksen, primært fordi omfattende tiltak for å utrydde parasitten i mange elver har redusert problemet betydelig. I 2012 ble behandlingstiltak

fullført i Lærdalselva og i Vefsn-regionen (ti elver og tre innsjøer), og i 2014 ble behandlingstiltak fullført i Romsdalsregionen (seks elver). Høsten 2014 ble *G. salaris* påvist i Ranaelva, som hadde vært friskmeldt siden 2009 etter fullført rotenonbehandling i 2004. Ranaelva ble rotenonbehandlet senhøsten 2014 og 2015, og en friskmeldingsprosess startet i 2016. I 2016 ble behandlingstiltak fullført i Skibotnregionen (tre elver), men våren 2017 ble det gjennomført en rotenonbehandling på et begrenset område perifert i Skibotnvassdraget etter funn av enkelte røyeunger sent i 2016. Dødelige varianter av *G. salaris* er påvist på laks i 50 norske elver. Per mai 2017 har *G. salaris* kjent forekomst i 7 norske lakseelver, 22 elver er friskmeldt og 21 elver er i en friskmeldingsprosess (**vedlegg 2**). Kunnskapen om faktoren er generelt god, mens det knytter seg usikkerhet til framtidig utvikling, primært på grunn av usikkerhet om de nylig gjennomførte tiltakene har vært vellykkede, om planlagte tiltak i store vassdrag vil lykkes og hvor stor risiko det er for spredning fra infiserte vassdrag til nye vassdrag og regioner. Risiko for ytterligere produksjonstap og risiko for tap av ytterligere laksebestander er begge vurdert til å være moderate. Vurderingen i 2017 er den samme som i 2016.

8.1.5 Landbruksforurensninger

Med landbruksforurensninger legger vi her vekt på tilførsler av fosfor og organisk stoff som kan gi henholdsvis uakseptabel algevekst/begroing og lokalt oksygensvinn/soppdannelse. Erosjon, kanalisering og miljøgifter, som også kan knyttes til landbruk, behandles i egne avsnitt.

Mange laksevassdrag finnes i elvedaler med landbruksaktivitet. Dette kan gi tilførsler av næringssalter som kan virke både positivt og negativt på lakseproduksjonen, avhengig av konsentrasjonsforhold. Foldvik mfl. (2017) viste at norske laksebestanders produktivitet økte med andel jordbruksareal i vassdragenes nedbørfelt. De fleste laksevassdragene er i utgangspunktet næringsfattige, slik at tilførte næringsstoffer fra forholdsvis begrensede jordbruksarealer dermed kan gi en positiv effekt. Vitenskapsrådets nylig gjennomførte påvirkningsanalyse bekrefter svært begrensede problemer med landbruksforurensninger i norske laksevassdrag. Kun 4 av 108 elver med kvalitetsnormvurdering og 2 av 85 elver uten kvalitetsnormvurdering hadde moderat til svært dårlig tilstand med hensyn på fosfor. Av disse 193 elvene var det 78 som ikke hadde tilstrekkelig datagrunnlag for direkte vurdering, men nedbørfeltene til disse er i svært liten grad påvirket av landbruk. 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 forsterke utvasking av potensielt forurensende stoffer.

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 påkrevet. Ekstremhendelser på grunn av klimaendringer er imidlertid lite forutsigbare. Kunnskapen om faktoren kunne vært bedre (vurdert som moderat). Basert på vitenskapsrådets egne påvirkningsanalyser er vurderingen i 2016 endret i forhold til tidligere år. Påvirkningen er satt til regional og graden av påvirkning (antall rammede bestander) er redusert fra 3 til 1 (**tabell 8.1**).

8.1.6 Miljøgifter

Vassdrag mottar miljøskadelige stoffer som tungmetaller, organiske miljøgifter (f.eks. PAH og PCB) og ulike pesticider fra lokale kilder og langtransport (med luftmasser og nedbør). En rekke

av disse metallene og forbindelsene er på EUs prioriterte liste for miljøgifter og skal fases ut. Effektene på fisk varierer fra svak reduksjon i reproduksjon, via episoder med omfattende dødelighet av voksen fisk og/eller yngel, til kronisk økt dødelighet. Det er også vist at såkalte hormonhermere kan ha effekt på reproduktive funksjoner (reduisert luktrespons på feromoner og dermed nedsatt seksuell aktivitet), gi redusert gonadeutvikling og gi en reduksjon i antall befruktede egg (f.eks. Moore & Waring 2001). I regi av Miljødirektoratet gjennomfører norske industribedrifter en omfattende kartlegging av den kjemiske og økologiske tilstanden i de vassdrag og fjorder der bedriftene har utslipp. Dette vil bidra til en bedre oversikt over de biologiske effektene av miljøgifttilførsler i mange vassdrag.

Effekter av at flere typer miljøgifter virker samtidig (multiple stressors) er dårlig kjent, og usikkerheten med hensyn på framtidig utvikling er relativt høy. Faktoren ligger lavt langs påvirkningsaksen, dels fordi den per i dag er dokumentert å ramme relativt få bestander, dels fordi det ikke er dokumentert eller sannsynliggjort at bestander har blitt kritisk truet eller tapt og dels fordi det er og vil bli gjennomført omfattende tiltak mot lokale forurensningskilder (både i husholdninger og i industrien). Risikoen for ytterligere tap av produksjon er moderat, og risikoen for at bestander blir kritisk truet eller går tapt er vurdert til å være lav. Vurderingen i 2017 er den samme som i 2016.

8.1.7 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 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 Anon. 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 nedknuste 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 slike masser i sjøen. Både land- og sjødeponi kan medføre miljøskader, men det antas at begge også kan anlegges og driftes uten nevneverdige skader på laksebestander. Effekten på laks av å etablere sjødeponier over flere år er imidlertid lite kjent, og det antas at lokalisering i forhold til vandringsveier og den praktiske håndteringen i hvert enkelt tilfelle vil være avgjørende. Miljødirektoratet ga nylig tillatelse til gruvevirksomhet som innebærer slike sjødeponi i Repparfjorden, og Klima- og miljødepartementet har gitt utslippstillatelse som innebærer sjødeponi i Førdefjorden, som begge er nasjonale laksefjorder. Effektene av sjødeponi på laks i disse fjordene er usikre.

Antall rammede bestander er lavt (få vassdrag har bergverk), men fordeler seg over mange fylker, samtidig som det antas at produksjonstapet i dag er lavt. Det er betydelig kunnskapsmangel knyttet til miljømessige effekter av eksisterende bergverk og de biologiske effektene av utslippene. Det foreligger lite kunnskap om hvilke belastninger (kombinasjonen av konsentrasjon og eksponeringstid) laks og sjørret tåler. Det er dermed vanskelig å angi i hvilken grad tålegrensene er overskredet i de enkelte vassdragene. Metaller vil også påvirke smoltens vandring i fjordsystemet. Også når det gjelder dette er kunnskapen mangelfull. Det er dermed også manglende kunnskap med hensyn på å kunne utrede konsekvenser av ny bergverksindustri. Dette, sammen med en forventet økning i bergverksaktiviteten, innebærer at det er en risiko for ytterligere skade. Vurderingen i 2017 er den samme som i 2016.

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

VURDERTE EGENSKAPER PÅVIRKNINGSAKSE:	POENG OG KRITERIUM	Vassdragsregulering (kraft)	Annen vannbruk (oppdrett, industri, vanning)	Sur nedbør	<i>G. salaris</i>	Landbruksforurensninger	Annen forurensning (metaller, PCB, pesticider)	Overbeskating	Lakselus	Infeksjoner knyttet til fiskeoppdrett	Infeksjoner påvirket av annen akt. enn oppdrett	Rømt oppdrettslaks	Menneskepåvirket predasjonstrykk	Klimaendringer	Fysiske inngrep (kanalisering osv.)	Fremmede arter (pukkals, orekyt, regnbuene)	Bergverk
1 Antall rammede bestander	1: <51, 2: 51-100, 3: 101-200, 4: > 200	3	1	2	1	1	1	1	3	4	2	4	1	2	4	2	1
2 Geografisk utbredelse:	1: Lokalt	2	1	3	2,5	3	2,5	2	3,5	3,5	3	4	2	3	4	2,5	4
	2: Mange spredte enkeltlokaliteter																
	3: Regionalt (landsdeler)																
	4: Nasjonalt (minst 14 av 16 fylker)																
3 Effekt produksjon	1: Svak reduksjon < 10 %	2,5	2	4	4	1	2	2,5	3	1	2	2	1	1	1	1	1
Typisk effekt på en bestand	2: Moderat reduksjon 10-25 %																
(redusert produksjonskapasitet,	3: Sterk reduksjon 25-75 %																
smoltproduksjon eller sjøoverlevelse)	4: Meget sterk reduksjon > 75 %																
4 Antall tapte eller kritisk truede bestander i naturen	1: Ingen, 2: 1-5, 3: 6-20, 4 > 20	3	2	3	4	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1
5 Gjennomførte tiltak	1: Svært mange med god effekt	2	3	1	2	1	2	1,5	3	3,5	3	2,5	3	4	2	3	2
(som reduserer effekt på produksjon eller	2: Mange med bra effekt																
sannsynlighet for tap av bestander)	3: Få tiltak eller tiltak med liten effekt																
	4: Svært få/ingen tiltak eller tiltak uten effekt																
Sum (av maksimum 20)		12,5	9	13	13,5	7	8,5	8	13,5	13	11	16,5	8	11	12	9,5	9
Samlet påvirkningsgrad (0-1)		0,63	0,45	0,65	0,68	0,35	0,43	0,40	0,68	0,65	0,55	0,83	0,40	0,55	0,60	0,48	0,45
Kunnskap (om trussel og effekter)	God = 1, moderat = 2, dårlig = 3	1	2	1	1	2	3	1	2	3	3	2	3	3	1	3	3

Tabell 11.1 fortsetter

VURDERTE EGENSKAPER RISIKOAKSE:	POENG OG KRITERIUM	Vassdragsregulering (kraft)	Annen vannbruk (oppdrett, industri, vanning)	Sur nedbør	<i>G. salinis</i>	Landbruksforurensninger	Annen forurensning (metaller, PCB, pesticider)	Overbeskaining	Lakselus	Infeksjoner knyttet til fiskeoppdrett	Infeksjoner påvirket av annen akt. enn oppdrett	Rømt oppdrettslaks	Menneskepåvirket predasjonstrykk	Klimaendringer	Fysiske inngrep (kanalisering osv.)	Fremmede arter (Pakkelaks, orekytt, regnbueørret)	Bergverk
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	1	2	2	2	3	3	4	2,5	3,5	3	3	3	2,5
2 Risiko for ytterligere produksjonstap (gitt at utviklingen fortsetter som nå)	1: Lav 2: Moderat 3: Høy 4: Svært høy	2	2	1	2	1	2	1	4	3	2	4	1	2	1	2	2,5
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	2	1	1	1	2,5	2	1	4	1	1	1	1	1
Sum (av maksimum 12)		5	7	3	5	4	5	4	9,5	8	7	10,5	5,5	6	5	6	6
Samlet risiko for ytterligere skade (0-1)		0,42	0,58	0,25	0,42	0,33	0,42	0,33	0,79	0,63	0,58	0,88	0,46	0,50	0,42	0,50	0,50
Usikkerhet om utvikling	Liten = 1, moderat = 2, høy = 3	2	2	1	2	1	2	1	2	3	3	2	2	3	1	2	2

8.1.8 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, uten kompenserende mekanismer, og svært mange bestander har vært overbeskattet. Det er først etter 2007 at man gjennom utarbeidelse av gytebestandsmål har hatt et grunnlag for å definere "høstbart overskudd". Overbeskatning lå opprinnelig relativt høyt på påvirkningsaksen fordi faktoren påvirket mange bestander, virket nasjonalt (med stedvis høy beskatning både i sjø og elv), og effekten på produksjonen kan ha vært moderat til stor. Det er lite sannsynlig at overbeskatning alene i moderne tid har medført at bestander har blitt kritisk truet eller tapt. Situasjonen i Tanavassdraget, der beskatning er dominerende trusselfaktor, illustrerer imidlertid potensialet beskatning har til å redusere bestandsstørrelser langt under respektive gytebestandsmål og til å skape andre endringer, for eksempel en signifikant reduksjon i mengden storlaks i deler av vassdraget (Anon. 2012c). Det er fra 1980-tallet og utover 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. Forvaltningsmål basert på gytebestandsmål fra 2007 og påfølgende innstramminger i både sjøfiske og elvfiske 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.

Den bekymringsfulle situasjonen i Tanavassdraget får nå endelig en løsning. Våren 2017 ble en ny avtale om fisket i Tanavassdraget ratifisert i Norge og Finland. Avtalen definerer en fleksibel kunnskapsbasert forvaltning av de rundt 30 laksebestandene i Tanavassdraget, med konkrete gjenoppbyggingsplaner for de bestandene som behøver det. Detaljert overvåkning av ulike bestander i vassdraget og flerbestandsfisket i hovedelva skal gi nødvendig kunnskap til å sikre at fisket i fremtiden, etter en gradvis gjenoppbygging, vil være tilpasset et høstbart overskudd.

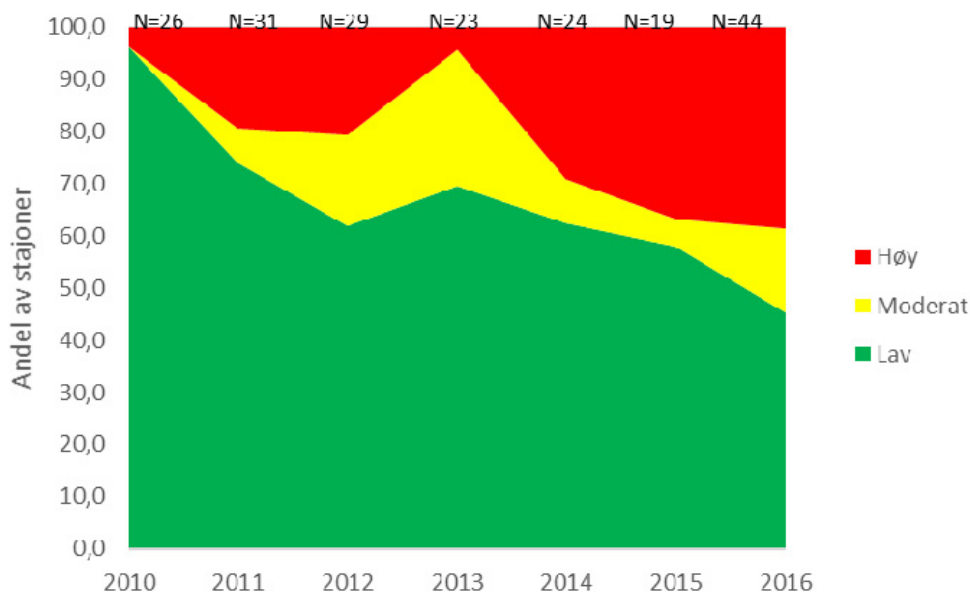
Vi vurderer at kunnskapen om overbeskatning som trusselfaktor er god, og at usikkerheten om framtidig utvikling er lav. Vitenskapsrådets bestandsvise vurdering av oppnåelse av gytebestandsmål, samt estimatene av overbeskatning, tilsier at antall bestander rammet av overbeskatning har blitt kraftig redusert siden 2010 etter at effektive tiltak er gjennomført. Trusselfaktoren ble derfor flyttet betydelig nedover langs påvirkningsaksen. Det var i 2016 stor overbeskatning i Tanavassdraget (over 30 %), moderat overbeskatning (16 %) i Sør-Trøndelag og lav (< 10 %) eller ingen overbeskatning i de andre fylkene. Vurderingen i 2017 er den samme som i 2016.

8.1.9 Lakselus

Samlet sett viser vitenskapelige undersøkelser at lakselus fra oppdrett har gitt bestandseffekter i form av redusert innsig av gytelaks fra havet og redusert høstbart overskudd i de mest oppdrettsintensive områdene i Norge (Anon. 2012a, 2013, 2014, **kapittel 9** i denne rapporten). Dette er basert på omfattende undersøkelser av individuelle effekter av lakselus på livsfunksjoner (fysiologiske og patologiske effekter) hos laksefisk, metaanalyser av feltforsøk som sammenligner marin vekst og overlevelse hos grupper av laksesmolt med og uten medikamentell beskyttelse mot lakselus, sannsynliggjøring av bestandseffekter fra overvåking av infeksjonsnivå hos villfisk kombinert med etablerte tålegrenser, samt dokumentasjon av bestandseffekter ved analyser av fangststatistikk og lakseinnsig. At lakselus er en påvirkning som i stor grad har bidratt til å redusere flere norske laksebestander var også tydelig ut fra vår analyse av hvilke faktorer som har påvirket høstbart overskudd i norske laksebestander (**kapittel 9**).

Selv om effekten av lakselus på laksebestander vil variere fra år til år og med forhold i vassdragene, infeksjonspress og overlevelseshforhold i havet, så vil et vedvarende høyt smittepress

fra lakselus sammen med andre påvirkningsfaktorer kunne true laksebestanders levedyktighet, særlig når overlevelsesforholdene i havet er så dårlige som de generelt har vært i de siste 20-30 årene. Utvandrende laksesmolt ble utsatt for et generelt høyt smittepress langs store deler av Vestlandet og i deler av Midt-Norge i 2016. I Nord-Norge var smittepresset generelt lavt i denne perioden. Som en følge av dette er det sannsynlig at laksesmolt fra de berørte områdene ble negativt påvirket av lakselus i 2016 (Nilsen mfl. 2016, Svåsand mfl. 2017). Infeksjonspresset fra lakselus på utvandrende laksesmolt økte i flere regioner fra 2010 til 2012, avtok noe i 2013, men har etter det økt for hvert år, med største registrerte infeksjonspress i 2016 (Svåsand mfl. 2017, **figur 8.2**).



Figur 8.2. Andelen av overvåkede stasjoner langs norskekysten med lav, moderat eller høy risiko for bestandsreducerende påvirkning av lakselus på villaksbestander i perioden 2010 til 2017 (basert på data fra Svåsand mfl. 2017). Totalt antall overvåkede stasjoner hvert år er gitt over i figuren.

Resistensutviklingen hos lakselus mot ulike behandlingsmidler overvåkes fortløpende (Helgesen mfl. 2017). Resultatene fra overvåkingsprogrammet på resistens langs norskekysten viste at resistensnivået hos lakselus forble høyt i 2016. Det var imidlertid en markert reduksjon i antall behandlinger mot lakselus. Mengden av reseptbelagte legemidler brukt mot lakselus ble redusert med 41 % fra 2015 til 2016. Totalt antall lakselusbehandlinger ble redusert med 10 %. Reduksjonen i medisinske behandlinger ble kompensert med en mer enn seks ganger økning i bruken av ikke-medisinske lakselusbehandlinger. Resistens mot deltametrin, azametifos og emamektin benzoat var generelt utbredt. Resultatene for hydrogenperoksyd var generelt bedre enn for de andre legemidlene med hensyn på resistensutvikling, men tap av følsomhet ble indikert på flere områder (Helgesen mfl. 2017).

For 2017 er det et pågående arbeide for å risikovurdere 13 oppdrettsproduksjonsområder langs kysten (forskrift fra Nærings- og fiskeridepartementet av 17.01.2017, Anon. 2015; Karlsen mfl. 2016). Påvirkningen av lakselus på villaks skal være miljøindikatoren, og departementet skal vurdere om miljøpåvirkningen i et produksjonsområde er akseptabel, moderat eller uakseptabel. Departementet skal annethvert år vurdere om produksjonskapasiteten skal justeres i et produksjonsområde. Styringsgruppa, som skal gi råd til departementet, har nedsatt en ekspertgruppe av forskere som skal foreta en analyse av tilgjengelig kunnskap for vurdere dødelighet av villaks på grunn av lakselus per produksjonsområde. Ekspertgruppa har

sammenstilt resultatene fra 2016 (Nilsen mfl. 2017) og vurderte at ett område hadde høy, fem områder hadde moderat og sju områder hadde lav lakselusindusert dødelighet. Nærings og fiskeridirektoratet har avgjort at de vil legge dette til grunn for videre vekst i oppdrettsnæringen når resultatene fra 2017 også er tatt med i vurderingen

(<https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/provekjoring-av-det-nye-systemet-for-kapasitetsjusteringer-i-norsk-lakse--og-orretoppdrett/id2556793/>). I løpet av høsten 2017 skal en utvidet rapport fra denne gruppen til departementet danne grunnlag for å gi grønt (< 10 % lakselusindusert dødelighet), gult (10-30 % lakselusindusert dødelighet) og rødt (> 30 % lakselusindusert dødelighet) lys for hvert produksjonsområde. Områdene som får grønt lys, får øke produksjonen med 6 %. Produksjonen i områdene med gult og rødt lys vil ikke bli endret før neste evaluering i 2019. Først da kan produksjonen i områder med stor lakselusindusert dødelighet nedjusteres. Dermed ser det ut til at iverksetting av trafikklusordningen ikke vil bidra til betydelig redusert dødelighet av vill laksesmolt på grunn av lakselus for norske laksebestander generelt, i alle fall ikke i første omgang, men ordningen kan på sikt medføre redusert dødelighet i bestander der dødeligheten på grunn av lakselus i dag er høy (> 30 % dødelighet). Det er også fare for at produksjonsøkning i grønne områder kan gi økt lakselusrelatert dødelighet der denne nå er lav.

Lakselus som trusselfaktor ligger høyt både langs påvirkningsaksen og risikoaksen. Kunnskapsgrunnlaget er moderat godt, og usikkerheten om framtidig utvikling er også moderat. I tillegg til at lus har en bestandsreduserende effekt (Krkošek mfl. 2013, Vollset mfl. 2016, Shephard & Gargan 2017) kan også lus påvirke vekst hos fisk og føre til en senere kjønnsmodning (Vollset mfl. 2014). Vurdering av denne trusselfaktoren i 2016 er ikke endret i forhold til vurderingen i 2015.

8.1.10 Andre infeksjoner knyttet til fiskeoppdrett

Infeksjoner knyttet til fiskeoppdrett er en trusselfaktor som har sammenheng med de mange sykdomsutbruddene som registreres i den store biomassen av fisk som produseres i åpne oppdrettsanlegg i sjøen. Det finnes lite kunnskap om denne trusselfaktoren, og usikkerheten om framtidig utvikling er høy. Forskningsaktiviteten på dette området er også begrenset.

Horisontal smitte mellom oppdrettsanlegg er den kvantitativt viktigste smitteveien for flere av de viktigste sykdommene i oppdrett. Dette gir grunn til å tro at ville laksefisk er utsatt for et smittepress fra fiskeoppdrett. Forskning har også vist at det foregår smitteutveksling mellom villfisk og oppdrettsfisk (Garseth mfl. 2013b, Garseth mfl. 2016). Laksebestander i regioner med oppdrett kan rammes ved at utvandrende postsmolt eksponeres for smitte fra oppdrettsanlegg med sykdomsutbrudd. I tillegg kan smitte via oppgang av rømt oppdrettsfisk i elvene ramme bestander både i og utenfor regioner med oppdrett. Smittefare forbundet med rømming av fisk er lite studert. Undersøkelser viser imidlertid at rømt oppdrettslaks har betydelig høyere innslag av virusssmitte enn vill og kultivert fisk (Garseth mfl. 2009, Garseth mfl. 2013a, Madhun mfl. 2015).

Effekten på produksjonen av villaks er ukjent. Vitenskapsrådet har vurdert at effekten på norske laksebestander generelt er < 10 %, men understreker at dette er en usikker vurdering på grunn av kunnskapsmangel. Trusselvurderingen i 2016 er endret i forhold til vurderingen i 2015, med en økning langs påvirkningsaksen. Dette skyldes en oppgradering av antall bestander som kan være påvirket av infeksjoner fra fiskeoppdrett, fra kategori 3 (101-200 bestander) til kategori 4 (> 200 bestander). I løpet av de siste årene har en stor del av produksjonsøkningen funnet sted i de tre nordligste fylkene. Dette gjenspeiler seg blant annet i at en stadig større andel av sykdomsutbruddene i oppdrettsnæringen registreres i denne delen av landet. Trusselen mot laks, sjørøret og sjørøye i området har dermed økt i denne perioden. Årets vurdering tar videre inn at smitte via rømt fisk utgjør en trussel også i fylker der det ikke er oppdrettsaktivitet. For enkelte av laksestammene i disse fylkene er den genetiske integriteten hos laks påvirket, noe som er et tegn på langvarig påvirkning gjennom rømming (Karlsson mfl. 2016, Anon. 2017a).

Med dagens forvaltning, næringsstruktur og teknologiløsninger er det lite sannsynlig at det kan gjennomføres tiltak som effektivt beskytter villfisk. På egenskapen gjennomførte tiltak på påvirkningsaksen er faktoren oppgradert fra 3 til 3,5 poeng, der 3 representerer få tiltak eller tiltak med liten effekt og 4 representerer svært få/ingen tiltak eller tiltak uten effekt. Teknologiløsningene i oppdrettsnæringen er imidlertid under utvikling, blant annet for å kunne skille oppdrettsfisk fra miljø, enten gjennom lukkede og semi-lukkede anlegg, ved å forlenge produksjonstid på land, eller ved å flytte hele produksjonstrinn (for eksempel stamfisk) til landbaserte anlegg. Med et visst omfang kan effekten av slike endringer over tid være positiv. Trusselen fra infeksjoner i fiskeoppdrett er imidlertid et aktivt problem som ventes å øke hvis produksjonen i åpne anlegg i sjøen øker. Faktoren plasserer seg etter dette relativt høyt langs både påvirkningsaksen og risikoaksen.

8.1.11 Infeksjoner påvirket av annen menneskelig aktivitet enn fiskeoppdrett

Det finnes flere infektive organismer (virus, bakterier, sopp og parasitter) hos ville laksefisk som ikke nødvendigvis kan knyttes til oppdrettsvirksomhet, men som er påvirket av menneskelig aktivitet. (*G. salaris* er vurdert som egen faktor og ikke inkludert her.) Noen infeksjoner gir sykdom under spesielle miljøforhold, som for eksempel høye sommertemperaturer og lav vannføring som et resultat av klimaendringer og/eller fraføring av vann til kraftproduksjon. PKD (proliferativ nyresyke) er et eksempel på en parasittinfeksjon som kan medføre sykdom ved høye vanntemperaturer og lave vannføringer. Furunkulosebakterien kan medføre utbrudd under lignende betingelser. Faktoren ligger moderat høyt både langs påvirknings- 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 moderate. Ulike tiltak har blitt pålagt og gjennomført, men det har i liten eller ingen grad vært studert om tiltakene har hatt ønsket effekt. Få effektive tiltak og klimascenario som tilsier økte sommertemperaturer i mange norske vassdrag, er viktig for at faktoren er plassert relativt høyt langs risikosaksen. Kunnskapsgrunnlaget er dårlig fordi det ikke finnes et overvåkingsprogram for infeksjoner på villfisk bortsett fra en nystartet overvåking av villaks som nesten utelukkende vektlegger virus som forårsaker sykdom hos oppdrettslaks. Vurderingen i 2017 er den samme som i 2016.

8.1.12 Rømt oppdrettslaks

Rømt oppdrettslaks har påvirkning gjennom å være vektorer for infeksjoner og bidrar til økt smittepress for lakselus, økologiske effekter gjennom konkurranse, samt genetisk påvirkning av bestandene (se kapittel 5 og Anon. 2009). Her vurderes økologiske og genetiske effekter av rømt oppdrettslaks. Faktoren ligger høyt både langs påvirkningsaksen og risikoaksen. Faktoren rammer nasjonalt. Det foreligger omfattende dokumentasjon for at innkrysning av rømt laks skjer i mange bestander, og i alle regioner av landet (Anon. 2016d, Karlsson mfl. 2016, Diserud mfl. 2017). I kvalitetsnormvurdering av 148 bestander ble en tredjedel av bestandene klassifisert til å ha svært dårlig eller dårlig kvalitet etter delnorm genetisk integritet (Anon. 2017a). Det er også påvist en positiv sammenheng mellom estimert innslag av rømt oppdrettslaks over tid og graden av innkrysning (Glover mfl. 2013, Karlsson et al. 2016, Svåsand mfl. 2017). Kunnskap om hvilke forhold som påvirker graden av innkrysning av rømt oppdrettslaks i bestandene er fortsatt begrenset, men flere pågående prosjekter vil i de kommende årene bidra til økt kunnskap om dette. Bolstad mfl. (2017) viste hvordan innkrysning av rømt oppdrettslaks fører til endringer i alder og størrelse ved kjønnsmodning. Dermed er det for første gang dokumentert at innkrysning fører til livshistorieendringer i ville laksebestander.

I rapporten fra det nasjonale overvåkingsprogrammet for forekomst av rømt laks i vassdragene, ble det vurdert at innslaget av rømt laks var over 10 % i prøver fra 24 av 196

undersøkte vassdrag i 2016 (Anon. 2017a). Ti prosent er den grensen forskriften om fellesansvar for utfisking av rømt oppdrettslaks setter for når avbøtende tiltak skal planlegges. Antall vassdrag med høyt innslag av rømt oppdrettslaks var høyere enn i 2015 (17 bestander). Denne økningen har sammenheng med kjente rømmingsepisoder. Trendanalyser av innslaget rømt oppdrettslaks i høstbestandene viser en svak, men signifikant, nedgang over perioden 2006-2016. Samlet sett tilsier foreliggende undersøkelser og ny kunnskap at antall kritisk truede eller tapte bestander er større enn tidligere dokumentert, og er nå på nivå 4 (> 20 bestander, **tabell 8.1**).

Oppdrettsnæringen har de siste årene gjennomført omfattende tiltak som har redusert andelen laks som rømmer, og dette har redusert gjennomsnittlig andel rømt laks i prøver fra villaksbestandene om høsten fra i størrelsesorden 20 % til under 10 %. Økning i produksjonen av oppdrettslaks medfører imidlertid at antallet oppdrettslaks som rømmer fortsatt er høyt, selv om en mindre andel av oppdrettslaksen rømmer. De siste årene har det vært en synkende tendens i andelen rømt oppdrettslaks i elvene om høsten, men likevel observeres det fortsatt høye innslag av rømt oppdrettslaks i prøver fra en del gytebestander. Den gjennomsnittlige andelen rømt oppdrettslaks i prøver fra høstundersøkelsene var mindre i 2016 enn i 2015, og dette var det tredje året på rad med en lavere andel registrert. I samme periode var produksjonen relativt stabil. Andelen rømt oppdrettslaks i prøver fra sportsfisket har også vært lav og synkende de siste årene, og var under 5 % i 2015 og 2016. Det er imidlertid usikkert hvordan *antallet* rømt oppdrettslaks har utviklet seg, fordi andelen rømt oppdrettslaks varierer med innsiget av villaks. Nivåene av rømt oppdrettslaks er fortsatt over bærekraftig nivå i mange vassdrag, både ifølge kvalitetsnorm for laks og Havforskningsinstituttets risikovurdering (Anon. 2017a, Svåsand mfl. 2017). 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), er det sannsynlig at effekten på villaksproduksjonen vil øke og at ytterligere bestander kan bli kritisk truet eller gå tapt.

Framtidig risiko for rømminger kan reduseres på grunn av strengere krav til merder/nøter og oppankring (NYTEK forskriften¹). Tiltak og reguleringer er under utvikling, og evaluering av årsaker til utslippsepisoder har medført strengere kontroll og oppfølging av forskriftens bestemmelser, med blant annet teknisk inspeksjon av anleggene utført av uavhengige aktører. Fiskeridirektoratet har også økt innsatsen for å evaluere effekten av tiltak mot smoltømming, blant annet med kontroll av maskestørrelser i smoltmerder, samt elektrofiske i vassdrag med settefiskanlegg for å sjekke mulige utslipp. Ved rømmingsepisoder med kjent kilde pålegger Fiskeridirektoratet å kartlegge forekomst av rømt laks i nærliggende vassdrag, samt utfisking av disse i den grad det er mulig. Det er også ventet at nye konsesjoner vil bli pålagt strengere miljøkrav enn eksisterende konsesjoner. Dette kan blant annet innebære bruk av steril fisk. Glover mfl. (2016) viste at når steril triploid laks rømmer, vandrer en mindre andel opp i elvene sammenlignet med vanlig oppdrettslaks. Økt andel triploid laks kan dermed også redusere den økologiske belastningen på villaks ved at de ikke opptrer i gyteområdene i samme grad som vanlig oppdrettslaks. Produksjon av triploid laks foregår foreløpig kun i liten skala. Flere selskaper har også ulike typer lukkede anlegg under utvikling, noe som trolig vil kunne redusere risiko for rømming. Økt bruk av 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. Nylig la også Nærings- og fiskeridepartementet fram sin strategi mot rømming fra akvakultur². I strategidokumentet legges det vekt på utvikling av bedre kunnskap i oppdrettsnæringen, erfaringsutveksling, utvikling av sterk sikkerhetskultur og

¹ www.lovdata.no/cgi-wift/wiftdles?doc=/app/gratis/www/docroot/for/sf/fi/fi-20110816-0849.html&emne=akvakultur*&

² https://www.regjeringen.no/contentassets/9dca61fe798145ea89e83b8981bc46cc/w-0017_strategi-mot-romming-fra-akvakultur.pdf

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 som følge av forskriften som ble vedtatt i 2012 om en prøveordning der 20 % av produksjonskapasiteten til et settefiskanlegg kan ha økt individvekt fra normalt 250 gram til 1000 gram. Vi anser at det foreløpig ikke foreligger god nok dokumentasjon på at bruk av større smolt vil redusere problemet med smoltømminger, og at dette vil redusere totalpåvirkningen på bestandene. 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.

I 2016 ble programmet for utfisking av rømt oppdrettslaks i elvene i regi av oppdrettsnæringens sammenslutning for utfisking av rømt oppdrettslaks (OURO, www.utfisking.no) startet opp. I regi av programmet ble det gjennomført utfiskingstiltak i 37 vassdrag høsten 2016, og det ble tatt ut i overkant av 500 rømte oppdrettslaks. Dette reduserte innslaget av rømt laks på gyteplassene til lave nivåer i de vassdragene hvor tiltakene ble gjennomført. I tillegg ble det gjennomført utfiskingstiltak i en rekke andre vassdrag, i hovedsak etter pålegg fra Fiskeridirektoratet ved rømmingsepisoder. I sum ble det tatt ut over 1000 rømte laks fra vassdrag i 2016. 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). Det er derfor en rekke tiltak som over tid kan bidra til å redusere rømmingene eller skader fra disse, selv om mange tiltak foreløpig omfatter en begrenset del av oppdrettsindustrien (steril fisk, stor smolt, lukkede anlegg), og det er klare ambisjoner om betydelig vekst i produksjonen (St. Meld. 16 2014-2015). Vitenskapsrådet vurderer likevel at det er grunnlag for en mindre justering av verdien for potensialet for effektive tiltak fra 3 til 2,5 basert på økt innsats i uttak av rømt laks samt bedre kunnskap om forekomsten av rømt laks i vassdragene, noe som gir bedre grunnlag for å målrette tiltakene.

Kunnskapsnivået for påvirkningsfaktoren rømt oppdrettslaks har økt betydelig de siste årene, både gjennom økt overvåkning av forekomsten av rømt oppdrettslaks i vassdragene, og forskning, som har kartlagt effektene på ville laksebestander. Men selv om det nå foreligger et betydelig større datagrunnlag for graden av innkrysning i ville bestander, samt dokumentasjon av livshistorieendringer, vurderes kunnskapen om trusselen og dens langsiktige effekt som moderat. Vi har kategorisert usikkerheten om framtidig effekt som moderat. Framtidig utvikling er vurdert ved modeller basert på studier av mekanismer og ekstrapolering fra forsøk over få generasjoner (Diserud mfl. 2012, 2013). Dokumenterte genetiske endringer i ville bestander som over tid har hatt høye innslag rømt oppdrettslaks (Glover mfl. 2012, 2013, Anon. 2016a, 2017a, Karlsson mfl. 2016, Diserud mfl. 2017), gir støtte til de modellbaserte forutsigelsene av utviklingen, selv om det kan være stor og foreløpig uforklart variasjon i effekt mellom bestander. Trusselvurderingen i 2016 er endret i forhold til vurderingen i 2015, med en reduksjon langs risikoaksen.

8.1.13 Menneskepåvirket predasjonstrykk

Predasjon fra fugl, pattedyr og annen fisk er i utgangspunktet dødelighetsfaktorer som er en naturlig del av laksens liv. Predasjonstrykk kan imidlertid påvirkes av menneskelig aktivitet, for eksempel dersom aktiviteten endrer (1) forekomsten av predatorer, eller (2) tilgangen predatorene har til vassdraget. Eksempler på førstnevnte kan være regulering av fiske og jakt på predatorer, eller introduksjon og spredning av fremmede predatorarter. En indirekte effekt som endrer forekomst av predator kan være fiskeri (eller andre påvirkninger) som endrer forekomst og mengde av alternative byttedyr. Et eksempel på en aktivitet som endrer predatorenes tilgang til vassdrag kan være redusert isdekke om vinteren etter vassdragsreguleringer. Predasjon som påvirkningsfaktor er gjennomgått i Anon. (2010), hvor det framgår at kunnskapsnivået om denne

faktoren er noe begrenset. Usikkerheten om framtidig utvikling er vurdert som moderat. Faktoren ligger midt på påvirkningsaksen men lavt på risikoaksen, basert på dagens kunnskap. Vurderingen i 2017 er den samme som i 2016.

8.1.14 Klimaendringer

Endringer i klima er forårsaket av både naturlige svingninger og menneskeskapt påvirkning. På kort sikt (< 20 år) er den naturlige variasjonen viktigere enn menneskelig påvirkning, mens på lang sikt vil antatt utslipp av klimagasser ha større betydning for klimaet enn naturlig variasjon. For fremtidige klima opererer man med RCP (Representative Concentration Pathways) scenarioer (IPCC 2014), som angir mulig framtidig utvikling av klimagasser. For få år siden betraktet man RCP 4.5 som det mest realistiske scenarioet, men nå er RCP 8.5 antatt framtidig utviklingen (ICES 2017a). Dette betyr at effekten av menneskelig aktivitet blir større enn tidligere antatt. I hvilken grad klimaendringer påvirker laks ble gjennomgått i en temarapport fra vitenskapsrådet i 2011 (Anon. 2011b). Fordi klimaendringer kan påvirke svært mange og ulike forhold i vassdragene (vannføring, vanntemperatur, vannkjemi) og kan gi storskala endringer i havøkosystemene, er det svært 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 kommet stadig flere studier som knytter bestandsendringer til klimaindekser (f. eks. Friedland mfl. 2013, Mills mfl. 2013). Det er imidlertid fortsatt stor usikkerhet om den framtidige utviklingen, spesielt for den enkelte bestand. Det er fortsatt også stor usikkerhet knyttet til hvor og når laks fra ulike vassdrag oppholder seg i ulike havområder, men pågående studier vil gi økt kunnskap. Klimaendringer plasserer seg relativt lavt både langs risiko- og påvirkningsaksen, men kan flytte seg oppover risikoaksen om sammenhengene mellom særlig havklima og laksens vekst og overlevelse blir bedre dokumentert. Vurderingen i 2017 er den samme som 2016.

8.1.15 Fysiske inngrep

Fysiske inngrep inkluderer endringer i habitatforhold som kanalisering, forbygning og terskelbygging. Faktoren ligger relativt høyt langs påvirkningsaksen men lavt langs risikoaksen. Effekten av forbygninger kan være både positive og negative, mens kanalisering og terskler oftest er negative for lakseproduksjon. Det er primært omfanget av slike tiltak (svært mange av bestandene over hele landet er rammet) som trekker opp på påvirkningsaksen, mens innførte restriksjoner på slike tiltak (gjennom vannressursloven) og pågående restaurering trekker faktoren nedover risikoaksen. I 2016 ble det gjennomført et større restaureringsprosjekt i Mandalselva (blant annet fjerning av terskler). Storflom på Vestlandet høsten 2014 har medført at det gjennomføres betydelige flomverntiltak i flere vassdrag. Dersom det ikke tas spesielle hensyn kan slike tiltak gi dårligere habitat for laksefisk, og det er usikkert hvor godt forhold for laksefisk blir ivarettatt. Kunnskapen om effekt av slike tiltak er god, og usikkerheten om framtidig utvikling er liten. Vurderingen i 2017 er den samme som i 2016.

8.1.16 Fremmede arter

Med fremmede arter mener vi her fiskearter som har blitt introdusert utenfor sitt naturlige utbredelsesområde. Dette kan være arter som har blitt flyttet fra sitt naturlige opprinnelsessted ved hjelp av mennesker (primær introduksjon), eller arter som har spredt seg videre fra en primær introduksjon ved egen hjelp (sekundær introduksjon). Fremmede fiskearter som kan påvirke laksebestander er blant annet regnbueørret (*Oncorhynchus mykiss*), pukkellaks (*Oncorhynchus gorbuscha*), ørekyt (*Phoxinus phoxinus*), sandkryper (*Gobio gobio*), gjedde (*Esox lucius*), sørv (*Scardinius erythrophthalmus*), suter (*Tinca tinca*) og hvitfinnet ferskvannsulke (*Cottus gobio*). Kunnskapen om effekten av disse artene på laks er relativt dårlig, og det finnes ingen komplett oversikt over

artenes spredning og forekomst i laksevassdrag. Gjedde kan påvirke ved å spise smolt og yngre livsstadier. Karpfiskene kan spise yngel, opptre som næringskonkurrenter og bidrar til en eutrofiering. Sørv forekommer i dag i to elver i Aust-Agder og opptre i et økende antall innsjøer. Denne spredningen skyldes mest sannsynlig bruk av sørv som levende agn. I begge elvene kan økt mengde sørv ha bidratt til å øke tetthet av gjedde. Hvitfinnet ferskvannsulke ble i 2014 for første gang oppdaget øverst i Namsenvassdraget (Heggberget mfl. 2015). Det er uklart om arten har spredd seg til dette området ved egen hjelp, eller om spredningen skyldes menneskelig aktivitet. Klimaendringer kan føre til økt sekundær spredning av enkelte av disse artene.

Pukkellaks er en art som ser ut til å være etablert i elver lengst nord i landet, særlig i Varanger, og som opptre sporadisk i resten av landet (registrert helt sør til Agder i både 2015 og 2016). Det er usikkert i hvilken grad pukkellaks gir negative effekter på norsk laks (Gjelland & Sandlund 2012, Jensen mfl. 2013). Pukkellaks kommer opp i elvene relativt sent, gyter i hovedsak før laks (august og tidlig september) i nedre deler av elvene, og yngelen forlater elva kort tid etter klekking. Det er ukjent om pukkellaks kan bidra til sykdom hos laks i vassdragene. I løpet av de siste tiårene har oppdrettsproduksjonen av regnbueørret økt betydelig (Anon. 2011b). I perioden 2007-2016 ble 75 000 regnbueørret rapportert rømt per år i gjennomsnitt (www.fiskeridirektoratet.no). I 2016 ble regnbueørret i hovedsak funnet i vassdrag fra Hordaland til Nord-Trøndelag. Ved et vedvarende høyt antall rømte fisk er det økende fare for at regnbueørret etablerer seg i norske vassdrag (Anon. 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 (Anon. 2011b).

Denne påvirkningsfaktoren ligger relativt lavt langs begge aksene. Der effekten på produksjon er anslått har den vært relativt lav. Vurderingen i 2017 er den samme som i 2016.

8.1.17 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. Det er flere årsaker til dette. Det finnes dokumentasjon på at endringer i vanntemperatur i havområdene der laksen beiter har påvirket fiskens vekst og overlevelse (se diskusjon i Anon. 2011b). Det er sannsynlig at disse endringene kan knyttes opp mot klimaendringer, og behandles under klima som trussel. Det er også funnet støtte for at beiteforholdene i havet kan påvirke laksens vekst og overlevelse (se Anon. 2011b), men foreløpig er det ikke publisert studier som belyser hvordan bestandene av andre pelagiske arter som er potensielle næringskonkurrenter til laksen, og forvaltningen av disse, innvirker på laksens vekst og overlevelse i havet (se kapittel 7, samt vurdering av bruk av havøkosystemperspektiv i forvaltningen i Anon. 2014). I perioden 1995 til 2009 ble det observert en nedgang i mengden av plankton i Norskehavet, da nivået var på ca. 40 % av langtidsgjennomsnittet for dataserien. Siden da har planktonmengden økt igjen, og var i 2014 oppe på 9,2 g tørrvekt/m², som er noe over langtidsgjennomsnittet (Bakketeig mfl. 2015). Vurderingen i 2017 er den samme som i 2016.

8.2 Samlet vurdering

Rømt oppdrettslaks, lakselus, *Gyrodactylus salaris*, sur nedbør, infeksjoner knyttet til oppdrettsaktivitet, vannkraftreguleringer og andre fysiske inngrep framstår i analysene som bestandstrusler (**figur 8.1 og 8.3**). Av disse framstår rømt oppdrettslaks og lakselus som ikke-stabiliserte bestandstrusler, med høy plassering både langs påvirkningsaksen (særlig rømt oppdrettslaks) og risikoaksen. Rømt oppdrettslaks er den største menneskeskapte bestandstrusselen, både ved at den utgjør den største påvirkningen og den største risikoen for ytterligere framtidig reduksjon og tap av bestander. Rømt oppdrettslaks er en direkte trussel mot

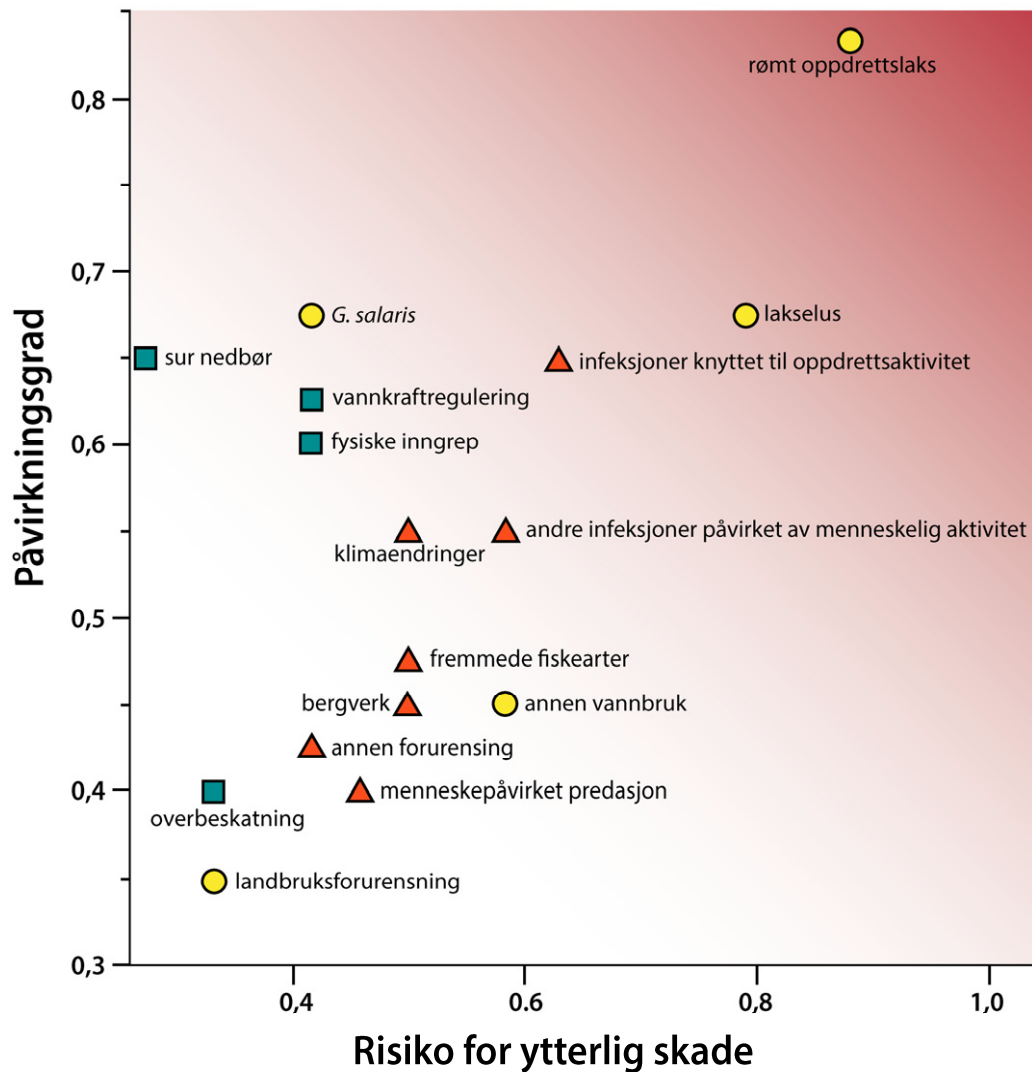
bestandenes genetiske integritet, og kan bidra til redusert villaksproduksjon. Lakselus vil bare under høye infeksjonstrykk over flere år være en bestandstrussel alene, men i samspill med andre trusler, og spesielt rømt oppdrettslaks, kan lakselus true bestander.

Infeksjoner knyttet til oppdrettsaktivitet framstår også som en betydelig bestandstrussel, med en høy plassering langs påvirkningsaksen og relativt høy risiko for ytterligere skade. Sammenlignet med de andre bestandstruslene, så er kunnskapen om effekten dårlig og usikkerheten om framtidig utvikling stor. Det er behov for styrket kunnskapsgrunnlag om infeksjoner knyttet til oppdrettsaktivitet.

G. salaris, sur nedbør, vannkraftreguleringer og fysiske inngrep framstår som stabiliserte bestandstrusler, med lavere risiko for ytterligere framtidig redusert produksjon og tap av bestander enn de tre faktorene som er knyttet til produksjon av oppdrettslaks. Parasitten *G. salaris* er vurdert som mer stabilisert de siste tre årene enn ved tidligere vurderinger, siden tiltaksplaner og vellykkede utryddelsesaksjoner har medført at det gjenoppbygges stedegne bestander av laks i tidligere infiserte vassdrag. Tiltakene har også begrenset risikoen for spredning til nye vassdrag. Sur nedbør ligger lengst nede langs risikoaksen, og framstår som den klart mest stabiliserte av bestandstruslene.

Infeksjoner knyttet til annen menneskelig aktivitet, samt klimaendring, ligger nærmest de ikke-stabiliserte bestandstruslene, og midt i diagrammet. Et viktig poeng når det gjelder disse faktorene er at kunnskapen er dårlig og usikkerheten om framtidig utvikling stor. Overbeskatning ble i vurderingen i 2011 (Anon. 2011c) flyttet betydelig nedover langs påvirkningsaksen. Årsaken er de betydelige fangstrestriksjonene som har blitt innført, som har gitt god effekt. En rekke andre trusler ligger ned mot venstre hjørne i diagrammet og framstår dels som stabiliserte påvirkninger (forurensninger, landbruksforurensninger, predasjon og annen vannbruk) eller trusler som ennå ikke er spesielt aktive (fremmede arter) men som *kan* bevege seg opp og mot høyre.

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning gjennomførte den første trusselvurderingen etter dette systemet i 2010. Siden da er rådets vurdering av påvirkningen av overbeskatning og landbruksforurensning redusert. Reduksjonen av overbeskatning skyldes hovedsakelig redusert beskatning i sjø- og elvefiske, og at bestander forvaltes etter gytebestandsmål. Redusert påvirkning fra landbruksforurensning skyldes hovedsakelig bedre kunnskap om påvirkningsfaktoren i løpet av disse årene, mer enn at selve påvirkningen er endret. Påvirkningen av infeksjoner knyttet til fiskeoppdrett, klimaendringer og rømt oppdrettslaks har økt. Økt påvirkning fra rømt oppdrettslaks skyldes at genetisk påvirkning av oppdrettslaks har blitt dokumentert i et større antall bestander. Risiko for ytterligere skade har blitt redusert betydelig for *G. salaris* og landbruksforurensninger, noe som skyldes effektive tiltak mot *G. salaris* og hovedsakelig ny kunnskap når det gjelder landbruksforurensning. Risiko for ytterligere skade er justert marginalt ned for lakselus og rømt oppdrettslaks, og marginalt opp for klimaendringer. Risiko for ytterligere skade på grunn av infeksjoner knyttet til fiskeoppdrett kan ha økt betydelig.



Figur 8.3. Plassering av de ulike trusselfaktorene i et påvirknings- og risikodiagram. Faktorene kan grovt kategoriseres etter systemet som er vist i **figur 8.1** og bakgrunnsfargen illustrerer alvorlighetsgrad (mørk farge mest alvorlig). Fargene på punktene symboliserer god kunnskap og lav usikkerhet om utvikling (grønn), moderat kunnskap og moderat usikkerhet om utvikling (gul) og dårlig kunnskap og stor usikkerhet om utvikling (rød).

9 EFFEKTER AV MENNESKESKAPTE FAKTORER PÅ STATUS FOR NORSKE LAKSEBESTANDER

Laksebestandene er påvirket av en rekke menneskeskapte faktorer, og effektene av disse er studert gjennom laboratoriestudier og feltstudier i enkeltelver eller utvalg av elver (Forseth mfl. 2017). Det er mer utfordrende å tallfeste hvor stor effekt de ulike påvirkningene har hatt og har på størrelsen til norske laksebestander generelt (men se Otero mfl. 2011). En av utfordringene er kvaliteten på bestandsdata. For de fleste elvene finnes bare fangstrapporter, og hvor godt disse reflekterer bestandsstørrelsen er avhengig av kvalitet på fangstrapporteringen og beskatningsnivået. Fangstrapporteringen har generelt blitt bedre, både med hensyn på andel av fangsten som blir rapportert og hvordan art og størrelse rapporteres. Endringene i rapportering har ikke alltid vært synkrone mellom elver og regioner. Det har også vært store endringer i fiskereguleringene og hvor stor del av innsiget som beskattes i ulike fiskerier. I dette kapitlet benytter vi derfor data der det er tatt hensyn til disse endringene til å undersøke effekter av ulike menneskeskapte påvirkninger i et høyt antall laksebestander.

Vitenskapsrådet har estimert innsiget av laks til 189 vassdrag fra 1993 til 2016, og estimert totalinnsiget før fangst i sjøen til de samme bestandene fra 2010. De 189 bestandene utgjør en stor andel av den norske villaksressursen. I 2016 ble 91 % av elvefangsten rapportert fra disse vassdragene. Innsiget til vassdragene estimeres for hvert vassdrag, der fangststatistikk og kunnskap om beskatning kombineres til estimater av innsiget (Anon. 2016c, 2017c). Tidsserien er mest usikker i starten, og blir gradvis bedre etter hvert som det har blitt gjennomført undersøkelser som kan brukes til å estimere beskatning i et økende antall vassdrag. I 2010 ble beskatning estimert for 54 vassdrag med ulike metoder som gytetelling, videotelling, tellinger i trapper og merke-gjenfangstforsøk. I 2015 hadde dette økt til 101 vassdrag. I vassdrag og år uten lokale estimater blir beskatningsnivåene satt ut fra årlig innhentede opplysninger om fiskeinnsats, fiskeforhold og andre forhold som påvirker beskatning (se kapittel 4.1 og Anon. 2016d). Dette er altså en tidsserie som tar hensyn til endringer i beskatning i elvene. Endringene i sjøfisket har imidlertid vært enda større enn i elvene, og for å ta hensyn til disse endringene estimeres totalinnsiget ved å legge fangstene i sjølaksefisket til estimert elveinnsig, som beskrevet i Anon. (2016d).

Fra 2008 har vitenskapsrådet kartlagt rapporteringsandelen i elvefisket ut fra kvalitativ vurdering (av representanter fra fylkesmannen eller andre lokale kontakter) og rapporter av solgte og returnerte fiskekort (Anon. 2016d). Det har vært en bedring i rapporteringen fra 2008 til 2010, men mindre endringer i de senere år. Rapporteringen vurderes nå generelt som god.

For perioden 2010 til 2016 har vi gode estimater for totalinnsigets størrelse der endringer i beskatningsnivå er tatt hensyn til, samtidig som kvaliteten på fangstrapporteringen har endret seg lite. En slik syvårs tidsserie er kort og dårlig egnet for tidsserieanalyser (dvs. analyser av endringer i lakseinnsiget over tid). Et alternativ, som vi benytter her, er å bruke estimatene av totalinnsig i en romlig analyse for å forklare variasjon i *bestandsstatus* mellom vassdrag. En måte å gjøre dette på er å kombinere totalinnsiget med de etablerte gytebestandsmålene. Gytebestandsmålene kontrollerer for forskjellene i habitatstørrelse (elveareal), og skal også fange opp forskjeller i habitatkvalitet, slik at forholdet mellom totalinnsiget til vassdragene og gytebestandsmålene er sammenlignbare mellom vassdrag og bestander. For 148 bestander klassifisert etter kvalitetsnorm for villaks har vitenskapsrådet estimert oppnåelse av gytebestandsmål og høstingspotensial for årene 2010 til 2014 (Anon. 2016a, 2017a). Oppnåelse av gytebestandsmål er ikke bare et resultat av bestandsstørrelse, men også av beskatning i sjøen og vassdraget. Oppnåelse av gytebestandsmål er derfor lite egnet i en analyse av hvordan andre faktorer påvirker bestandene. Høstingspotensialet er det høstbare overskuddet i prosent av

normalt høstbart overskudd. Normalt høstbart overskudd er gitt med forskjellige årlige verdier for tre regioner i Norge. Inndelingen er gjort for å ta hensyn til at laks fra ulike deler av landet har ulike vandringsruter til beiteområdene i havet, kan benytte forskjellige beiteområder og derfor ha forskjellig overlevelse (region sør: Svenskegrensa til Hustadvika, midt: Hustadvika til og med Målselv og nord: Troms nord for Målselv og Finnmark, Anon. 2015b). Variasjon i høstingspotensialet skal derfor i prinsippet kunne knyttes til lokale påvirkninger i vassdraget og i fjorden eller kysten utenfor. I tillegg til de 148 bestandene som har blitt vurdert etter kvalitetsnormen, har vi estimerer av høstingspotensialet i 41 bestander, slik at 189 bestander i utgangspunktet kan inngå i analysene.

I kapittel 11, hvor vi utviklet forslag til et forenklet tilstandsvurderingssystem, gjennomførte vi analyser med høstingspotensial for 152 av disse 189 bestandene som responsvariabel og 12 forklaringsvariabler (ti menneskeskapte påvirkninger pluss avstand til grunnlinja og gjennomsnittsstørrelsen til gytefisken). Vi henviser til dette kapitlet for begrunnelse for hvorfor noen bestander ble tatt ut, og for beskrivelser av hvordan forklaringsvariablene ble framskaffet og beskrevet. Her gjengir vi kort metodene og resultatene. De ti menneskeskapte påvirkninger som ble inkludert var:

- Miljøgifter – Kopper og Nikkel, klassifisert til 0 eller 1.
- Arealinngrep - Forbygninger og kanaliseringstiltak, kontinuerlig variabel
- Samferdsel - Krysninger av vei, sti, traktorvei og gang- og sykkelstier, kontinuerlig variabel
- Avløp - Indeks for urbanisering, klassifisert til 0 eller 1.
- Landbruk - Fosfor eller andel jordbruksareal, klassifisert til 0 eller 1.
- Sur nedbør, klassifisert til 0, 1 eller 2.
- Vassdragsregulering - redusert produksjonskapasitet eller redusert produksjon, klassifisert til 0-3.
- Lakselus - indeks for smittepress fra Veterinærinstituttets kjernetetthetsmodell beregnet for smoltårene 2007-2013, kontinuerlig variabel.
- Rømt oppdrettslaks – innkryssing av oppdrettslaks *eller* årsprosenten for forekomst av rømt oppdrettslaks i perioden (begge kontinuerlige variable) *eller* indeks for høy forekomst, klassifisert til 0 eller 1. Vi brukte tre variable fordi de gjør at et økende antall bestander kan inkluderes i analysene (flesteplunder kunne klassifiseres til 0 eller 1).
- Fremmede fiskearter: Regnbueørret og/eller pukkellaks, klassifisert til 0-2.

Vi brukte en lineær regresjonsmodell hvor klassifiserte variabler med mer enn to verdier ble behandlet som kontinuerlige (antar at kategoriene 0-2 og 0-3 har lineært økende effekt). Modellsleksjonen ble gjort med R-pakken MuMin (RCore Team 2017 og Barton 2016), hvor én og én variabel ble tatt ut av analysen. Alle mulige undermodeller av den mest komplekse modellen ble testet opp imot hverandre ved AIC sammenligning. De tre variablene som representerte rømt oppdrettslaks begrenset antall bestander som kunne inkluderes i analysene. Vi startet med det minste datasettet som besto av 112 bestander, som både hadde målt innkryssing, årsprosent og indeks for høyt innslag av rømt oppdrettslaks. Den beste modellen i modellsleksjonen inkluderte ikke innkryssing (men innkryssing og årsprosent var korrelert; $R = 0,31$). Derfor gikk vi videre med et utvidet datasett bestående av 121 bestander der vi både hadde med årsprosent og indeks for høyt innslag av rømt oppdrettslaks. Den beste modellen inkluderte indeks for høyt innslag, men ikke årsprosent. Vi endte dermed opp med et datasett bestående av 142 bestander som var klassifisert til å ha enten høyere forekomst av rømt oppdrettslaks enn 10

% (indeks 1) eller lavere (indeks 0), og hvor alle de andre ni påvirkningsfaktorene var representert.

Den beste modellen inkluderte miljøgifter, lakselus og rømt oppdrettslaks som signifikante negative påvirkninger, gjennomsnittsvekt blant gytefisker som signifikant positiv forklaringsvariabel, og avstand fra grunnlinja som signifikant negativ forklaringsvariabel (**tabell 9.1**). Denne modellen hadde en forklaringsgrad (R^2) på 19 %.

Tabell 9.1. Beste forklaringsmodell for sammenhengen mellom høstingspotensialet i 142 laksebestander og de undersøkte forklaringsvariablene.

Forklaringsvariabel	Estimert krysningspunkt eller stigningstall	Standardfeil (SE)	t-verdi	p-verdi
Krysningspunkt	65,8	6,6	9,92	< 0,001
Miljøgifter	-29,7	14,8	-2,01	0,047
Lakselus	-0,019	0,0085	-2,30	0,023
Rømt oppdrettslaks	-15,0	5,9	-2,55	0,012
Gjennomsnittsvekt	0,010	0,002	4,57	< 0,001
Avstand fra grunnlinja	-1,50 x 10 ⁻⁴	6,90 x 10 ⁻⁵	-2,18	0,031

For å unngå for komplekse modeller som kan være vanskelig å tolke, inkluderte vi ikke interaksjonseffekter. Det er imidlertid grunn til å anta at det er en interaksjon mellom effekten av lakselus og vassdragets avstand fra grunnlinja. Smolt med lang vandringvei til grunnlinja er utsatt for høyere smittepress og har høyere luseindeks enn smolt med kort vandringsvei. Når interaksjonen mellom lakselus og avstand fra grunnlinja ble inkludert forsvant hovedeffektene uten at interaksjonen var statistisk signifikant ($p = 0,12$), men det ble en statistisk signifikant interaksjonseffekt om lakselus eller avstand fra grunnlinja ble tatt ut av modellen (p henholdsvis < 0,01 og < 0,05). Vi ser nærmere på dette funnet nedenfor.

I analysene ovenfor ble høstingspotensialet benyttet som responsvariabel. Denne variabelen er basert på en manuell korrigering for regionale forskjeller i høstbart overskudd som skyldes forhold i havområdene. Et alternativ er å la modellene beskrive dette statistisk ved å legge inn de tre regionene som faktorer i analysene (hver bestand identifiseres med et av tre regionnummer). Vi analyserte derfor også variasjon i bestandsstatus ved å bruke innsiget i prosent av gytebestandsmålet som responsvariabel (log transformert). Også denne variabelen er sammenlignbar mellom bestander og kan brukes i en romlig analyse. Vi brukte de samme prosedyrene og modellseleksjon som beskrevet ovenfor.

Ingen av de tre variablene som beskriver rømt oppdrettslaks ble inkludert i de beste modellene på de ulike trinnene, og vi endte opp med en analyse av 151 bestander. Den beste modellen inkluderte lakselus og forsuring som signifikante negative påvirkninger, gjennomsnittsvekt blant gytefisker som en marginalt ikke-signifikant positiv forklaringsvariabel og region som sterkt signifikant faktor (**tabell 9.2**). Analysen av effekten av region har region 1 (fra grensa til Sverige til Hustadvika) som referanse. Modellen hadde en forklaringsgrad (R^2) på 30 %, som var høyere enn for modellen basert på høstingspotensial, men dette er som forventet når region ble tatt inn som faktor.

Tabell 9.2. Beste forklaringsmodell for sammenhengen mellom innsig i prosent av gytebestandsmålet i 151 laksebestander, region og de undersøkte forklaringsvariablene.

Forklaringsvariabel	Estimert krysningspunkt eller stigningstall	Standardfeil (SE)	t-verdi	p-verdi
Krysningspunkt	5,92	0,17	34,1	< 0,001
Region 2	-0,80	0,12	-6,4	< 0,001
Region 3	-0,44	0,14	-3,1	< 0,01
Lakselus	$-5,9 \times 10^{-4}$	$1,8 \times 10^{-4}$	-3,3	< 0,01
Gjennomsnittsvekt	$7,7 \times 10^{-5}$	$4,0 \times 10^{-5}$	1,9	0,064
Forsuring	-0,27	0,13	-2,0	< 0,05

Avstand fra grunnlinja var ikke inkludert i den beste modellen, og vi testet derfor også for denne responsvariabelen for interaksjoner mellom avstand fra grunnlinja og lakselus. Vi fant en statistisk signifikant interaksjonseffekt ($p = 0,04$), men lakselus falt ut som hovedeffekt og avstand fra grunnlinja forble ikke-signifikant. Både analysene basert på høstingspotensial og innsig i prosent av gytebestandsmålet antyder altså at det ikke er noen effekt av lakselus når avstanden fra grunnlinja er null. Dette samsvarer godt med Veterinærinstituttets egen vurdering av luseindusert dødelighet for villaks (Kristoffersen mfl. 2017), der det framholdes at laksesmolt fra vassdrag med de lengste utvandringsrutene gjennom oppdrettsintensive områder har størst sannsynlighet for dødelighet på grunn av lakselus.

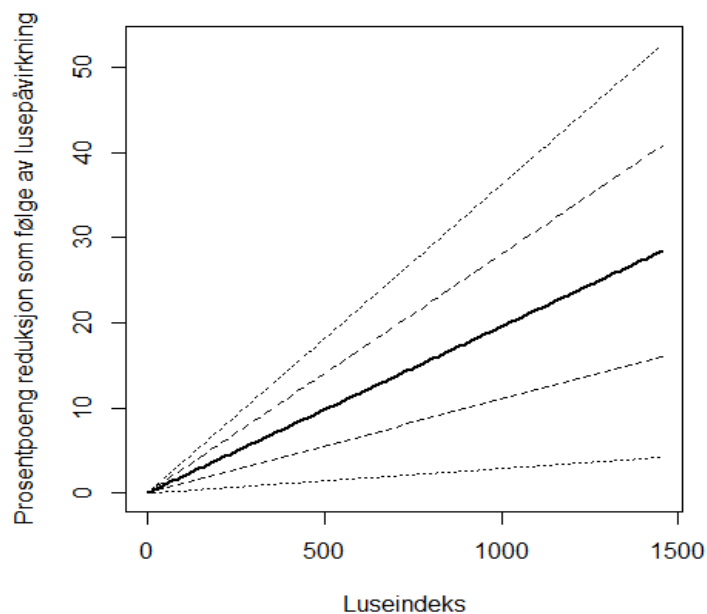
De to analysene, som var basert på noe forskjellige mål for bestandsstatus, viste begge statistisk signifikante effekter av smittepress fra lakselus, mens det var forskjellige påvirkning som i tillegg bidro signifikant til å forklare variasjon mellom bestander i de to analysene. I forklaringsmodellen for høstingspotensialet var det miljøgifter og høy forekomst av rømt oppdrettslaks som bidro, mens i forklaringsmodellen for innsiget i prosent av gytebestandsmålet var det forsuring som bidro. Dette er ikke så overraskende fordi det er regionale mønstre i forekomsten av flere av påvirkningsfaktorene (forsuring i hovedsak i region 1, lakselus i region 1 og 2, men ikke i region 3 osv.) som bare kan fanges opp i analysen av innsiget i prosent av gytebestandsmålet. Det var bare seks bestander som hadde overskridelser av tålegrenser for kopper eller nikkel, og analysen er sårbar for at noen av disse bestandene kan være redusert av andre årsaker. Fordi innslaget av rømt oppdrettslaks også er avhengig av hvor mye villfisk det er i bestanden er det mulig at det signifikante bidraget fra rømt oppdrettslaks i analysene kan være påvirket av at noen av bestandene har høye innslag fordi villfiskinnsiget er lavt av andre årsaker. Den negative effekten av forsuring må primært drives av at reetableringen av laks etter kalking ikke er fullført ennå, fordi det var bare var ett vassdrag i utvalget som ble klassifisert som forsuret uten å være kalket (indeksverdi 2). Alternativt kan det fortsatt være forsuringsskader i noen kalkede vassdrag.

Gjennomsnittsvekt i gytebestanden bidro sterkt signifikant i begge analysene, ved at bestandsstatus var dårligere for bestander med små laks. Avstand fra elvemunningen til grunnlinja bidro også i begge modellene, enten direkte eller som en interaksjonseffekt med smittepress fra lakselus. Effekten av gjennomsnittsvekt reflekterer trolig at bestandsstatusen er spesielt dårlig i bestander dominert av smålaks (ensjøvinterlaks), fordi særlig ensjøvinter laks synes å ha dårlig sjøoverlevelse på europeisk side av Nord-Atlanteren. Undersøkelsene av sjøoverlevelse i Imsa i Rogaland og i andre indekssvassdrag Nordøst-Atlanteren (unntatt Island) viser generell lav overlevelse det første året i sjøen (se kapittel 3, ICES 2016), og smålaksinnsiget til Norge har hatt en negativ utvikling sammenlignet med innsiget av mellom- og storlaks i store deler av landet (se

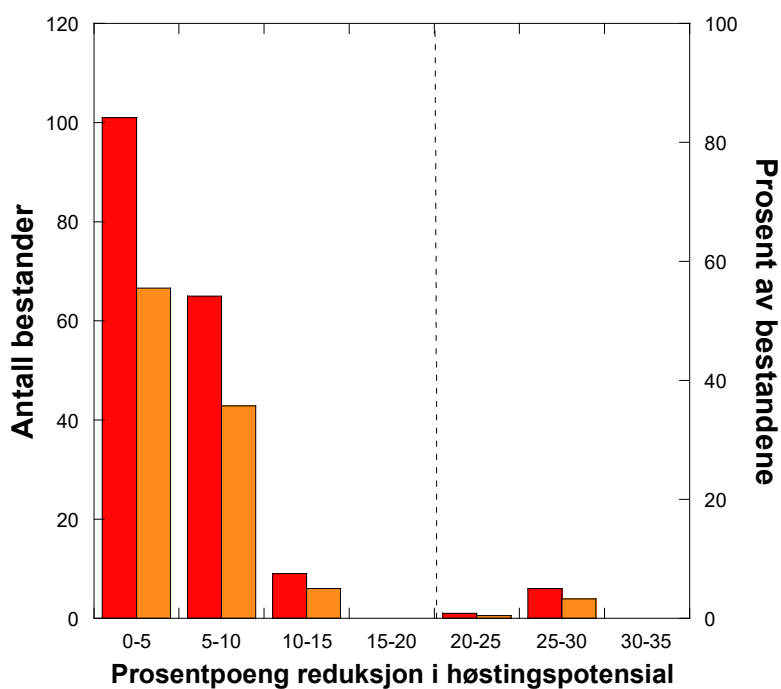
kapittel 2). Den negative effekten av avstand fra grunnlinja ser primært ut til å være knyttet til at smittepresset fra lus er avhengig av fiskens vandringsslengde gjennom fjordene, men det kan ikke utelukkes at lange fjordvandringar påvirker bestandsstatus gjennom for eksempel økt predasjon (Hvidsten & Møkkelgjerd 1987, Hvidsten & Lund 1988, Plantalech Manel-la mfl. 2009, Vollset mfl. 2014).

Fire av ti menneskeskapte påvirkninger bidro signifikant i minst én av de to analysene. Dette innebærer ikke at de andre menneskeskapte faktorene ikke påvirker bestandsstatus (Forseth mfl. 2017). Små og mellomstore effektstørrelser er generelt vanskelig å oppdage i slike analyser, og det er mulig at flere av påvirkningene er utilstrekkelig beskrevet med våre indekser eller verdier. Vassdrag med *G. salaris* ble dessuten ikke tatt med i analysene, men denne parasitten har svært stor negativ effekt. Vassdrag med store fiskeutsettinger ble heller ikke tatt med i analysene, og fordi alle disse er regulerte vassdrag, er det sannsynlig at effekten av vassdragsregulering ble undervurdert, og bidratt til at denne påvirkningen ikke ble inkludert i forklaringsmodellene.

Dette er første gang vi har kunnet vise en sannsynlig effekt av smittepress fra lakselus på bestandsnivå i en analyse som dekker en stor del av villaksressursen i Norge. Ut over å vise at smittepress fra lakselus bidro *signifikant* til å forklare variasjon i bestandsstatus, er det av interesse å se nærmere på hvor stor *effekten* er (effektstørrelsen). For forklaringsmodellen for høstingspotensial brukte vi det estimerte stigningstallet og luseindeksen til å beregne forventet verdi uten smittepress og sammenlignet med forventet verdi for 182 bestander der vi hadde beregnede luseindekser (noen flere enn de som inngikk i analysene). Differensen mellom disse to er effekten av lakselus predikert. Vi estimerte først den generelle reduksjonen i høstingspotensial som funksjon av luseindeksen (**figur 9.1**). På de høyeste indeksverdiene blir høstingspotensialet i henhold til modellen redusert med ca 25 prosentpoeng sammenlignet med potensialet uten lus. I 101 bestander (55 %) av bestandene var effekten mindre enn 5 prosentpoeng reduksjon i høstingspotensial, mens for 65 bestander (36 %) var effekten mellom 5 og 10 prosentpoeng (**figur 9.2**). Dersom reduksjonen i høstingspotensial er større enn 20 prosentpoeng er det sannsynlig at dette alene kan gi brudd på kvalitetsnormen for villaks. Det var 7 av 182 bestander (3,8 %) hvor smittepress fra lakselus alene i henhold til modellen kunne ha medført brudd på normen. Alle disse var i Hordaland, og Eiovasdraget innerst i Hardangerfjorden hadde høyest reduksjon (29 prosentpoeng). De andre faktorene som bidro signifikant i denne analysen var miljøgifter og rømt oppdrettslaks. I henhold til modellen var høstingspotensialet redusert med 30 prosentpoeng i bestander der tålegrensen for kopper eller nikkel var overskredet (seks bestander) og med 15 prosentpoeng i bestander som hadde spesielt høye andeler rømt oppdrettslaks (45 bestander, men se diskusjonen ovenfor).



Figur 9.1. Beregnet reduksjon (prosentpoeng) i høstingspotensial (heltrukken linje) som funksjon av luseindeks beregnet fra forklaringsmodellen for høstingspotensial (tabell 9.1). 50 og 95 % kvantilene av prediksjonsintervallet også gitt (brutte og stiplede linjer).

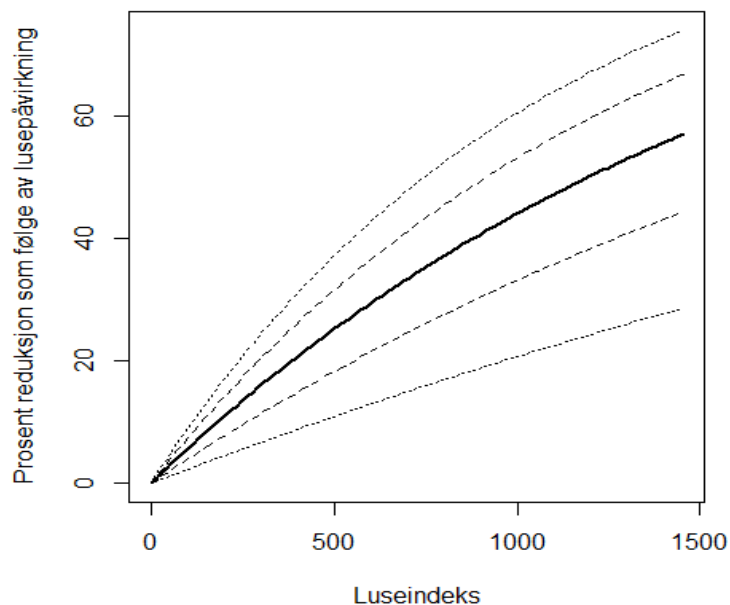


Figur 9.2. Frekvensfordeling av prosentvis reduksjon i høstingspotensial på grunn av smittepress fra lakselus gitt i antall (røde søyler) og andel (oransje søyler) bestander (av 182 bestander inkludert i analysen). Reduksjonen er beregnet for hver bestand ut fra luseindeks for bestanden og stigningstallet for lakselus i forklaringsmodellen for høstingspotensial (høstbart overskudd i prosent av normalt overskudd).

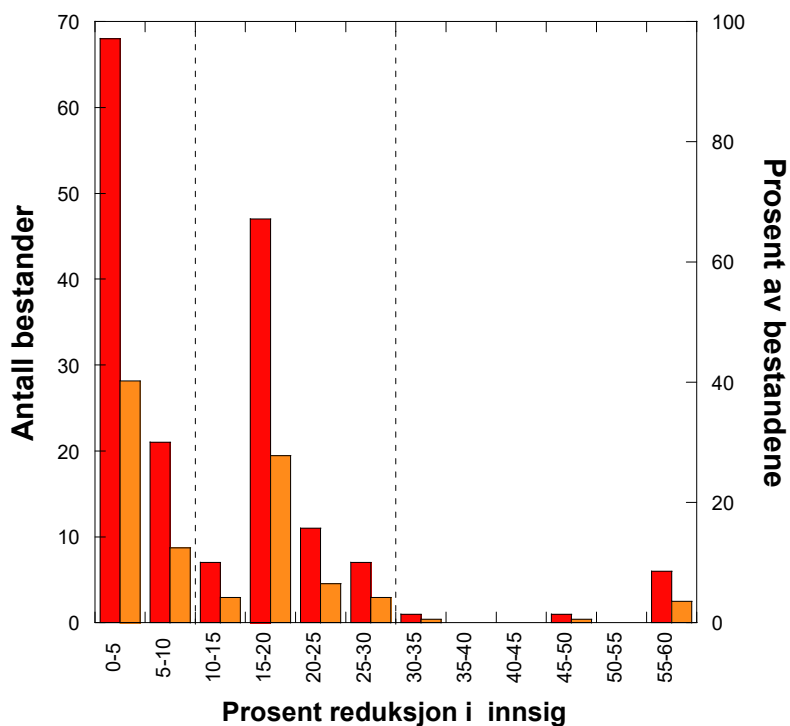
Tilsvarende beregninger av effektstørrelser kan vi også gjøre for innsig i prosent av gytebestandsmålet. Her vil effekten av lakselus og de andre forklaringsvariablene være forskjellig i de tre regionene, og vi brukte den utviklede modellen til å estimere innsiget i prosent av gytebestandsmålet for den enkelte bestands luseindeks og for null luseindeks. Vi estimerte først den generelle reduksjonen i innsig som funksjon av luseindeksen (**figur 9.3**). På de høyeste indeksverdiene ble innsiget i henhold til modellen redusert med nesten 60 % sammenlignet med innsiget uten lus - det vil altså si mer enn en halvering av antallet gytefisk som kom tilbake til elva. Deretter beregnet vi tapet bestand for bestand. Ser vi på hvordan de 169 bestandene fordeler seg i tapskategorier (**figur 9.4**) og bruker grenseverdiene i kvalitetsnormens påvirkningsklassifisering for lakselus, fant vi at 89 bestander (53 %) hadde mindre enn 10 % redusert innsig på grunn av lakselus, 72 bestander (42 %) hadde redusert innsig mellom 10 og 30 % og 8 bestander (5 %) hadde redusert innsig større enn 30 %. Ser vi på hvordan effektklassene i de enkelte bestandene fordeler seg i Norge, var effektene av lakselus i perioden trolig store i Hordaland og moderate videre nordover til Sør-Helgeland og generelt små eller fraværende i resten av landet (**figur 9.5**).

Det er også mulig å summere tapene for hver av bestandene til et samlet tap i alle 169 bestander. Bruker vi modellen (**tabell 9.2**) til å beregne gjennomsnittlig innsiget av hunner til kysten med luseindeks null får vi ca 871 000 kg hunner. Bruker vi den beregnede luseindeksen blir innsiget på ca 786 000 kg hunner og det gjennomsnittlige årlige tapet på grunn av lakselus blir 10 % for årene 2010 til 2014. De 169 bestandene som inngår i beregningene er fordelt over hele landet, og dekker både oppdrettsintensive områder og områder der det er lite oppdrett (øst for Rogaland) eller hvor smittepresset er lavt (Troms og Finnmark). Dersom vi antar at resten av bestandene i gjennomsnitt har samme lusepåvirkning som de som inngår i analysen, og at kjønnene påvirkes likt, kan vi illustrere tapet i antall laks på innsig til kysten av Norge. Tar vi utgangspunkt i det gjennomsnittlige innsiget i perioden 2010-2014 på ca. 475 000 laks tilsier regresjonsmodellen, med de antagelsene som er gitt ovenfor, at innsiget ville ha vært ca. 528 000 laks uten lakselusrelatert dødelighet, og at det årlige tapet var på ca. 50 000 laks.

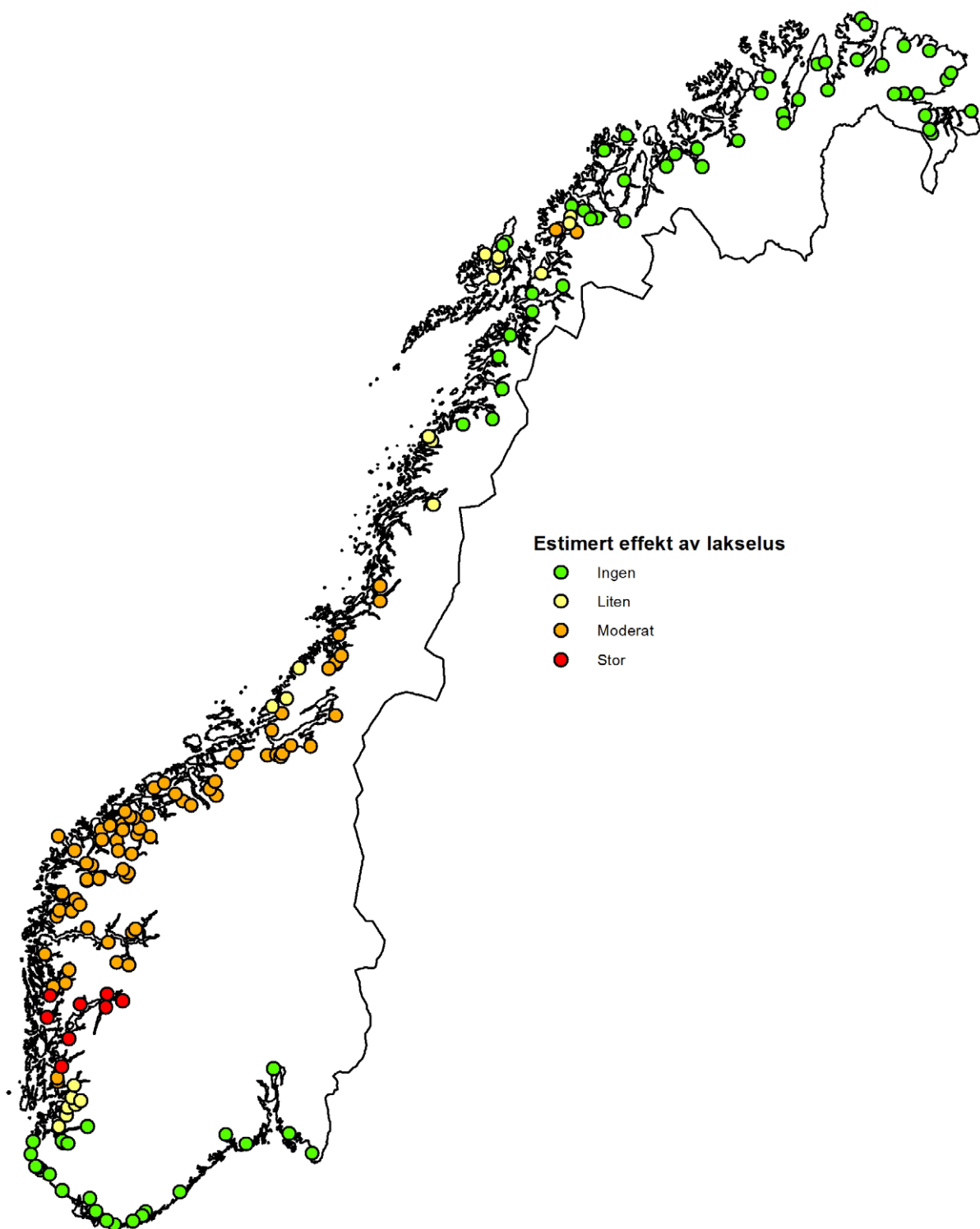
Det presiseres at for begge estimatene av tap på bestandsnivå er tapene regnet ut fra gjennomsnittlige luseindekser for årene 2007 til 2013 som representerer smoltårsklassene som returnerte som gytefisk i årene 2010 til 2014 (vektet for deres bidrag; se Anon. 2016d). Infeksjonspresset fra lakselus på utvandrende laksesmolt har økt i perioden fra 2010 til 2016 (Svåsand mfl. 2017, kapittel 8.1.9), slik at negative bestandseffekter på grunn av lakselus de to siste årene trolig har vært større enn det som er beregnet her. Den andre faktoren som bidro signifikant i denne analysen var forsurening. I henhold til modellen er innsiget redusert med 24 % i forsurende vassdrag som er kalket (28 bestander), mens innsiget ble estimert til å være redusert med 42 % i den ene bestanden som er forsuret og ikke kalket (Songdalselva).



Figur 9.3. Beregnet tap i innsig (relativt til gytebestandsmålet, beltrukken linje) som funksjon av luseindeks beregnet fra forklaringsmodellen for innsiget i prosent av gytebestandsmålet (tabell 9.2). 50 og 95 % kvantilene av prediksjonsintervallet også gitt (brutte og stiplede linjer).



Figur 9.4. Frekvensfordeling av prosentvis reduksjon i innsig (2010-2014) på grunn av smittepress fra lakselus gitt i antall (røde søyler) og andel (oransje søyler) bestander (av 169 bestander inkludert i analysen). Reduksjonen er beregnet for hver bestand ut fra luseindeks (for smoltårene 2007-2013) og den utviklede forklaringsmodellen for innsig i prosent av gytebestandsmålet (tabell 9.2). I beregningene sammenlignes innsiget i prosent av gytebestandsmål ved null luseindeks og ved vassdragets luseindeks.



Figur 9.5. Gjennomsnittlig årlig effekt av lakselusrelatert dødelighet, estimert fra en regresjonsmodell (**tabell 9.2**), på innsiget av laks til 169 bestander for årene 2010-2014 klassifisert i samsvar med kvalitetsnormens vurderinger av lakselus hvor grunn er ingen effekt (<5 %), gul er liten effekt (5-10 %), oransje er moderat effekt (10-30 %) og rød er stor effekt (>30%). Det presiseres at dette er esimater av bestandseffekter som følge av smittepress fra lakselus (luseindeks) for smoltårene 2007-2013.

Analysene av bestandsstatus i et høyt antall laksebestander viser altså signifikante effekter av smittepress fra lakselus (begge analysene), samt signifikante effekter av høye innslag av oppdrettslaks, overskridelse av tålegrenser for miljøgifter og av forsuring (én av analysene). Sammenhengene er korrelative, men det funksjonelle grunnlaget for at disse har effekt er solid, spesielt for forsuring og lakselus. Laboratorieforsøk, feltstudier og feltforsøk med sammenligning av grupper av smolt med og uten medikamentell beskyttelse mot lakselus (oppsummert i Anon. 2012a, Vollset mfl. 2017) gir god støtte for at det er en funksjonell sammenheng mellom bestandsstatus hos laksebestander (innsig i forhold til gytebestandsmålet) og smittepress fra lakselus.

Samlet sett er det nå svært god dokumentasjon for den effekt smittepress fra lakselus kan ha og har på mange laksebestander. Analysene vi har gjennomført her kvantifiserer effekten av lakselus på et storskala bestandsnivå. Analysene var basert på smoltårene 2007 til 2013 og ga små effekter i om lag halvparten av bestandene og moderate effekter i ca 40 % av bestandene. Moderate effekter kan ha stor betydning for høstbart overskudd (Krkosek mfl. 2014), særlig når overlevelsen i havet for øvrig er lav (Vollset mfl. 2016). I relativt få bestander var effektene store i den analyserte perioden. Smittepresset har økt i de senere år, og når gytefisken fra disse smoltutvandringene returnerer er det rimelig å anta at det er større effekter. Modellberegninger (Heuch & Mo 2001) tilsier at smittepresset fra lakselus var høyt mot slutten av både 1980-tallet og 1990-tallet, og overvåkning av lusepåslag og prematur tilbakevandring hos sjørret (Kålås mfl. 2012) bekrefter at smittepresset mot laksesmolt trolig var spesielt høyt på Vestlandet i perioden 1995 til 1997. Påslag av lakselus på sjørret er korrelert med påslag på postsmolt av laks (Vollset mfl. 2017). Vi har dessverre ikke gode nok bestandsdata til å gjennomføre lignende analyser for de tidligere periodene. Otero mfl. (2011) analyserte imidlertid fangster av smålaks i 60 vassdrag fra 1979 til 2007, og fant en sterkere negativ tidstrend i bestander som hadde oppdrettsanlegg i utvandringsruten.

10 SAMLET VURDERING AV STATUS FOR LAKS I 2017

Det totale innsiget av villaks fra havet til Norge i 2016 var ca. 470 000 laks, noe som er en liten reduksjon fra 2015. Innsiget har vært på et generelt lavt nivå de siste 10 årene. Tidlig på 1980-tallet var det årlige innsiget på mer enn 1 million laks, mens gjennomsnittet de siste fem årene var på 478 000 laks. Innsiget er altså mer enn halvert i løpet av de siste 33 årene. I samme periode har beskatningen av laks også blitt nesten halvert, først på grunn av at drivgarnsfisket ble forbudt fra 1989, og deretter på grunn av strengere reguleringer og redusert fangsttynnsats i sjølaksefisket (Mørkved & Krokan 1997, Prytz 1997, Fangel mfl. 2008). I tillegg er det innført strengere reguleringer i både sjø- og elvefisket etter 2009. På 1980-tallet, da drivgarnsfisket pågikk, ble bare 20 % av lakseinnsiget igjen som gytefisk i elvene etter beskatning, mens i 2014-2016 ble over halvparten av innsiget igjen som gytefisk i elvene (ca. 56 %). Denne reduksjonen i beskatning har kompensert for redusert innsig, slik at det fortsatt er nok gytefisk i de fleste elvene til at gytebestandene opprettholdes. For perioden 2013-2016 hadde 84 % av de vurderte laksebestandene nådd eller nær nådd forvaltningsmålene. Dette betyr at de fleste bestandene hadde nok gytefisk til at den naturlige produksjonskapasiteten ble utnyttet. Reduserte bestander har imidlertid medført at det høstbare overskuddet av laks som er tilgjengelig for fiske er betydelig redusert, og de årlige fangstene i sjø og elver har blitt redusert fra ca. 1500 tonn på 1980-tallet til 500-600 tonn i de siste årene.

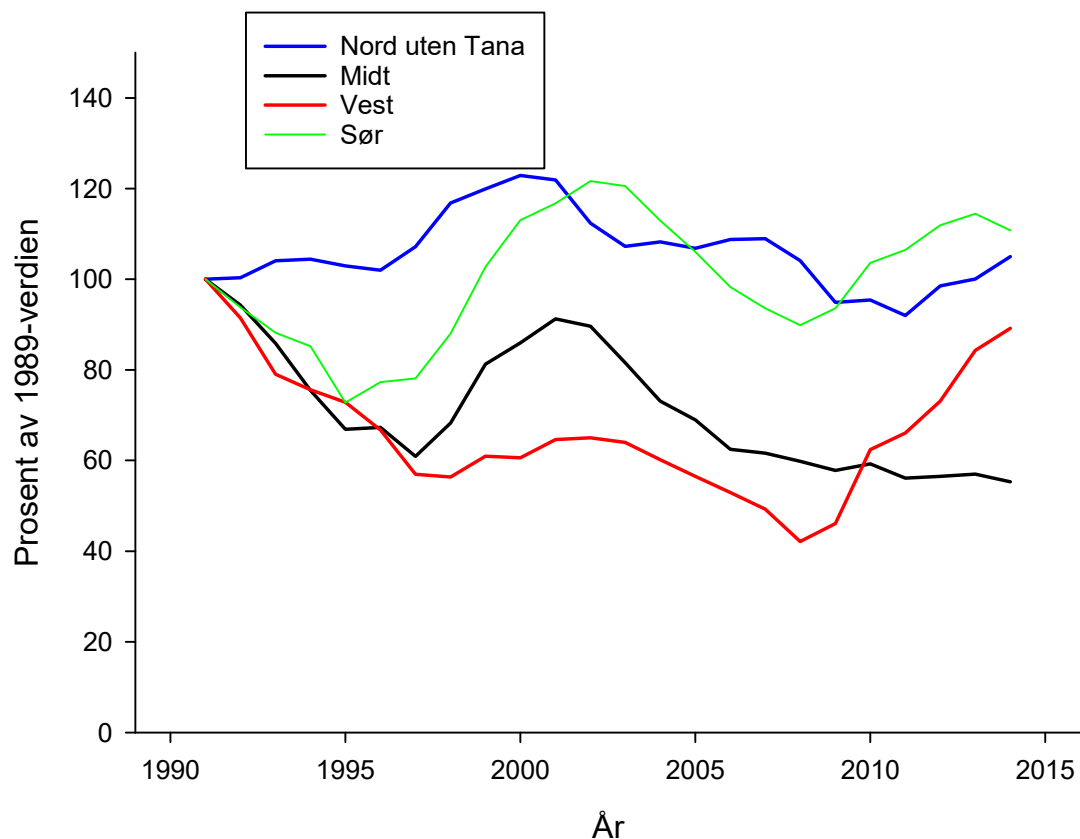
Redusert mengde villaks skyldes delvis at laksen har lav overlevelse i sjøen, som er et storskala mønster som sees over store deler av laksens utbredelsesområde (Chaput 2012, ICES 2016). Kunnskapen om årsakene til redusert overlevelse er begrenset, men nedgangen har vært knyttet både til klimatiske forhold og tilgang til byttedyr (oppsummert i Anon. 2014, Renkawitz mfl. 2015, Jonsson mfl. 2016 og kapittel 7). Økt alder ved kjønnsmodning etter årtusenskiftet har også bidratt til redusert innsig, målt i antall fisk (kapittel 2.4). I tillegg til denne storskala endringen, så påvirker lokale og regionale menneskeskapte faktorer villaksen i stor grad.

I Nord-Norge (uten Tanavassdraget) har innsiget vært relativt stabilt etter 1989, mens innsiget til Sør-Norge har økt (**figur 10.1**). Økningen i Sør-Norge kan knyttes til kalkingstiltak, bedring av vannkvalitet og reetablering av laks i forsuredde vassdrag på Sørlandet (Hesthagen mfl. 2011). I kontrast til utviklingen i disse regionene har innsiget av laks til Vest-Norge og Midt-Norge avtatt betydelig etter 1989. Vest-Norge hadde fra slutten av 1990-tallet og fram til og med 2010 den klart dårligste utviklingen i innsig, og innsiget var i en periode halvert sammenlignet med 1989. I 2011 og 2012 var det en markant økning i innsig av mellomlaks og storlaks til Vest-Norge, som skyldtes en storskala bedring i overlevelse for 2009-årgangen av smolt i vassdrag som drenerer til Nordsjøen (nord til Hustadvika) og Skagerak. Økningen i innsiget av stor laks var også markant i Sør-Norge. Også i årene som fulgte var innsiget av mellomlaks og storlaks laks bedre enn på 1990- og 2000 tallet, slik at innsiget til region Vest-Norge har nærmet seg 1989-nivået igjen. I region Midt-Norge fortsatte imidlertid den negative utviklingen, med spesielt lavt innsig av mellomlaks og storlaks i 2013 og 2014. For de store laksebestandene i Trondheimsfjorden ble dette knyttet til høyt smittepress fra lakselus i 2011 og 2012 (Anon. 2015b, Svåsand mfl. 2016).

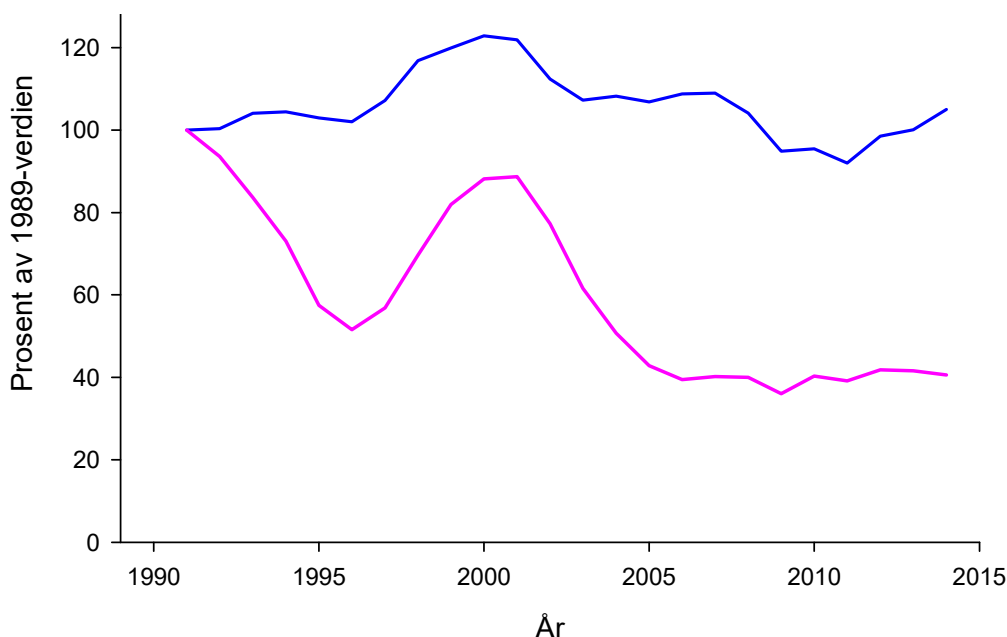
I både Vest-Norge og Midt-Norge er det sannsynlig at påvirkning fra den store oppdrettsaktiviteten har bidratt til reduksjoner i innsiget av laks (Otero mfl. 2011). Regionene har en høy andel (28 av 38 bestander) av bestandene med stor innkryssingen av rømt oppdrettslaks (Anon. 2017a, Karlsson mfl. 2017), og smittepress fra lakselus har en klar regional utbredelse med størst smittepress fra Hordaland til Sør-Helgeland i Nordland (se **figur 9.5** i kapittel 9).

Mens innsiget til resten av Nord-Norge generelt er relativt stabilt, har innsiget til Tanavassdraget avtatt markant og har de siste årene vært mindre enn halvparten så stort som innsiget i 1989 (**figur 10.2**). Det er sannsynlig at laks fra Tanavassdraget beiter i mye av de samme

havområdene som laks fra andre vassdrag i regionen, og den avvikende dårlige utviklingen i innsig er trolig knyttet til lokale forhold i vassdraget eller nærområdet. Laksebestandene i Tanavassdraget har svært dårlig status, og overbeskatning er eneste kjente menneskelige påvirkning. Våren 2016 ble det etter mange år med forhandlinger vedtatt en ny avtale med Finland om fisket i Tanavassdraget som skal sikre en gjenoppbygging av bestandene i vassdraget. De nye fiskereglene ble innført fra fiskesesongen 2017.



Figur 10.1. Utviklingen av lakseinnsiget fra havet til Sør-Norge (fra Østfold til og med Rogaland), Vest-Norge (Hordaland og Sogn og Fjordane), Midt-Norge (fra Stad til Vesterålen) og Nord-Norge uten Tanavassdraget (fra Vesterålen til grensa mot Russland) fra 1989 til 2016, gitt som prosent av 1989-verdien. Data er fra bevegelig femårs gjennomsnitt, slik at første verdien for 1991 er gjennomsnittet for årene 1989-93, og den siste verdien for 2014 er gjennomsnittet for årene 2012-16. Innsiget er gitt for alle størrelsesgrupper laks samlet.



Figur 10.3. Utviklingen av lakseinnsiget fra havet til region Nord-Norge (fra Vesterålen til grensa mot Russland) uten Tanavassdraget (blå) og utviklingen i lakseinnsiget til Tanafjorden for fisk hjemmørende i Tanavassdraget (lilla) fra 1989 til 2016, gitt som prosent av 1989-verdien. Data er fra bevegelig femårs gjennomsnitt, slik at den første verdien for 1991 er gjennomsnittet for årene 1989-93 og den siste verdien for 2014 er gjennomsnittet for årene 2012-16. Innsiget er gitt for alle størrelsesgrupper laks samlet. Samme figur er også vist i kapittel 2.

I den første formelle vurderingen av laksebestander etter den nye kvalitetsnormen for villaks nådde bare 20 % av 148 vurderte bestander målet om minst god kvalitet (Anon. 2016a og Anon. 2017a). Årsaken til den dårlige statusen var i de fleste tilfeller at bestandene var genetisk påvirket av rømt oppdrettslaks, og/eller ikke hadde et normal høstbart overskudd. Normen er utformet slik at storskala endringer i overlevelsesforhold i beiteområdene i havet er hensyntatt, og når bestander har for lavt høstbart overskudd tyder det på at lokale eller regionale menneskeskapte faktorer har påvirket dem negativt. Bare en tredel av bestandene hadde ikke genetisk spor av rømt oppdrettslaks, og en tredel av bestandene (48 bestander) hadde så stor innkryssing av oppdrettslaks at de ble klassifisert til å ha svært dårlig eller dårlig kvalitet. Klassifiseringen av menneskelige påvirkningsfaktorer for 104 av disse bestandene (Anon. 2016d) viste at rømt oppdrettslaks hadde stor eller moderat effekt i flest av de vurderte bestandene, fulgt av smittepress fra lakselus og vassdragsinngrep (reguleringer for vannkraftproduksjon).

I årets rapport har vi undersøkt om variasjon i bestandsstatus i et større utvalg av bestander (ca. 150) i perioden 2010-2014 kan forklares med menneskeskapte påvirkninger (kapittel 9). De to analysene, som var basert på noe forskjellige mål for bestandsstatus, viste begge statistisk signifikante effekter av smittepress fra lakselus, mens rømt oppdrettslaks, miljøgifter og forsuring også bidro signifikant til å forklare variasjon mellom bestander i en av analysene. Dette er første gang vi har kunnet vise en sannsynlig effekt av smittepress fra lakselus på bestandsnivå i en analyse som dekker en stor del av villaksressursen i Norge. I en nylig publisert artikkel om utfordringene med å skille effekten av lakselus fra andre faktorer som påvirker marin overlevelse hos laks (Vollset mfl. 2017b), ble nettopp behovet for studier som kvantifiserer effekten av lus på bestandsnivå vektlagt. I en studie fra et vassdrag i Irland ble det vist at lakselus i høy grad har bidratt til reduksjon i antall returnerende ensjøvinter laks, med opp

til halvering av innsiget i de verste årene på grunn av lakselus, men at effekten av lus ikke kunne forklare den negative tidstrenden i bestanden (Shephard & Gargan 2017).

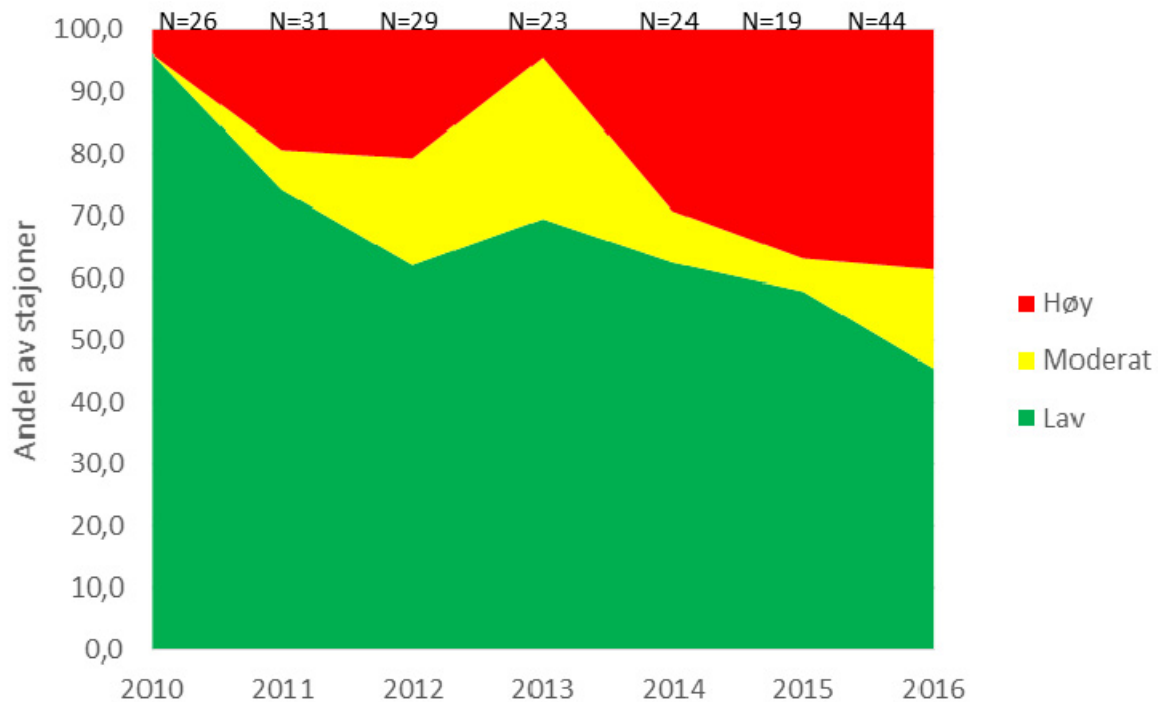
Rømt oppdrettslaks framstår klart som den største trusselen mot norske laksebestander, både ved at den utgjør den største påvirkningen (spesielt på grunn av antall truede bestander og utbredelse av påvirkningen) og den største risikoen for ytterligere framtidig reduksjon og tap av bestander. Nye undersøkelser har vist at mange villaksbestander allerede er genetisk påvirket av oppdrettslaks (Glover mfl. 2012, 2013, Anon. 2017a, Karlsson mfl. 2016, Diserud mfl. 2017), samtidig som oppvandringen av rømt oppdrettslaks fortsetter i mange vassdrag. Også i 2016 var nivået av rømt oppdrettslaks for høyt i mange elver (middels eller høyt innslag i 21 % av undersøkte bestander), selv om andelen rømt oppdrettslaks i prøvefisket om høsten har vist en nedgang de siste årene, og de gjennomsnittlig andelene i 2015 og 2016 var de laveste i tidsserien (**kapittel 5**, Anon. 2017b).

Fordi effekten på bestandene er kumulative (McGinnity mfl. 2003, Fraser mfl. 2010a,b), kan selv lave andeler rømt oppdrettslaks i allerede påvirkede bestander bidra til at innkryssingen øker, slik modellstudier har antydnet (Hindar mfl. 2006, Diserud mfl. 2012, 2013). 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, inkludert i 2016. I tillegg til at bestandene endres genetisk på grunn av innkryssing av rømt oppdrettslaks, tilsier et økende antall undersøkelser at det også er fare for at produksjon og overlevelse av villaks reduseres på grunn av innkryssing av rømt oppdrettslaks (oppsummert i kapittel 5.2 og ICES 2016). De negative effektene av innkryssing på bestandenes produktivitet vil sannsynligvis variere mye mellom år og bestander (ICES 2016). I en nylig publisert studie basert på laks fra 62 norske vassdrag viste Bolstad mfl. (2017) endringer i alder og størrelse ved kjønnsmodning i individer med høy innkryssing av oppdrettslaks. Her kobles altså innkryssing til endringer i viktige livshistorietrekk for laksebestander, trekk som sannsynligvis er nært koblet til lokal tilpasning i bestandene (Jonsson mfl. 1991, Barson mfl. 2015). Nedbrytning av lokale tilpasninger vil kunne ha stor negativ påvirkning på bestandenes produksjon og langsiktige levedyktighet.

Lakselus framstår også som en ikke-stabilisert bestandstrussel. Lakselus er imidlertid vurdert som en mindre alvorlig trussel enn rømt oppdrettslaks, blant annet fordi rømt oppdrettslaks rammer flere bestander, og genetiske effekter av rømt oppdrettslaks kan i større grad enn lakselus være irreversible og medføre en kritisk trussel mot villaksbestander. Andelen av de overvåkede stasjonene langs norskekysten med moderat eller høy risiko for bestandsreduserende påvirkning av lakselus på villaksbestander har generelt økt fra 2010 til 2016 (**figur 10.2**, Svåsand mfl. 2016), men hvilke områder som har høy risiko varierer mye mellom år og stasjoner. Variasjonen skyldes trolig variasjoner i biomasse av oppdrettsfisk i merdene, og i hvilken grad oppdretterne lykkes med å holde lakselusnivåene lave under smoltutvandringen. År med sterkt redusert overlevelse på grunn av lakselus kan følges av år uten slik ekstra dødelighet, slik at laksebestanden igjen kan bygge seg opp. Situasjonen i Trondheimsfjorden i 2011 og 2012 er trolig et eksempel på en slik dynamisk situasjon (Anon. 2015b). Analyser gjennomført i denne rapporten (kapittel 9) antyder at innsiget av laks til Norge som helhet har blitt redusert med i gjennomsnitt 10 % (i størrelsesorden 50 000 laks) hvert av årene fra 2010 til 2014 på grunn av lakselus. I henhold til analysene var effektene av lakselus trolig store i Hordaland og moderate videre nordover til Sør-Helgeland og generelt små eller fraværende i resten av landet (**figur 9.5**).

G. salaris, sur nedbør, vannkraftreguleringer og fysiske inngrep framstår som stabiliserte bestandstrusler med lavere risiko for ytterligere framtidig redusert produksjon og tap av bestander (kapittel 8). Betydelige tiltak for å fjerne *G. salaris* fra en rekke vassdrag har blitt gjennomført de senere årene, og mange vassdrag har blitt friskmeldte. Påvirkningen fra sur nedbør har avtatt markant, kalkingstiltak gjennomføres i mange laksevassdrag og mange bestander er styrket og reetablert. Vassdragsregulering og fysiske inngrep har fortsatt en betydelig

påvirkning i mange laksevassdrag, noe som også framgår av påvirkningsanalysen (kapittel 8), men det er ikke sannsynlig at skadeomfanget vil øke i årene framover. Selv om det gjennomføres en god del tiltak (særlig på Vestlandet), og til dels store tiltak i flere vassdrag (for eksempel i Mandalselva), har det på å nasjonalt nivå ikke vært vesentlige bedring for denne trusselfaktorene i de senere årene, og det er et stort potensial for ytterligere tiltak. Infeksjoner knyttet til oppdrettsaktivitet framstår også som en betydelig bestandstrussel. Sammenlignet med de andre bestandstruslene, så er kunnskapen om effekten dårlig.



Figur 10.4. Andelen av overvåkede stasjoner langs norskekysten med lav, moderat eller høy risiko for bestandsreducerende påvirkning av lakselus på villaksbestander i perioden 2010 til 2016 (basert på data fra Svåsand mfl. 2017). Totalt antall overvåkede stasjoner hvert år er gitt overst i figuren. Samme figur er også vist i kapittel 8.

11 FORSLAG TIL FORENKLET TILSTANDSVURDERINGSSYSTEM FOR LAKSEBESTANDER

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning har vurdert 148 laksebestander etter kvalitetsnorm for villaks (Anon. 2017a). Nye data vil medføre at noen flere bestander kan vurderes etter normen, men for en del bestander finnes ikke tilstrekkelig kunnskap til at de kan vurderes etter normens kriterier. Det er derfor behov for et tilstandsvurderingssystem som kan benyttes for bestandene som ikke kan vurderes etter kvalitetsnormen. Vi har fått i oppdrag å utvikle et slikt system, og forslag til et nytt tilstandsvurderingssystem er presentert her.

Det nye systemet skal være kompatibelt med kvalitetsnormen. Det skal også fange opp tilstand og risiko for forverring av tilstanden til bestandene og identifisere de viktigste menneskelige påvirkningene. Systemet skal i størst mulig grad være kompatibelt med vannforskriften og NASCO sitt nye klassifiseringssystem for status for laksebestander (NASCO 2016).

11.1 Kvalitetsnorm for villaks, NASCOs klassifiseringssystem og vannforskriften

Kvalitetsnorm for villaks er det viktigste systemet for å klassifisere tilstanden for norske laksebestander. Normen består av delnormene «gytebestandsmål og høstingspotensial» og «genetisk integritet». Nedenfor vurderer vi hvordan kvalitetsnormen samsvarer med NASCO sitt klassifiseringssystem for laksebestander, og med vannforskriftens system for klassifisering av økologisk tilstand i vassdrag med anadrome laksefisk.

NASCO sitt system kombinerer risiko for at gytebestandsmålet (CL; conservation limit) ikke er nådd (CAS; CL attainment score) og en indeks for kjente påvirkninger på bestandene (IAS; impact assessment score) til en samlet poengsum som gir fire risikoklasser; grønn = ingen risiko, gul = lav risiko, oransje = moderat risiko og rød = høy risiko (**figur 11.1**). Risiko i denne sammenhengen er risiko for at bestanden reduseres i antall og/eller at diversiteten endres. Til slutt suppleres disse fire klassene (grønt til rødt) med klassene tapte bestander, bestander opprettholdt med tiltak (fiskeutsettinger) og ukjent tilstand.

CAS:

Range of CL attainment	Risk Description	Category Score
<25%	High	3
25 – 75%	Moderate	2
75 – 100%	Low	1
>100%	None	0

IAS:

Level of Impacts	Category Score
Heavily impacted	3
Moderately impacted	2
Lightly impacted	1
Not impacted	0

Samlet score:

CAS	IAS			
	0	1	2	3
3	3	4	5	6
2	2	3	4	5
1	1	2	3	4
0	0	1	2	3

Figur 11.1. NASCO sitt system for klassifisering av risiko for at laksebestander går tapt. CL = conservation limit, eller gytebestandsmål på norsk. CAS = CL attainment score, IAS = impact assessment score.

NASCO sitt system er kompatibelt med kvalitetsnorm for villaks, både ved at det klassifiserer oppnåelse av gytebestandsmål (CAS), og at høstingspotensialet og genetisk integritet kan klassifiseres etter indeks for kjente påvirkninger på bestandene (IAS) (**figur 11.1**). Kvalitetsnormen har imidlertid fem klasser av prosentvis oppnåelse av gytebestandsmålet, mens NASCO sitt system har fire klasser. Klassegrensene varierer med naturlig bestandsstørrelse i kvalitetsnormen, men er generelt strengere i kvalitetsnormen enn i NASCO sitt system (grensen for rødt for store bestander er 50 % måloppnåelse i normen og 25 % for rødt i NASCO sitt system). Rødt i kvalitetsnormen beskriver imidlertid svært dårlig kvalitet, mens rødt i NASCO sitt system tilsier høy risiko for at bestandenes tallrikhet eller diversitet reduseres.

NASCO bruker en samlet klassifisering av påvirkningsfaktorer (IAS), men det er ikke definert hvilke faktorer som skal inngå. Påvirkningsfaktorer inngår ikke i selve kvalitetsnormen, men det gjøres en påvirkningsanalyse som grunnlag for tiltak for vassdrag som er vurdert etter normen. Påvirkningsanalysen er en firedelt klassifisering av hver av påvirkningene ut fra hvor stor effekt de har på gytebestandens størrelse, og har derfor likehetstrekk med NASCOs påvirkningsindeks (IAS). Bestander kan klassifiseres etter NASCO sitt system ved å bare inkludere høstingspotensial og genetisk integritet i påvirkningsindeksen, slik at klassifiseringen etter NASCO sitt system blir direkte kompatibel med kvalitetsnormvurderingen, eller det er mulig å kombinere flere påvirkningsfaktorer til en IAS-indeks. Vi ser nærmere på hvordan dette kan gjøres i kapittel 11.5.2.

I vannforskriften klassifiseres økologisk tilstand i fem klasser; svært dårlig, dårlig, moderat, god, og svært god, der svært god er referanse/naturtilstanden. Grenseverdiene for disse klassene er avhengig av vanntypen, det vil si at graden av humuspåvirkning og kalsiumkonsentrasjon må bestemmes før klassifiseringen kan foretas. Vannforekomsten (innsjø

eller elvestrekning) skal ha minst god tilstand. Kjemisk tilstand fastsettes uavhengig av vanntypen og er basert på om den aktuelle miljøgiften er over (oppnår god tilstand) eller under (oppnår ikke god tilstand) en gitt grenseverdi (ecological quality standard, EQS). I vannforekomster som er definert som sterkt modifiserte (SMVF³) er miljømålet å oppnå «godt økologisk potensial». Det er derfor en åpning for at urimelig store kostnader eller samfunnsnyttene kan sette en begrensning for hvilke tiltak som kan gjennomføres for å oppnå god økologisk tilstand. Antall klasser og kravet om minst god kvalitet er dermed likt i vannforskriften og kvalitetsnormen for villaks. Vannforskriften forholder seg til flere biologiske kvalitetselementer, og anadrom fisk er et sentralt kvalitetselement i vassdrag der disse finnes.

En vesentlig forskjell mellom klassifisering av økologisk tilstand etter vannforskriften og klassifisering etter kvalitetsnormen er at vannforskriften tar utgangspunkt i en referanse/naturtilstand for en gitt vanntype, mens gytebestandsmålene som inngår i kvalitetsnormen reflekterer dagens produksjonspotensial for laks, også i tilfeller der inngrep har endret størrelse på vanddekt areal. I utviklingen av gytebestandsmål (Hindar mfl. 2007) ble det ikke vurdert hvor stort avviket var fra naturtilstanden, og bestandsdata som ble brukt til å sette gytebestandsmålene (fangst pr arealenhet, livshistorie fra skjellanalyser) var fra perioden 1983-2006. Mange vassdrag var allerede sterkt påvirket av menneskelig aktivitet før 1983. For noen av laksebestandene er gytebestandsmålene trolig lik de opprinnelige, mens andre avviker i varierende grad. I noen vassdrag har produksjonskapasiteten for laks økt på grunn av bygging av laksetrapp, mens i de fleste andre er det sannsynlig at produksjonen avtatt på grunn av ulike inngrep og påvirkninger. En utfordrende og arbeidskrevende løsning på dette er å prøve å estimere avviket mellom dagens gytebestandsmål og den opprinnelige produksjonskapasiteten. En mer pragmatisk tilnærming er å anta at dagens gytebestandsmål er nær nok referansetilstanden for de fleste vassdragene.

For regulerte vassdrag der vann er ført bort fra deler av eller hele lakseførende strekning, er gytebestandsmålet systematisk lavere enn produksjonspotensialet ved uberørt tilstand, fordi arealet som inngår i beregningen av gytebestandsmålet er redusert. Disse vassdragene er imidlertid også kandidater for å klassifiseres som «sterkt modifisert vannforekomst» (SMVF) i vannforskriften, hvor målet er «godt økologisk potensial». Vannforekomster med SMVF-status fastsettes av departementene gjennom godkjente vannforvaltningsplaner, og etter at 11 forvaltningsplaner ble godkjent i juli 2016, har 230 regulerte vannforekomster SMVF-status. Etter det vi har klart å finne ut er alle laksevasdrag der vann er fraført hele eller deler av anadrom strekning fått SMVF-status. Vi foreslår derfor at «godt økologisk potensial» i disse vurderes ut fra oppnåelse av dagens gytebestandsmål.

I henhold til veilederne for fisk i vannforskriften (veileder 02:2013, www.vannportalen.no) skal det vurderes om a) alle arter og årsklasser er til stede i opprinnelige mengder, b) om ulike livshistorieformer er opprettholdt, c) om vandrende bestander er opprettholdt, og d) om det finnes et forventet høstbart overskudd ut fra habitatkvaliteten. Kvalitetsnormen kan indirekte brukes til å representere bestandsstørrelse for laks (punkt 1) og inkluderer en direkte vurdering av om det finnes et normalt høstbart overskudd (punkt d). For anadrome fisk brukes i dag klassegrenser basert blant annet på ungfisktettheter i vannforskriften. For laksebestander kan kombinasjonen av oppnåelse av gytebestandsmål og høstbart overskudd være et alternativ. Det er usannsynlig at vassdrag som både har nok gytefisk av laks (nådd gytebestandsmål) og et normalt

³ Kriteriene for utpeking av vannforekomst som sterkt modifiserte vannforekomster (SMVF): 1. Vannforekomsten vil ikke nå god økologisk tilstand eller den har skiftet kategori (f. eks. fra elv til innsjø). 2. Dette skyldes omfattende endringer i vannforekomstens hydromorfologiske egenskaper til samfunnsnyttige formål. 3. Effekten av de hydromorfologiske endringene kan ikke avbøtes uten vesentlige negative innvirkninger på det samfunnsnyttige formålet. 4. Samfunnsnyttene kan ikke oppnås gjennom andre tiltak som er teknisk gjennomførbare, samfunnsøkonomisk lønnsomme og miljømessig bedre.

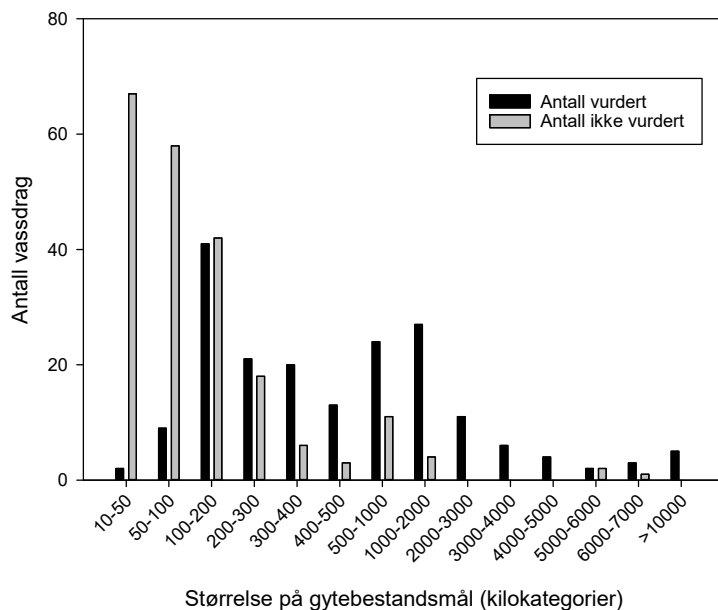
høstbart overskudd har reduserte ungfisktettheter (med mindre reduksjonen i ungfisk har skjedd nylig slik at det enda ikke har resultert i redusert mengde voksen fisk). En mulighet for harmonisering av kvalitetsnorm og vannforskriften kan derfor være at man bruker oppnåelse av dagens gytebestandsmål høstingspotensial, og at grensen mellom god og moderat økologisk tilstand er den samme som for brudd på kvalitetsnormen (se kapittel 11.7). Delnorm genetisk integritet i kvalitetsnormen kan også tenkes å være et indirekte mål på opprettholdelse av livshistoreformer (punkt b), fordi innblanding av rømt oppdrettslaks, selektiv fangst eller endret seleksjon på grunn av miljøendringer kan påvirke livshistorie (Jensen mfl. 2016a, 2017, Bolstad mfl. 2017). For sjørørret og sjørøye er det ikke fastsatt gytebestandsmål, og de vurderes ikke etter kvalitetsnormen. Kvalitetsnormen kan dermed ikke brukes til en vurdering etter vannforskriften for sjørørret og sjørøye.

I vannforskriften er det krav om at klassifiseringen baseres på biologiske data (fisk, bunndyr og påvekststalger), mens påvirkningsfaktorer som hydromorfologiske endringer, eutrofiering, forurensning og miljøgifter kan brukes som støtteelementer i klassifiseringen. Disse er også representert med vannkjemiske parametere i kvalitetsnormens påvirkningsanalyse, og ble opprinnelig tilpasset vannforskriftens system (Anon. 2011a).

Ut fra denne gjennomgangen kan det konkluderes med at både NASCO sitt klassifiseringssystem og vannforskriftens system for anadrom fisk er delvis kompatible med kvalitetsnormen.

11.2 Utvikling av forenklet tilstandsvurdering med elementer fra kvalitetsnormen

Det er i overkant av 200 vassdrag som har laksebestander som ikke kan vurderes etter kvalitetsnormen, fordi oppnåelse av gytebestandsmål og høstbart overskudd ikke kan beregnes på grunn av for dårlig eller manglende fangststatistikk, og det mangler annen informasjon om gytebestandens størrelse. Årsakene til manglende fangststatistikk er at fangstrapporteringen er dårlig, eller at det bare fanges laks sporadisk eller ikke fiskes laks i vassdragene i hele tatt (fordi det ikke er attraktivt, eller fordi det ikke er åpnet for laksefiske). Det er mange små vassdrag blant disse 200 vassdragene (**figur 11.2**), og flere vassdrag hvor sjørørret eller sjørøye dominerer og laksebestanden er fåtallig. I noen av vassdragene gjennomføres det sporadiske gytefisketellinger, og oppnåelse av gytebestandsmål kan vurderes direkte ut fra disse tellingene. I flertallet av vassdragene og årene finnes det imidlertid ikke kunnskap som kan brukes til å estimere størrelsen på gytebestandene, oppnåelse av gytebestandsmålene eller høstbart overskudd.



Figur 11.2. Fordeling av størrelsen på gytebestandsmålet for vassdrag som har blitt vurdert for oppnåelse av gytebestandsmål og høstingspotensial (188 vassdrag) og vassdrag som ikke har blitt vurdert (212 vassdrag). Bare vassdrag med gytebestandsmål over 10 kg er med i figuren. Vassdrag med gytebestandsmål over 1000 kg som ikke er vurdert, er med ett unntak vassdrag som er eller nettopp har vært under friskmelding etter behandling mot *Gyrodactylus salaris*.

Vi vurderer her om det er mulig å bruke kunnskap om hvilke faktorer som påvirker bestanders klassifisering etter kvalitetsnormen til å vurdere tilstanden på øvrige bestander. Hvis vi kan utvikle modeller som forutsier (predikerer) bestanders klassifisering etter kvalitetsnormen ut fra påvirkningsfaktorer, så kan tilstanden for øvrige bestander vurderes basert på kunnskap om disse påvirkningene. I tillegg vurderer vi om vi kan bruke status i de de klassifiserte bestandene til å si noe om status i bestandene vi ikke kan vurdere på ordinær måte. I en analyse for å undersøke dette, tok vi utgangspunkt i høstingspotensialet i de 189 bestandene som er vurdert etter delnorm «gytebestandsmål og høstingspotensial». Dersom vi finner sammenhenger mellom høstingspotensialet og påvirkningsfaktorer for disse bestandene, kan slike sammenhenger, sammen med status i nærliggende bestander, danne grunnlag for prediktive modeller for høstingspotensialet i de øvrige bestandene.

11.2.1 Responsvariabel

Analysen tok utgangspunkt i delnorm «gytebestandsmål og høstingspotensial» fordi delnorm genetisk integritet for graden av innblanding av rømt oppdrettslaks krever genetiske analyser. Oppnåelse av gytebestandsmål er ikke bare et resultat av bestandsstørrelse, men også av beskatning i sjøen og vassdraget. Oppnåelse av gytebestandsmål er derfor lite egnet i en analyse av andre påvirkningsfaktorer. Høstingspotensialet er det høstbare overskuddet i prosent av normalt høstbart overskudd, og normalt overskudd er gitt med forskjellige verdier for tre regioner for å ta hensyn til at laks fra ulike deler av landet kan ha forskjellige beiteområder i havet og derfor ha forskjellig overlevelse (sør: svenskegrensa til Hustadvika, midt: Hustadvika til og med Målselv og nord: Troms nord for Målselv og Finnmark, Anon. 2015b). Variasjon i høstingspotensialet skal derfor i prinsippet kunne knyttes til lokale påvirkninger i vassdraget og i fjorden eller kysten utenfor, og ble brukt som responsvariabel i våre analyser. Dersom man kan predikere høstingspotensialet kan man ved å kombinere med kvalitativ informasjon om beskatning klassifisere øvrige bestander etter lignende kriterier som delnorm «gytebestandsmål og høstingspotensial». Vi utviklet først en forklaringsmodell der effekten av ulike påvirkninger inkluderes og deretter en prediksjonsmodell som også utnytter informasjon fra allerede klassifiserte bestander.

11.2.2 Forklaringsvariabler - påvirkningsfaktorer

Vi samlet og systematiserte kjente menneskeskapte påvirkninger på laksebestander (**tabell 11.1**) basert på vitenskapsrådet trusselvurdering (Anon. 2016d) og påvirkningsfaktorene som er knyttet til kvalitetsnormen (Anon. 2016a). Deretter ble det undersøkt om det var mulig å kvantifisere eller klassifisere de ulike påvirkningene ved hjelp av tilgjengelige databaser og datasett, og vi gikk videre med et utvalgt av de identifiserte påvirkningene.

Tabell 11.1. Påvirkningsfaktorer og hva disse inneholder (tema) som ble vurdert, og hvilke av disse som til slutt ble inkludert i analysene. For faktorer med flere tema er de som ble vurdert i denne runden som er uthevet.

Faktorer	Tema	Inkludert i analysene
Miljøgifter/bergverksdrift	Utslipp industri, landbruk og gruver til elv og deponi (land og sjø)	x
Samferdsel	Veg , jernbane, flyplasser og havner	x
Landbruk	Utslipp av næringsstoffer , sediment	x
Avløp	Kloakk fra husholdninger og industri	x
Sur nedbør	Vannkjemisk og biologisk overvåkning	x
Vassdragsreguleringer	Redusert produksjonskapasitet og redusert produksjon	x
Annet vannbruk	Smoltanlegg og vanning	
Arealinngrep	Kanalisering, forbygninger , uttak av elvegrus, utfyllinger, flomsikring	x
Infeksjoner oppdrett	Overføring av mikro- og makroparasitter fra oppdrett til villfisk	
Infeksjoner annet	Sykdomsutbrudd knyttet til menneskelig aktivitet	
Lakselus	Smittepress	x
<i>G. salaris</i>	Forekomst	
Rømt oppdrettslaks	Andel i bestandene og genetisk innkrysning	x
Fremmede fiskearter	Regnbueørret og pukkellaks + andre	x
Overbeskatning		

I Norges vassdrags- og energidirektorats (NVE) database NEVINA finnes prosedyrer for å beregne nedbørsfelt for vassdrag. Vi bestilte polygoner for nedbørsfelt for alle vassdrag der vitenskapsrådet har vurdert oppnåelse av gytebestandsmål og høstingspotensial. Ved å bruke disse polygonene kunne vi skaffe kartbasert informasjon om en rekke påvirkningsfaktorer fra en rekke kartlag som er fritt tilgjengelig. I NEVINA og NVE Atlas finnes i tillegg en oversikt over vannkraftanlegg og registrerte sikringstiltak (forbygninger og kanalisering). Sammen med en del andre kilder danner dette grunnlaget for en første vurdering av påvirkningsfaktorene, enten i klasser eller som kontinuerlige responsvariable. Nedenfor går vi gjennom hvordan de ulike påvirkningene ble kvantifisert eller klassifisert i analysen.

Miljøgifter og bergverksdrift: Metallforurensing i ferskvannfasen ble inkludert i denne analysen, og ble basert på nivåer av kopper og nikkel (data fra vannforskriftarbeidet) som ble samlet til en indeksverdi på 0 (ingen overskridelse av grenseverdier slik de er definert i vannforskriften eller kvalitetsnormen) eller 1 (grenseverdier overskredet).

Arealinngrep: Arealinngrep ble vurdert ut fra lengde på registrerte sikringstiltak (forbygninger og kanaliseringstiltak) i NVE Atlas, og beregnet som andel av totallengden på anadrom strekning. Andelen kan bli større enn 1 der summen av tiltak på begge sider av elva overskrider elvas lengde.

Samferdsel: Antall kryssninger av vei per km lakseførende strekning, inkludert sti, traktorvei og gang- og sykkelstier (kontinuerlig variabel).

Avløp: Vi fant ingen lett tilgjengelige kilder til informasjon om avløp, men brukte i stedet en indeks for tettsteder og bebyggelse (urbane arealer). De aller fleste vassdragene hadde lave andeler tettsteder og bebyggelse i nedbørsfeltet, mens bare noen få hadde høye verdier. Påvirkningen ble klassifisert som 0 eller 1 (0 = under og 1 = over 75 persentilen⁴ av andel urbane arealer i nedbørsfeltet).

Landbruk: Tilførsler til vassdraget av næringsstoffer fra landbruksaktivitet er inkludert i analysen, i form av målinger av fosforkonsentrasjoner (P) der slike var tilgjengelige, og andel jordbruksareal i nedbørsfeltet for alle vassdragene. Moderate tilførsler kan bidra til økt lakseproduksjon, men høye nivåer kan være skadelig (Jonsson mfl. 2011, Foldvik mfl. 2017). Vi klassifisert hvert vassdrag til 0 (trolig ingen negativ effekt) eller 1 (mulig negativ effekt) ved å se på sammenhenger mellom fosfornivå og andel jordbruksareal (ut fra grenseverdier under kvalitetsnormen).

Sur nedbør: Vi fulgte klassifiseringen av sur nedbør under kvalitetsnormen. Vassdrag uten kjent forsuring ble gitt indeksverdi 0, forsurende vassdrag som kalkes verdi 1 og forsurende vassdrag som ikke kalkes verdi 2.

Vassdragsregulering: I kvalitetsnormens påvirkningsanalyse benyttes to indekser; én knyttet til redusert *produksjonskapasitet* på grunn av fraføring av vann fra hele eller deler av anadrom strekning, og én knyttet til redusert *produksjon* på grunn av andre endringer i miljøforhold etter regulering (som for eksempel stranding av laksunger ved variasjon i vannføring, dødelighet av smolt i turbiner etc.). De fastsatte gytebestandsmålene gjelder i utgangspunktet dagens situasjon slik at redusert produksjonskapasitet (den første indeksen) skal være hensyntatt, men fordi dette neppe er gjennomført konsistent valgte vi å bruke høyeste klassifisering av de to indeksene i analysen. For vassdragene som ikke allerede var klassifisert for denne påvirkningen brukte vi NVE Atlas sin beskrivelse av hva slags type regulering (magasinkraftverk, elvekraftverk, stort-, små- eller mikrokraftverk) som finnes i vassdraget. Sannsynlig effektkategori (0-3) ble deretter satt etter mal fra vurderingen som ble gjort i kvalitetsnormens påvirkningsanalyse (vedlegg 4 i Anon. 2016d).

Annen vannbruk: Bruk av vann til vanning, industri eller oppdrett. Dette er en faktor som virker primært i de minste laksevassdragene, og fordi disse ikke er representert i vårt utvalg, ble faktoren ikke inkludert i analysen.

G. salaris: Dette er en påvirkningsfaktor som gir svært stor effekt der parasitten er til stede og ingen effekt der den ikke finnes. Bestander i infiserte vassdrag er definert til å ha svært dårlig kvalitet for delnorm «gytebestandsmål og høstingspotensial» og er ikke vurdert på ordinær måte. Vi valgte derfor å ta disse vassdragene ut av analysen. Dette medførte at fire (av 189) bestander ble tatt ut av analysen.

Infeksjoner fra lakseoppdrett og knyttet til annen virksomhet: Denne påvirkningen er ikke inkludert i analysen. Infeksjoner fra oppdrett kunne vært indeksert med volumet i oppdrett i utvandringsrutene for smolten, men vi har ikke tilgang til slike data. På grunn av mangelfull overvåking finnes det svært lite kunnskap om infeksjoner knyttet til annen menneskelig aktivitet enn oppdrett.

Lakselus: Vi tok utgangspunkt i en indeks for smittepress fra Veterinærinstituttets kjernetetthetsmodell for de 104 bestandene som allerede var vurdert etter kvalitetsnormen (se

⁴ Når grensen settes på 75 persentilen vil de 25 % høyeste verdiene gi score 1

Anon. 2016d). Hva som defineres som utvandningsrute og tidspunkt for smoltutvandring har stor effekt på luseindeksen. For de 85 nye bestandene som ble inkludert i analysen, tilordnet vi derfor indeksverdier basert på verdier i bestander med nærliggende utvandningsrute blant de 104 bestandene vurdert etter kvalitetsnormen (Anon. 2016 a,d). Nærliggende vassdrag har svært like luseindekser, og innen fjorder brukte vi gjennomsnittet av nærmeste bestand innenfor og utenfor det aktuelle vassdraget, mens langs kysten brukte vi de nærmeste bestandene langs kystlinja. Luseindeksen er en kontinuerlig variabel, uten benevning.

Rømt oppdrettslaks: Rømt oppdrettslaks kan påvirke det høstbare overskuddet både gjennom innkrysning (introgresjon) som kan gi redusert fitness hos hybridene, og økologiske effekter. For 148 bestander brukte vi introgresjonsandel (p-wild) fra kvalitetsnormens klassifisering av genetisk integritet (Anon. 2017a) i analysene. For alle bestandene brukte vi den såkalte årsprosenten for forekomst av rømt oppdrettslaks fra rømtfiskovervåkingen (Anon. 2017b) for perioden 2010-2014. Rømtfiskovervåkingen dekker ikke alle vassdragene, og vi supplerte med innslaget av rømt oppdrettslaks fra drivtellingene (fra Uni Research Miljø, Skandinavisk naturovervåkning, Ferskvannsbilogen, Naturtjenester i Nord, NINA og noen mindre aktører). Fordi innslaget i drivtellingene bare er basert på observasjoner og ikke skjellprøver, er det mulig at innslaget blir undervurdert i disse bestandene. I tillegg testet vi også en klassifisering (0,1) basert på årsprosenten der vi identifiserte bestander med spesielt høye innslag av rømt oppdrettslaks ($1 = > 10 \%$). Denne enklere og mer robuste variabelen gjorde at flere vassdrag kunne inkluderes i analysene.

Fremmede fiskearter: Påvirkningen fra fremmede fiskearter ble klassifisert som i kvalitetsnormens påvirkningsanalyse (Anon. 2016d) med indeksverdier fra 0 til 2 ut fra indikasjoner på etablering av bestander av pukkellaks.

Overbeskatning: Det er ikke mulig å vurdere eller klassifisere overbeskatning for bestander med dårlig eller manglende fangststatistikk, og denne faktoren ble ikke brukt i analysen.

Vi vurderte om effekter av fiskeutsettinger kan maskere effekter av påvirkningene. De største utsettingene er kompensasjonsutsettinger i regulerte vassdrag, og skal i prinsippet kompensere for smolttapet som skyldes reguleringen. Vi forsøkte først å korrigere for effekten ved å estimere hvor stor andel av smoltutgangen som utgjøres av utsatt fisk (som rogn, yngel, settefisk eller smolt). Foreløpige analyser viste at vi ikke på en god måte greide å kontrollere for effekten av utsatt fisk, og vi valgte å ta ut alle bestander som hadde estimerte andeler kultivert fisk blant smolten på over 30 %. Dette medførte at 19 (av 189) bestander ble tatt ut av analysen.

11.2.3 Andre forklaringsvariabler

En annen faktor som kan påvirke høstingspotensialet er lengden på fjordvandring (Vollset mfl. 2014). En lang fjordvandring kan eksponere smolten for flere menneskeskapte og naturlige påvirkninger (for eksempel predasjon). Vi beregnet derfor også korteste avstand i sjø fra elvemunningen til grunnlinja og inkluderte denne som en variabel i analysene.

Estimatene av lakseinnsig til Norge og de ulike regionene (kapittel 2, Anon. 2016d) viser at det særlig er innsiget av smålaks (< 3 kg) som er redusert i løpet av de siste 30 årene, mens innsiget av mellom- og storlaks har avtatt lite. Under ellers like forhold er det derfor sannsynlig at vassdrag med bestander dominert av smålaks har lavere høstingspotensial enn bestander med større og eldre gytefisk. Vi beregnet derfor gjennomsnittlig fiskestørrelse i rapportert fangst i perioden (2010-2015). I vassdrag uten ordinær fangst i perioden tilordnet vi en gjennomsnittsstørrelse fra tilgjengelige data (eldre fangststatistikk og gytefisktellinger).

11.3 Forklaringsmodell for høstbart overskudd

Høstingspotensialet i 152 laksebestander fra Enningdalselva i sørøst til Grense Jakobselv i nordøst ble analysert mot i alt 12 forklaringsvariabler (10 menneskeskapte påvirkninger pluss avstand til grunnlinja og gjennomsnittsstørrelse). Vi brukte en ordinær lineær regresjonsmodell hvor klassifiserte variabler med flere enn to verdier ble behandlet som kontinuerlige (antar at kategoriene 0-3 har lineært økende effekt). Modellseleksjonen ble gjort med R-pakken MuMIn, hvor én og én variabel ble tatt ut av analysen. Alle mulige undermodeller av den mest komplekse modellen ble testet opp imot hverandre ved AIC sammenligning.

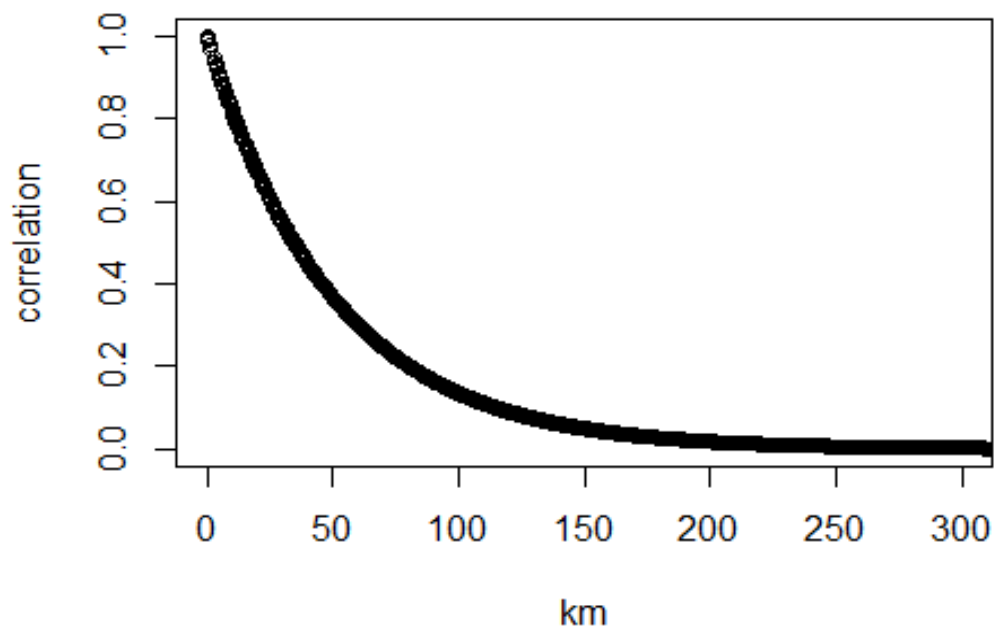
Den beste modellen inkluderte miljøgifter (0, 1; hvor 1 er overskridelse av tålegrenser), luseindeks (fra Veterinærinstituttet, kontinuerlig variabel) og rømt oppdrettslaks (0, 1; hvor 1 er årsprosent over 10 %) som signifikante negative påvirkninger, gjennomsnittsvikt blant gytefisker som signifikant positiv forklaringsvariabel, og avstand fra grunnlinja som signifikant negativ forklaringsvariabel (**tabell 11.2**). Denne modellen hadde en forklaringsgrad (R^2) på 19 %, noe som vurderes moderat høyt i denne type analyser og datasett, men modellen er dårlig egnet til å forutsi høstbart overskudd i ikke-undersøkte bestander.

Tabell 11.2. Beste forklaringsmodell for sammenhengen mellom høstingspotensialet og de undersøkte forklaringsvariablene.

Forklaringsvariabel	Estimert stigningstall (β)	Standardfeil (SE)	t-verdi	p-verdi
Krysningspunkt	65,8	6,6	9,92	< 0,001
Miljøgifter	-29,7	14,8	-2,01	0,047
Luseindeks	-0,019	0,0085	-2,30	0,023
Oppdrettslaks	-15,0	5,9	-2,55	0,012
Snittvekt	0,010	0,002	4,57	< 0,001
Avstand fra grunnlinja	$-1,50 \times 10^{-4}$	$6,90 \times 10^{-5}$	-2,18	0,031

11.4 Prediksjonsmodell

Som vist ovenfor hadde påvirkningsfaktorene alene, slik de ble kvantifisert eller klassifisert, for liten forklaringsgrad til å kunne brukes som en prediksjonsmodell. Det er vist at nærliggende laksebestander samvarierer i bestandsutvikling (L'Abée-Lund mfl. 2006, Vøllestad mfl. 2009). I en prediksjonsmodell er det dermed mulig å utnytte kunnskapen fra bestander der høstingspotensialet er beregnet til å estimere høstingspotensialet i nærliggende bestander med dårlig eller manglende kunnskap om bestandsstatus. Vi beregnet derfor den innbyrdes avstanden mellom alle vassdragene. Avstanden ble beregnet fra munningen av en elv og korteste vei langs fjord/kystlinja til munningen av neste elv. Deretter testet vi ulike negativt eksponentielle sammenhenger mellom samvariasjon i høstingspotensial og avstand (i km) mellom vassdragene. Samvariasjon (korrelasjonen) med vassdraget selv er lik 1, og samvariasjonen avtar med økende avstand ned mot null. Den beste modellen (**figur 11.3**) passerte 0,5 samvariasjon ved ca. 50 km og 0,1 ved ca. 100 km.



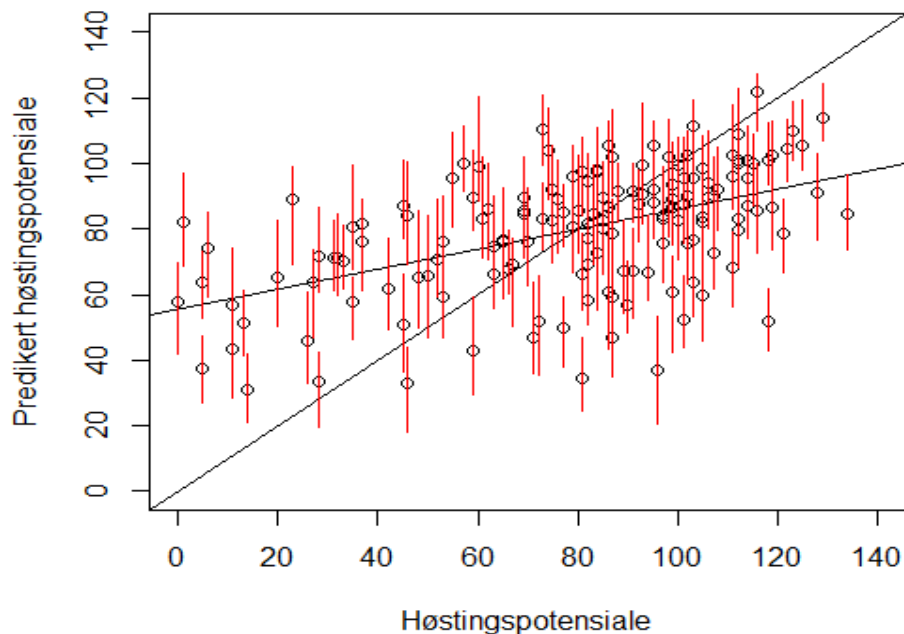
Figur 11.3. Modell for samvariasjon (korrelasjon) i høstingspotensial mellom bestander som funksjon av avstanden (langs sjø) mellom munningen av vassdragene.

En modell som kombinerte effektene av de ulike påvirkningene og samvariasjonen mellom nærliggende bestander forklarte 88 % (R^2) av variasjonen i høstingspotensialet (**tabell 11.3**). Stigningstallene var lik de vi hadde i forklaringsmodellen (se **tabell 11.2**), men variablene «Oppdrettslaks» og «Avstand til grunnlinja» var ikke lengre signifikant forskjellige fra null, og «Luseindeks» var marginalt ikke-signifikant ($p = 0,08$). Vi beholdt likevel alle responsvariablene i prediksjonsmodellen.

Tabell 11.3. Prediksjonsmodell for høstingspotensialet basert på de ulike forklaringsvariablene og romlig samvariasjon med nærliggende bestander.

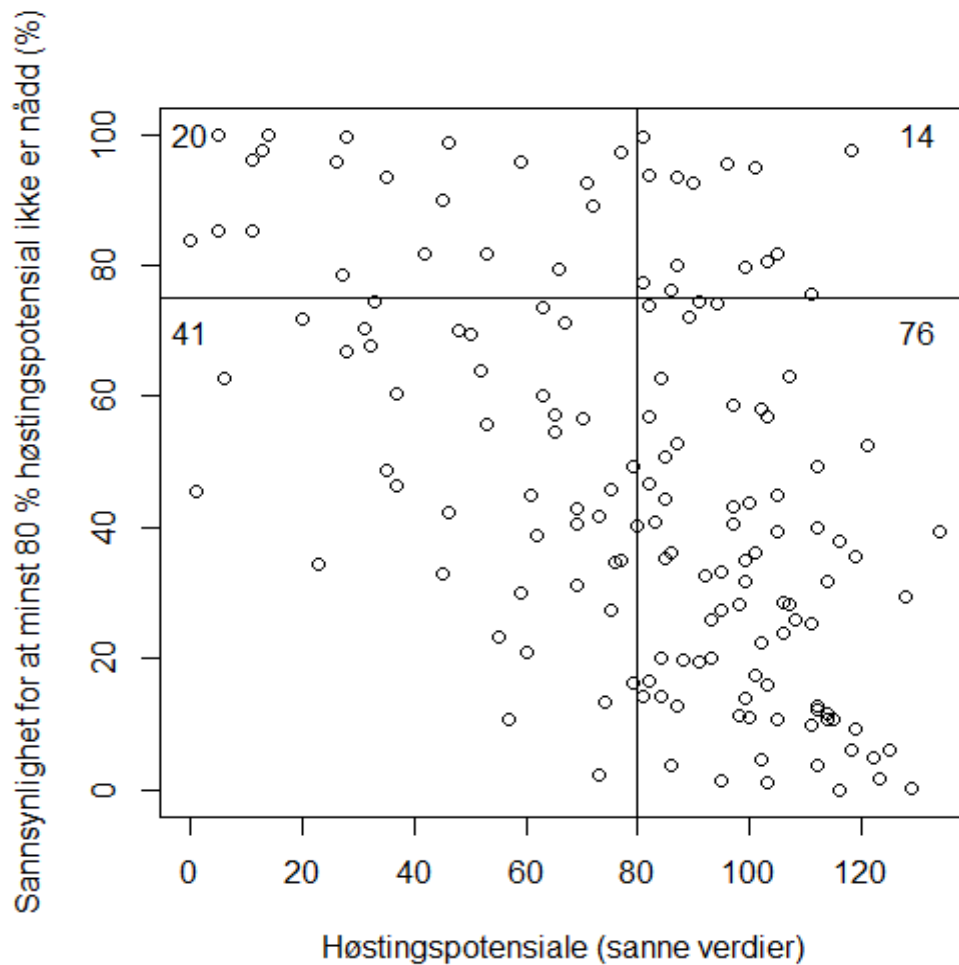
Forklaringsvariabel	Estimert stigningstall (β)	95 % konfidensintervall	p-verdi
Krysningsspunkt	68,4	51,2 til 85,8	< 0,001
Miljøgifter	-29,7	-57,8 til -12,2	0,042
Luseindeks	-0,021	-0,044 til 0,005	0,08
Oppdrettslaks	-8,7	-19,9 til 1,7	0,13
Snittvekt	0,007	0,002 til 0,012	< 0,001
Avstand grunnlinja	$-1,14 \times 10^{-4}$	$-2,8 \times 10^{-4}$ til $5,28 \times 10^{-5}$	0,188

Selv om denne modellen gir en høy forklaringsgrad, det vil si at modellen er en god tilpasning til data og belyser hvilke påvirkningsfaktorer som har en effekt på høstingspotensialet i bestandene, så sier forklaringsgraden lite om hvor god prediksjonene fra modellen blir. Vi gjorde derfor en simulering der vi tok ut én og én bestand, og brukte modellen til å estimere høstingspotensialet for den bestanden som ble tatt ut. På denne måten kunne vi produsere en sammenheng mellom observert og predikert høstingspotensial, og korrelasjonen mellom disse viser hvor god modellen er som prediktivt verktøy (**figur 11.4**). Forklaringsgraden (R^2) for sammenhengen var 26 %.



Figur 11.4. Sammenhengen mellom estimert (fra kvalitetsnormvurderingen) og predikert innsig i prosent av gytebestandsmålet (gitt med gjennomsnitt og konfidensintervall) for 152 bestander. 1:1 linja er også gitt, der estimert verdi er lik predikert (det vil si linja som går fra nederste venstre til øverste høyre hjørne).

Forklaringsgraden tilsier at modellen har for stor usikkerhet til å kunne predikere ulike klasser i delnorm «gytebestandsmål og høstingspotensial» i kvalitetsnormen. Vi testet imidlertid i hvilken grad modellen kunne identifisere bestander hvor det er sannsynlig at kvalitetsnormen er brutt (dårligere enn god kvalitet, som tilsvarer et høstingspotensial lavere enn 80 %).

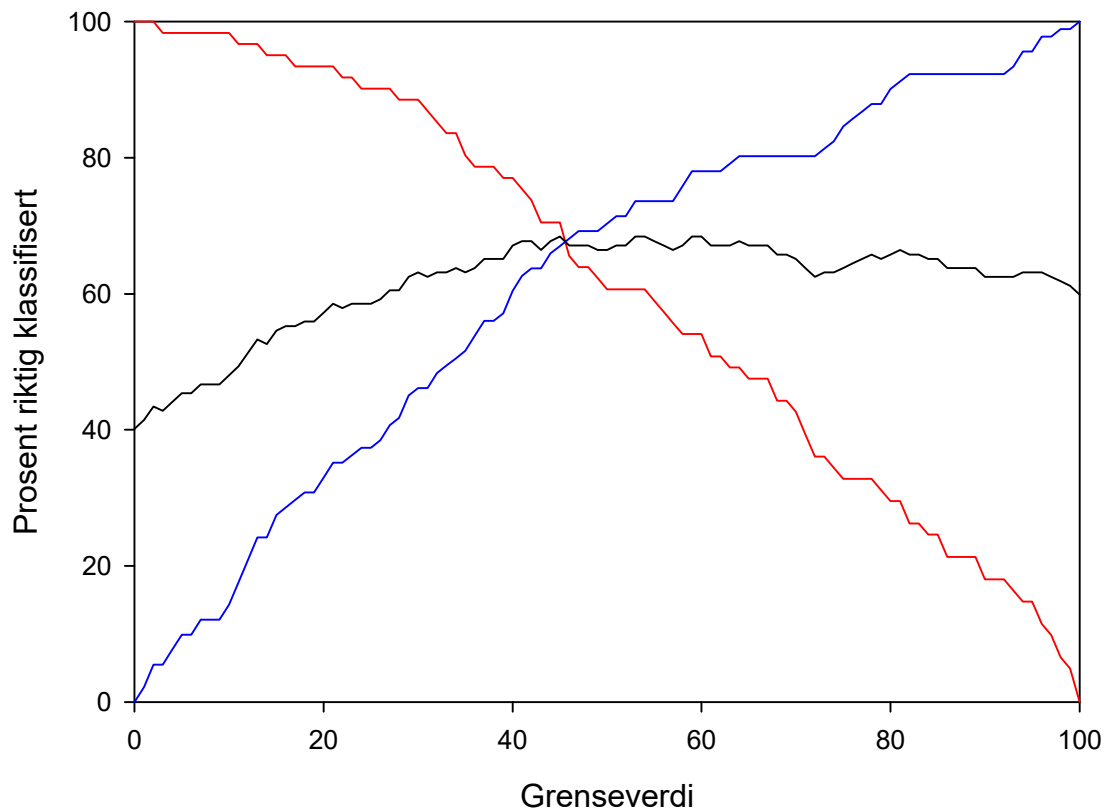


Figur 11.5. Estimert høstingspotensial for 152 bestander (sanne verdier) plottet mot sannsynlighet for at normens krav om minst 80 % høstingspotensial ikke er nådd. For illustrasjon er det antatt at normen er brutt når sannsynligheten for brudd er 75 % eller høyere. I ruta øverst til venstre tilsier modellen korrekt at normen er brutt, øverst til høyre tilsier modellen feilaktig at normen er brutt, nederst til venstre tilsier modellen feilaktig at normen ikke er brutt, og nederst til høyre tilsier modellen korrekt at normen er nådd. Tallene viser antall bestander i hver rute.

Mange av bestandene ble korrekt klassifisert (**figur 11.5**, 76 + 20 bestander, 64 %). Det var også bestander som ble predikert til med høy sannsynlighet å ha brudd på kvalitetsnormens krav om minst 80 % høstingspotensial, men som faktisk ikke hadde brudd (14 bestander, 9 %) og 41 bestander (27 %) som hadde lavere enn 75 % sannsynlighet for at normen var brutt men hvor den faktisk var brutt.

I en prediksjonsmodell som estimerer høstingspotensialet og en sannsynlighet for at dette er for lavt (brudd med normens krav), må man gjøre et valg av grenseverdier ut fra risiko for å klassifisere feil. I **figur 11.6** illustrerer vi dette ved å plote henholdsvis a) mulighetene for å identifisere brudd på normen når det er brudd, og b) mulighetene for å identifisere bestander der normen ikke er brutt når den ikke er det, begge plottet mot grenseverdier for sannsynligheter. Dersom man setter kravet om sannsynlighet for brudd på normen så lavt som til 20 %, identifiseres nesten alle faktiske brudd (93 %), men samtidig blir over 30 % av bestandene

klassifisert til å ha brudd uten å ha det. En føre var tilnærming vil være å ligge til venstre i figuren. Man klassifiserer de fleste med brutt norm riktig, men på bekostning av å klassifisere noen bestander til å ha brudd på normen uten at de har det. Vi foreslår i utgangspunktet å klassifisere alle bestander som har høyere enn 40 % sannsynlighet for brudd på normen til å ha brudd. En slik grenseverdi identifiserer i vårt materiale 77 % av de faktiske bruddene og totalt blir 65 % av bestandene rett klassifisert til å ha brudd eller ikke.



Figur 11.6. Prosent riktig klassifisert brudd på normens krav om 80 % høstingspotensial (rød kurve) og prosent riktig klassifisert ikke brudd (blå linje) som funksjon av hvilken grenseverdi (prosent sannsynlighet for brudd) som velges. Samlet rett klassifisering er også gitt (sort linje).

11.5 Prosedyre for forenklet tilstandsvurdering

I henhold til oppdraget skal tilstandsvurderingssystemet være kompatibelt med kvalitetsnormen, fange opp tilstand og risiko for forverring av tilstanden til bestandene og identifisere de viktigste menneskelige påvirkningene. Vi foreslår at tilstandsvurderingen tar utgangspunkt i prediksjonsmodellen for høstingspotensialet. Siden høstingspotensialet en del av delnorm «gytebestandsmål og høstingspotensial» i kvalitetsnormen, er dette dermed er kompatibelt med kvalitetsnormen. Videre foreslår vi at risiko for forverring av tilstanden fanges opp av en vurdering av de menneskeskapte påvirkningsfaktorene. Bestander berørt av mange og sterke påvirkninger anses å ha høyere risiko for at tilstanden forverres enn bestander med færre og svakere påvirkninger. En slik tilnærming tilsvarer analyse av menneskeskapte påvirkningsfaktorer knyttet til kvalitetsnormen (Anon. 2016d). Genetisk integritet vurderes på bakgrunn av genetiske

analyser for de bestandene der slike finnes, på samme måte som for delnorm genetisk integritet i kvalitetsnormen.

11.5.1 Vurdering av bestandsstatus

En prediksjonsmodell basert på påvirkningsfaktorer, gjennomsnittsstørrelsen på gytefisken, avstand fra elvemunning til grunnlinja og romlig samvariasjon mellom bestander kan brukes til å forutsi høstingspotensialet i bestander med begrenset bestandsinformasjon, som beskrevet i kapittel 2.5. Analysene, som var basert på bestander med kjent høstingspotensial, viste at sannsynlige brudd eller ikke på kvalitetsnormens krav om minst 80 % høstingspotensial kan forutsies korrekt for nesten 65 % av bestandene. Samtidig var det noen bestander der modellen tilsa at delnormen er brutt selv om den sannsynligvis ikke var det - og noen færre bestander der modellen tilsa at delnormen ikke er brutt mens den sannsynligvis var brutt. Når en slik modell skal brukes på nye vassdrag er det derfor nødvendig å etablere prosedyrer for å kvalitetssikre tilstandsvurderingen. Modellen omfatter dessuten bare høstingspotensialet, mens delnorm «gytebestandsmål og høstingspotensial» i kvalitetsnormen også forutsetter en vurdering av oppnåelse av gytebestandsmålet. For å håndtere disse utfordringene foreslår vi følgende prosedyre for vurdering av bestandsstatus i det forenklete tilstandsvurderingssystemet:

- 1) Høstingspotensialet estimeres ved hjelp av modellen og plasseres i en av klassene:
 - a. Sannsynligvis normalt høstingspotensial (mindre enn 40 % sannsynlighet for at høstingspotensialet er lavere enn 80 %)
 - b. Sannsynligvis redusert høstingspotensial (større enn 40 % sannsynlighet for at høstingspotensialet er lavere enn 80 %).
- 2) Klassifiseringen sammenholdes med det som finnes av rapportert bestandsinformasjon, som fangststatistikk, gytefisktelinger og el-fiske. Klassifiseringen korrigeres om bestandsdata tilsier dette.
- 3) Tilgjengelig fangststatistikk, beskatningsnivå i sjøen utenfor vassdraget og vassdragets egnethet for fiske benyttes til en klassifisering av beskatningsnivået i én av tre klasser:
 - a. Ingen eller svært lav totalbeskatning (< 15 %; ~10 percentilen⁵)
 - b. Moderat totalbeskatning (15-45 %; ~10-59 percentilen)
 - c. Høy totalbeskatning (> 45 %; 60 percentilen)

Klassifiseringen er basert på percentilverdier for totalbeskatning i bestander som er vurdert for oppnåelse av gytebestandsmål i samme periode. Vi har tatt hensyn til at beskatningen i mange av de bestandene som skal klassifiseres trolig er lavere enn i de som vurderes på ordinær måte i valgene av grenseverdiene.
- 4) Endelig forslag til tilstandsvurdering utledes ved å kombinere klassifisering av høstingspotensiale (som beskrevet i punkt 1 og 2) og beskatningsnivået (som beskrevet i punkt 3):
 - a. Sannsynligvis normalt høstingspotensial og ingen/svært lav eller moderat beskatning innebærer at gytebestandsmålet høyst sannsynlig er nådd og tilstanden vurderes som *god eller svært god*.
 - b. Sannsynligvis normalt høstingspotensial og høy beskatning innebærer at det er fare for at gytebestandsmålet ikke er nådd og tilstanden vurderes som *moderat*.
 - c. Sannsynligvis redusert høstingspotensial, men ingen/svært lav beskatning innebærer at gytebestandsmålet kan være nådd, men tilstanden vurderes som *moderat*.

⁵ Grensen ved 10 percentilen innebærer at beskatningen var høyere enn denne verdien i 90 % av vassdragene og årene.

- d. Sannsynligvis redusert høstingspotensial, og moderat beskatning innebærer at det er fare for at gytebestandsmålet ikke er nådd, og tilstanden vurderes som *dårlig/ svært dårlig*.
 - e. Sannsynligvis redusert høstingspotensial, og høy beskatning innebærer at gytebestandsmålet høyst sannsynlig ikke er nådd, og tilstanden vurderes som *svært dårlig/ dårlig*.
- 5) Forslag til klassifisering med vurderingsgrunnlag (inkludert klassifisering av påvirkningsfaktorer) sendes til Fylkesmannen for kommentarer. Fylkesmannen kontakter om nødvendig lokale kontakter. Hvis Fylkesmannen har informasjon som tilsier at forslaget til klassifisering er feil, tas det hensyn til dette i den endelige klassifiseringen.
 - 6) Vitenskapsrådet fastsetter endelig klassifisering til klassene «god eller svært god», «moderat» eller «dårlig/svært dårlig».
 - 7) Forenklet tilstandsvurdering (punkt 1-6) settes sammen med vurderingen av genetisk integritet der slike vurderinger er gjort, på samme måte som i kvalitetsnormen.

11.5.2 Påvirkningsanalyse – fare for forverring av tilstand

Forklaringsmodellen for høstingspotensialet identifiserte tre påvirkningsfaktorer (miljøgifter, smittepress fra lakselus og høye innslag av oppdrettslaks) til å ha signifikant negativ effekt på bestandene. Flere andre menneskeskapte faktorene påvirker bestandstilstanden, selv om de ikke inngikk i forklaringsmodellen. Vitenskapsrådet har nylig oppsummert kunnskapen om effektene av ulike påvirkningsfaktorene på laksebestander (Forseth mfl. 2017), og sammenstillingen viser at mange av påvirkningene som er inkludert i analysene kan ha betydelig negativ effekt. Vassdrag med *G. salaris* ble ikke tatt med i analysene, men denne parasitten har svært stor effekt. Vassdrag med store fiskeutsetting ble heller ikke tatt med i analysene, og fordi alle disse er regulerte vassdrag, er det sannsynlig at effekten av vassdragsregulering ble undervurdert og derfor ikke inngikk i forklaringsmodellene. Videre er det mulig at flere av påvirkningene er for dårlig beskrevet med våre indekser eller verdier. I tillegg er små og mellomstore effektstørrelser generelt vanskelig å oppdage i slike analyser.

Vi foreslår derfor å inkludere alle påvirkningene i en påvirkningsanalyse, og klassifisere alle fra 0 til 1 (svake påvirkninger), 0 til 2 (potensielt moderate påvirkninger) eller fra 0 til 3 (potensielt sterke påvirkninger). Kontinuerlige variabler ble omgjort til klasser ut fra persentiler i fordelingene. Scorene angir hvor stor effekt vi antar påvirkningsfaktoren har på høstingspotensialet, og inkluderer ikke påvirkning på genetisk integritet (som klassifiseres ved genetisk analyse). Videre er det slik at dersom *G. salaris* forekommer i en bestand, så er bestandsstatus alltid svært dårlig og kan ikke få dårligere status. Forekomst av *G. salaris* er derfor ikke inkludert i påvirkningsanalysen.

Maksimal score i påvirkningsanalysen er i utgangspunktet 20 (**tabell 11.4**), men fordi vi foreløpig ikke kan klassifisere infeksjoner fra oppdrett bli maksimalscore 17. Scorene for de ulike påvirkningsfaktorene summeres, og fare for forverring klassifiseres etter følgende skala:

Ingen fare	Lav fare	Moderat fare	Høy fare
0	1-2	3-5	≥6

Prinsippene for klassifiseringen er at dersom en av faktorene har score 3, så er det moderat fare for forverring av bestandstilstanden, og dersom to har score 3, så er det høy fare. En test av klassifiseringen på 189 bestander ga ca 4 % med ingen fare, 23 % med lav fare, 47 % med moderat fare og 26 % med stor fare. Dette viser at klassegrensene gir en god differensiering av bestandene i fareklasser.

Tabell 11.4. Klassifisering av menneskeskapte påvirkningsfaktorer med score for effekt på høstbart overskudd av laks, fra 0 (ingen effekt) til 3 (stor effekt). Kryssene angir hvor langt opp på skalaen hver faktor kan nå. I kommentarfeltet angis stikkordsmessig hvordan hver faktor klassifiseres.

Påvirkning	0	1	2	3	Forklaring
Miljøgifter (Cu, Ni)	x	x			0 = ingen overskridelse av grenseverdier. 1 = overskridelse av grenseverdier. Grenseverdier som definert i vannforskriften og kvalitetsnorm for villaks.
Samferdsel (krysninger av vei, sti)	x	x			0 = ≤ 75 persentil, 1 = > 75 persentil av antall krysninger av vei per km lakseførende strekning, inkludert sti, traktorvei og gang- og sykkelstier.
Arealinngrep (andel sikringstiltak)	x	x			Potensielt både positiv og negativ effekt. 0 = ≤ 75 persentil, 1 = > 75 persentil av lengde på sikringstiltak (forbygninger og kanaliseringstiltak) i prosent av lengde på anadrom strekning.
Avløp (urbaniseringsindeks)	x	x			0 = ≤ 75 persentil, 1 = > 75 persentil av prosent urbane arealer i nedbørsfeltet.
Landbruk (P og/eller andel jordsbruksareal)	x	x			Potensielt både positiv og negativ effekt. 0 = ≤ 75 persentil, 1 = > 75 persentil av andel jordsbruksareal i nedbørsfeltet eller målt P nivå under eller over tålegrensene i kvalitetsnormen.
Forsuring	x	x	x		0 = uten kjent forsuring, 1 = forsuret, men kalket, 2 = forsuret, ukalket. Alle sterkt forsurende laksevassdrag er kalket, og derfor brukes ikke verdi 3.
Vassdragsregulering	x	x	x	x	Høyeste verdi av de to indeksene som inngår i kvalitetsnormens påvirkningsanalyse (én indeks er knyttet til redusert produksjonskapasitet på grunn av fraføring av vann, og én er knyttet til redusert produksjon på grunn av andre endringer i miljøforhold).
Lakselus	x	x	x	x	Grenseverdier som i kvalitetsnormens påvirkningsanalyse, basert på indeks for smittepress fra Veterinærinstituttets kjernetetthetsmodell.
Rømt oppdrettslaks (årsprosent)	x	x	x		Som i kvalitetsnormens påvirkningsanalyse, men hvor 0 = < 1, 1 = 1-10 % (liten og moderat sammenslått) og 2 = > 10 %.
<i>Infeksjoner fra oppdrett (oppdrettsvolum i utvandningsrute)</i>	x	x	x		<i>Foreløpig ikke i bruk.</i>
Fremmed fiskearter (regnbueørret og pukkellaks)	x	x	x		0 = ikke registrert eller sporadisk forekomst av regnbue/pukkellaks, 1 = regulær forekomst av regnbue/pukkellaks, 2 = mulig etablering av pukkellaks.

11.6 Vurdering av norske laksebestander etter NASCOs klassifiseringssystem

Alle laksebestander i Norge skal vurderes etter NASCO sitt nye klassifiseringssystem. For bestander klassifisert etter kvalitetsnormen kan beregningene for delnorm gytebestandsmål og høstingspotensial brukes direkte i CAS (conservation limit assessment score) i NASCO sitt system.

For bestander som klassifiseres etter forenklet tilstandsvurdering, foreslår vi at risiko for at gytebestandsmålet ikke er nådd vurderes ut fra modellprediksjonene for høstingspotensialet, sammen med vurderinger av beskatning, etter prosedyrene beskrevet i kapittel 3.1. Dette vil plassere hver bestand til ingen/lav risiko (CAS 0 og 1), som tilsier høyere enn 75 % oppnåelse, moderat risiko (CAS 2) eller høy risiko (CAS 3), som tilsier lavere enn 25 % oppnåelse av gytebestandsmålet. Om nødvendig kan man deretter skjønnsmessig skille mellom CAS 0 og 1, men dette vil introdusere høyere usikkerhet, særlig der det mangler lokale data.

Den andre dimensjonen i NASCO sitt system er en indeks for kjente påvirkninger på bestandene (imact assessment score, IAS). I motsetning til kvalitetsnormen tas det ikke hensyn til at bestander i god tilstand også skal ha et normalt høstbart overskudd i CAS, men dette kan inkluderes i IAS. Videre er det åpnet for at genetisk integritet også kan vurderes som en påvirkningsfaktor i IAS. Vi foreslår derfor at IAS score for norske laksebestander tar utgangspunkt i påvirkningsanalysen fra forenklet tilstandsvurdering (se kapittel 11.5.1, **tabell 11.4**), anvender denne for alle bestander (også de som vurderes etter kvalitetsnormen), og deretter inkluderer en vurdering av høstbart overskudd. Rømt oppdrettslaks vurderes i denne klassifiseringen både ut fra effekten på bestandens produksjon og ut fra genetisk integritet *per se*. Rømt oppdrettslaks har i denne klassifisering derfor en maksimumsverdi på 3 (i motsetning til 2 i forenklet tilstandsvurdering der bare effekt på produksjon vurderes) og maksimum samlet score blir 18. *G. salaris* inkluderes ikke i scoringssystemet for påvirkningsfaktorer, fordi denne parasitten alltid vil gi svært dårlig oppnåelse av gytebestandsmålet og dermed plasseres smittede bestander automatisk i CAS og IAS 3. Samlet påvirkning klassifiseres til IAS etter samme system som for forenklet tilstandsvurdering:

Ikke påvirket, 0	Noe påvirket, 1	Moderat påvirket, 2	Sterkt påvirket, 3
0	1-2	3-5	≥6

Deretter vurderes høstbart overskudd. Dersom det høstbare overskuddet er svært lavt i forhold til det normale (høstingspotensialet i kvalitetsnormen), er det overveiende sannsynlig at bestanden er sterkt påvirket av en eller flere menneskeskapte faktorer. Vi foreslår derfor at for alle bestander der høstingspotensialet er estimert for vurdering etter kvalitetsnormen, så overstyrer klassifiseringen av høstingspotensialet klassifiseringen av påvirkningene når høstingspotensialet er svært lavt (IAS settes til 3, sterkt påvirket) eller lavt (IAS settes til 2, moderat påvirkning). Når høstingspotensialet er redusert legges 1 til samlet score (**tabell 11.4**). For bestander klassifisert etter forenklet tilstandsvurdering er estimatene av høstbart overskudd betydelig mer usikkert, og når høstingspotensialet sannsynligvis er redusert legges 2 til samlet score.

11.7 Bruk i vannforskriftens klassifiseringssystem

Vi foreslår at for laksevassdrag klassifisert etter kvalitetsnormen så kan laks som kvalitetselement klassifiseres i vannforskriften etter følgende system:

Svært god økologisk tilstand: Svært god oppnåelse (> 90 %) av gytebestandsmål og normalt høstingspotensial (> 90 %).

God økologisk tilstand: Svært god oppnåelse ($> 90\%$) av gytebestandsmålet og redusert høstingspotensial (80-89 %), *eller* god oppnåelse (80-90 %) av gytebestandsmål og normalt høstingspotensial ($> 90\%$)

Moderat økologisk tilstand eller dårligere: Moderat eller dårligere oppnåelse ($\leq 79\%$) av gytebestandsmål, *eller* lavt/svært lavt høstingspotensial ($\leq 60\%$), *eller* kombinasjonen god oppnåelse av gytebestandsmål (80-90 %) og redusert høstingspotensial (80-89 %).

Som i kvalitetsnormen er prosentgrensene avhengig av naturlig bestandsstørrelse (her gitt for naturlig store bestander med gytebestandsmål > 250 hunner) og vil være strengere for middels og små bestander. Vi foreslår at denne klassifiseringen gjelder både i ordinære vassdrag og i SMVF vassdrag, og at godt økologisk potensial for kvalitetselement fisk i SMVF laksevassdrag er knyttet til dagens gytebestandsmål, som har tatt hensyn til redusert produksjonsareal på grunn av reguleringen.

I delnorm genetisk integritet i kvalitetsnormen skal artshybridisering, innkrysning av rømt oppdrettslaks, selektiv fangst og endret seleksjon på grunn av miljøendringer klassifiseres. Så langt er bare innkrysning av oppdrettslaks kvantifisert og brukt i klassifiseringen av genetisk integritet. Det er vist at innkrysning kan påvirke sjøalderfordelingen i laksebestander (Bolstad mfl. 2017), og alder ved kjønnsmodning (sjøalder) er et sentralt livshistorietrekk hos laks. Det er videre sannsynlig at store endringer i vannføring (etter regulering) kan endre størrelsesfordeling blant gytefisk (Jensen mfl. 2016b, 2017). Veilederne for fisk i vannforskriften i Norge (Veileder 02:2013, www.vannportalen.no) tilsier at det også skal vurderes om ulike livshistorieformer er opprettholdt. Vi foreslår derfor at for laksevassdrag der genetisk integritet er klassifisert etter kvalitetsnormen så innebærer en klassifisering av genetisk integritet til svært dårlig eller dårlig at den økologiske tilstanden i vannforskriften også blir moderat eller dårligere for kvalitetselement fisk.

Prosedyrene for klassifiseres etter forenklet tilstandsvurdering har som sluttresultat en vurdering av både oppnåelse av gytebestandsmål og høstingspotensial og kan derfor brukes på samme måte inn i vannforskriftklassifiseringen som beskrevet ovenfor.

12 REFERANSER

- Aldrin, M., Storvik, B., Frigessi, A., Viljugrein, H. & Jansen, P.A. 2010. A stochastic model for the assessment of the transmission pathways of heart and skeleton muscle inflammation, pancreas disease and infectious salmon anaemia in marine fish farms in Norway. *Preventive Veterinary Medicine* 93: 51-61.
- Anderson, R.M. & May, R.M. 1979. Population biology of infectious diseases: Part I. *Nature* 280: 361-367.
- Anon. 2009. Status for norske laksebestander i 2009 og råd om beskatning. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 1, 230 s.
- Anon. 2010. Status for norske laksebestander i 2010. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 2, 213 s.
- Anon. 2011a. Kvalitetsnormer for laks - anbefalinger til system for klassifisering av villaksbestander. Temarapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 1, 105 s.
- Anon. 2011b. Prognoser for lakseinnsig, regnbueørret og klimaendringer: utfordringer for forvaltningen. Temarapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 2, 45 s.
- Anon. 2011c. Status for norske laksebestander i 2011. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 2, 285 s.
- Anon. 2012a. Lakselus og effekter på vill laksefisk - fra individuell respons til bestandseffekter. Temarapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr. 3, 56 s.
- Anon. 2012b. Status for norske laksebestander i 2012. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 4, 103 s.
- Anon. 2012c. 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. 2013. Status for norske laksebestander i 2013. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 5, 136 s.
- Anon. 2014. Status for norske laksebestander i 2014. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 6, 225 s.
- Anon. 2015. Høringsnotat – Implementering av Meld. St. 16 (2014-2015).
- Anon. 2015a. Rømt oppdrettslaks i vassdrag. Rapport fra det nasjonale overvåkningsprogrammet 2014. Fisken og Havet, særnr. 2b-2015: 1-36.
- Anon. 2015b. Status for norske laksebestander i 2015. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 8, 300 s.
- Anon. 2016a. Klassifisering av 104 laksebestander etter kvalitetsnorm for villaks. Temarapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 4: 1-85.
- Anon. 2016b. Rømt oppdrettslaks i vassdrag. Rapport fra det nasjonale overvåkningsprogrammet 2015. Fisken og havet, særnr. 2b-2016.
- Anon. 2016c. Vedleggsrapport med vurdering av måloppnåelse for de enkelte bestandene. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 9b.
- Anon. 2016d. Status for norske laksebestander i 2016. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 9, 190 s.
- Anon. 2017a. Klassifisering av 148 laksebestander etter kvalitetsnorm for villaks. Temarapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 5, 81 s.
- Anon. 2017b. Rømt oppdrettslaks i vassdrag i 2016. Rapport fra det nasjonale overvåkningsprogrammet. Fisken og havet, særnummer 2b-2017, 49 s.
- Anon. 2017c. Vedleggsrapport med vurdering av måloppnåelse for de enkelte bestandene. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 10b.

- Aunsmo, A., Valle, P.S., Sandberg, M., Midtlyng, P.J. & Bruheim, T. 2010. Stochastic modelling of direct costs of pancreas disease (PD) in Norwegian farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Preventive Veterinary Medicine 93: 233-241.
- Bachiller, E., Skaret, G., Nøttestad, L. & Slotte, A. 2016. Feeding ecology of Northeast Atlantic mackerel, Norwegian spring-spawning herring and blue whiting in the Norwegian Sea. PLoS One 11(2): e0149238.
- Bakken, T.H., Forseth, T. & Harby, A. 2016. Miljøvirkninger av effektkjøring: Kunnskapsstatus og råd til forvaltning og industri. NINA Temahefte 62: 1-203.
- Bakketeig, I.E., Gjosæter, H., Hauge, M., Sunnset, B.H. & Toft, K.Ø. (red.) 2015. Havforskningsrapporten 2015. Fisken og havet, særnummer I-2015. 216 s.
- Bakketeig, I.E., Hauge, M., Kvamme, C., Sunnset, B.H. & Toft, K.Ø. 2016. Havforskningsrapporten 2016. Fisken og havet, særnummer 1-2016.
- 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.
- Barton, M. 2016. MuMIn: Multi model inference, R package version 1.15.6.
- 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.
- Besnier, F., Glover, K.A., Lien, S., Kent, M., Hansen, M.M., Shen, X. & Skaala, Ø. 2015. Identification of quantitative genetic components of fitness variation in farmed, hybrid and native salmon in the wild. Heredity 115: 47-55.
- Bicskei, B., Taggart, J.B., Glover, K.A. & Bron, J.E. 2016. Comparing the transcriptomes of embryos from domesticated and wild Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) stocks and examining factors that influence heritability of gene expression. Genetics, Selection, Evolution 48: 20.
- Biering, E. 2014. Health monitoring of wild anadromous salmonids in fresh water in Norway I: Annual report on health monitoring of wild anadromous salmonids in Norway 2013. Havforskningsinstituttet nr. 17-2014, Veterinærinstituttets rapportserie nr. 4-2014: 9-14.
- Biering, E. & Garseth, A.H. 2013. Health monitoring of wild anadromous salmonids in fresh water in Norway I: Annual report on health monitoring of wild anadromous salmonids in Norway. Havforskningsinstituttet nr. 6-2013, Veterinærinstituttets rapportserie Nr. 2-2013: 1-8.
- Bleie, H. & Skrudland, A. 2014. Tap av laksefisk i sjø. Mattilsynet. 36 s.
- 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.
- Brun, E., Poppe, T., Skrudland, A. & Jarp, J. 2003. Cardiomyopathy syndrome in farmed Atlantic salmon *Salmo salar*: occurrence and direct financial losses for Norwegian aquaculture. Diseases of Aquatic Organisms 56: 241-247.
- 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. doi: 10.1093/icesjms/fss1013.

- Dadswell, M.J., Spares, A.D., Reader, J.M. & Stokesbury, M.J.W. 2010. The North Atlantic subpolar gyre and the marine migration of Atlantic salmon *Salmo salar*: the 'Merry-Go-Round' hypothesis. *Journal of Fish Biology* 77: 435-467.
- Dietz, K. 1993. The estimation of the basic reproduction number for infectious diseases. *Statistical Methods in Medical Research* 2: 23-41.
- Diserud, O.H., Fiske, P. & Hindar, K. 2012. Forslag til kategorisering av laksebestander som er påvirket av rømt oppdrettslaks NINA Rapport 782: 1-32 (+ vedlegg).
- Diserud, O., Fiske, P. & Hindar, K. 2013. Forslag til kategorisering av laksebestander som er påvirket av rømt oppdrettslaks - Oppdatering for perioden 1989-2012. NINA Rapport 976: 1-24.
- Diserud, O.H., Hindar, K., Karlsson, S., Glover, K. & Skaala Ø. 2017. Genetisk påvirkning av rømt oppdrettslaks på ville laksebestander – status 2017. NINA Rapport 1337: 1-55.
- Fangel, K., Andersen, O. & Aas, Ø. 2008. Sjølaksefiske med faststående redskap i Norge i 2007. Kjenntegn 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., Kroglund, F., Strand, R., Stefansson, S.O., Bjørn, P.A., Rosseland, B.O., Nilsen, T.O. & Salbu, B. 2007. Salmon lice or suboptimal water quality - Reasons for reduced postsmolt survival? *Aquaculture* 273: 374-383.
- Finstad, B., Kroglund, F., Bjørn, P.A., Nilsen, R., Pettersen, K., Rosseland, B.O., Teien, H.-C., Nilsen, T.O., Stefansson, S., Salbu, B., Fiske, P. & Ebbesson, L.O.E. 2012. Salmon lice-induced mortality of Atlantic salmon postsmolts experiencing episodic acidification and recovery in freshwater. *Aquaculture* 362-363: 193-199.
- Fiske, P. 2013. Overvåking av rømt oppdrettslaks i elv om høsten 2010 - 2012. NINA Rapport 989: 1-33.
- Fiske, P., Aronsen, T. & Hindar, K. 2014. Overvåking av rømt oppdrettslaks i elver om høsten 2013. NINA Rapport 1063: 1-44.
- Fiske, P., Lund, R.A. & Hansen, L.P. 2006. Relationships between the frequency of farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in wild salmon populations and fish farming activity in Norway, 1989-2004. *ICES Journal of Marine Science* 63: 1182-1189.
- Fiske, P., Wennevik, V., Jensen, A. J., Utne, K. R., & Bolstad, G. H. 2017. Atlantic salmon; National Report for Norway 2016. ICES/WGNAS working paper, WP11: 1-29.
- Fiskeridirektoratet 2016. Statistikk for akvakultur.
www.fiskeridir.no/English/Aquaculture/Statistics
- 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 laksevasdrag. NINA Temahefte 32: 1-90.
- Forseth, T., Barlaup, B.T., Finstad, B., Fiske, P., Gjøsæter, 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* doi:10.1093/icesjms/fsx020.

- Frank, S.A. 1996. Models of parasite virulence. *Quarterly Review of Biology* 71: 37-78.
- Fraser, D.J., Minto, C., Calvert, A.M., Eddington, J.D. & Hutchings, J.A. 2010a. Potential for domesticated-wild interbreeding to induce maladaptive phenology across multiple populations of wild Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 67: 1768-1775.
- Fraser, D.J., Houde, A.L.S., Debes, P.V., O'Reilly, P., Eddington, J.D. & Hutchings, J.A. 2010b. Consequences of farmed-wild hybridization across divergent wild populations and multiple traits in salmon. *Ecological Applications* 20: 935-953.
- Friedland, K.D., Shank, B.V., Todd, C.D., McGinnity, P. & Nye, J.A. 2013. Differential response of continental stock complexes of Atlantic salmon (*Salmo salar*) to the Atlantic Multidecadal Oscillation. *Journal of Marine Systems* 133: 77-87.
- Friedland, K.D., MacLean, J.C., Hansen, L.P., Peyronnet, A.J., Karlsson, L., Reddin, D.G., Ó Maoiléidigh, N. & McCarthy, J.L. 2009. The recruitment of Atlantic salmon in Europe. *ICES Journal of Marine Science* 66: 289-304.
- Garseth, A.H. 2014. Piscine orthoreovirus in wild Atlantic salmon - with special focus on wild-farmed interaction. PhD thesis 2014:99 NMBU. Oslo, 261 s.
- 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., Biering, E. & Tengs, T. 2012a. Piscine myocarditis virus (PMCV) in wild Atlantic salmon *Salmo salar*. *Diseases of Aquatic Organisms* 102: 157-161.
- 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, A.H., Lo, H. & Bruheim, T. 2009. Occurrence of infectious pancreatic necrosis virus (IPNV) and *Renibacterium salmoninarum* in broodfish of wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Norway. European association of fish pathologists 2009 Praha Poster at EAAP conference.
- Garseth, A.H., Sindre, H., Karlsson, S. & Biering, E. 2016. Health monitoring of wild anadromous salmonids in freshwater in Norway I: Annual report on health monitoring of wild anadromous salmonids i Norway 2015. Veterinærinstituttets rapportserie Nr. 7-2016, Havforskningsinstituttet Nr. 22-2016.
- Garseth, A.H., Fritsvold, C., Opheim, M., Skjerve, E. & Biering, E. 2012b. Piscine reovirus (PRV) in wild Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and sea-trout, *Salmo trutta* L., in Norway. *Journal of Fish Diseases* 36: 483-493.
- Gjelland, K.Ø. & Sandlund, O.T. 2012. Pukkellaks, *Oncorhynchus gorbusha*. Artsdatabanken faktaark nr. 283, ISSN 1504-9140.
- Glover, K.A., Pertoldi, C., Besnier, F., Wennevik, V., Kent, M. & Skaala, Ø. 2013. Atlantic salmon populations invaded by farmed escapees: quantifying genetic introgression with a Bayesian approach and SNPs. *BMC Genetics* 14:74.
- Glover, K.A., Quintela, M., Wennevik, V., Besnier, F., Sørvik, A.G.E. & Skaala, Ø. 2012. Three decades of farmed escapees in the wild: a spatio-temporal analysis of Atlantic salmon population genetic structure throughout Norway. *PLoS ONE* 7(8): e43129.
- Glover, K.A., Solberg, M.F., McGinnity, P., Hindar, K., Verspoor, E., Coulson, M.W., Hansen, M.M., Araki, H., Skaala, Ø. & Svåsand, T. Half a century of genetic interaction between farmed and wild Atlantic salmon: Status of knowledge and unanswered questions. *Fish and Fisheries* DOI: 10.1111/faf.12214.
- Glover, K.A., Bos, J.B., Urdal, K., Madhun, A.S., Sørvik, A.G.E., Unneland, L., Seliussen, B.B., Skaala, Ø., Skilbrei, O.T., Tang, Y. & Wennevik, V. 2016. Genetic screening of farmed

- Atlantic salmon escapees demonstrates that triploid fish display reduced migration to freshwater. Biological invasions doi: 10.1007/s10530-016-1066-9.
- Harvey, A.C., Glover, K.A., Taylor, M.I., Creer, S. & Carvalho, G.R. 2016. A common garden design reveals population-specific variability in potential impacts of hybridization between populations of farmed and wild Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Evolutionary Applications* 9: 435-449.
- Haugland, M., Holst, J.C., Holm, M. & Hansen, L.P. 2006. Feeding of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) post-smolts in the Northeast Atlantic. *ICES Journal of Marine Science* 63: 1488-1500.
- 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).
- Heino, M., Svåsand, T., Wennevik, V. & Glover, K.A. 2015. Genetic introgression of farmed salmon in native populations: quantifying the relative influence of population size and frequency of escapees. *Aquaculture Environment Interactions* 6: 185-190.
- Helgesen, K.O., Jansen, P.A., Horsberg, T.E. & Tarpai, A. 2017. The surveillance programme for resistance to chemoterapeutants in salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) in Norway 2016. Annual Report 2016. Oslo: Norwegian Veterinary Institute 2017. ISSN 1894-5678, 15pp.
- 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.
- Heuch, P.A. & Mo, T.A. 2001. A model of salmon louse production in Norway: effects of increasing salmon production and public management measures. *Diseases of Aquatic Organisms* 45: 145-152.
- Hindar, K. & Taranger, G.L. 2012. Påvirkning fra rømt oppdrettslaks på ville laksebestander – tilbakemelding fra NINA og HI på henvendelse fra Miljøverndepartementet og Fiskeri- og kystdepartementet av 16.11.2012. Notat: 1-10.
- 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, 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., Fiske, P., Forseth, T., Jensen, A.J., Ugedal, O., Jonsson, N., Sloreid, S.-E., Arnekleiv, J.V., Saltveit, S.J., Sægrov, H. & Sættem, L.M. 2007. Gytebestandsmål for laksebestander i Norge. NINA Rapport 226: 1-78.
- Hjeltne, B., Bornø, G., Jansen, M.D., Haukaas, A., Walde, C. 2017. Fiskehelserapporten 2016. Veterinærinstituttet rapportserie nr 4/2017.: 1-120.
- Huse, G., Holst, J.C., Utne, K., Nøttestad, L., Melle, W., Slotte A., Ottersen, G., Fenchel, T. & Uiblein, F. 2012. Effects of interactions between fish populations on ecosystem dynamics in the Norwegian Sea - results of the INFERNO project. *Marine Biology Research* 8: 415-419.
- Hvidsten, N.A. & Lund, R.A. 1988. Predation on hatchery-reared and wild smolts of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in the estuary of River Orkla, Norway. *Journal of Fish Biology* 33: 121-126.
- Hvidsten, N.A. & Møkkelgjerd, P.I. 1987. Predation on salmon smolts, *Salmo salar* L., in the estuary of the River Surna, Norway. *Journal of Fish Biology* 30: 273-280.
- ICES 2007. Report of the workshop on the development and use of historical salmon tagging information from oceanic areas (WKDUHSTI). ICES CM 2007/DFC:02, 60 s.

- ICES 2008. Report on the workshop on salmon historical information. New investigations from old tagging data (WKSHINI). ICES CM 2008/DFC:02, 51 s.
- ICES 2016a. Final report of the working group on the integrated assessments of the Norwegian Sea (WGINOR), 7-11 December 2015, Reykjavik, Iceland. ICES CM 2015/SSGIEA:10, 149 s.
- ICES 2016b. Final report of the working group on the integrated assessments of the Barents Sea (WGIBAR), 22-26 February 2016, Murmansk, Russia. ICES CM 2016/SSGIEA:04, 126 s.
- ICES 2016c. Report of the working group on widely distributed stocks (WGWIDE), 31 August-6 September 2016, ICES HQ, Copenhagen, Denmark. ICES CM 2016/ACOM:16, 500 s.
- ICES 2016d. Report of the herring assessment working group for the area south of 62°N (HAWG), 29 March-7 April 2016, ICES HQ, Copenhagen, Denmark. ICES CM 2016/ACOM:07, 867 s.
- ICES 2017a. 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 2017b. Report of the Working Group on North Atlantic Salmon (WGNAS). 29 Mars -7 April 2017. Copenhagen, Denmark. ICES CM 2017/ACOM:20: 1-296
- 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.
- Jacobsen, J.A., Hansen, L.P., Bakkestuen, V., Halvorsen, R., Reddin, D.G., White, J., Ó Maoiléidigh, N., Russell, I.C., Potter, E.C.E., Fowler, M., Smith, G.W., Mork, K.A., Isaksson, A., Oskarsson, S., Karlsson, L. & Pedersen, S. (2012) Distribution by origin and sea age of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in the sea around the Faroe Islands based on analysis of historical tag recoveries. ICES Journal of Marine Science 69: 1598-1608.
- Jensen, A.J., Finstad, B., Fiske, P. & Saksgård, L. 2016a. Smoltutvandring, marin vekst og sjøoverlevelse hos sjøørret, sjørøye og laks i Halselva, Finnmark. NINA Rapport 1225: 1-33.
- Jensen, A.J., Hansen, L.P., Johnsen, B.O. & Karlsson, S. 2017. Rapid evolution of genetic and phenotypic divergence in Atlantic salmon following the colonisation of two new branches of a watercourse. Genetics Selection Evolution 49:22
- Jensen, A.J., Sægrov, H., Hansen, L.P., Fiske, P. & Gjosæter, 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. 2016b. Fiskebiologiske undersøkelser i Auravassdraget. Årsrapport for 2015. Norsk institutt for naturforskning NINA rapport 1249: 1-52.
- Johansen, L.H., Jensen, I., Mikkelsen, H., Bjørn, P.A., Jansen, P.A. & Bergh, O. 2011. Disease interaction and pathogens exchange between wild and farmed fish populations with special reference to Norway. Aquaculture 315: 167-186.
- 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.
- Jonsson, N., Hansen, L.P. & Jonsson, B. 1991. Variation in age, size and repeat spawning of adult Atlantic salmon in relation to river discharge. Journal of Animal Ecology 60: 937-947.
- Jonsson, B., Jonsson, N. & Ugedal, O. 2011. Production of juvenile salmonids in small Norwegian streams is affected by agricultural land use. Freshwater Biology 56: 2529-2543.

- Jonsson, B., Jonsson, N. & Albrechtsen, J. 2016. Environmental change influences the life history of salmon *Salmo salar* in the North Atlantic Ocean. *Journal of Fish Biology* 88: 618-637.
- Jonsson, N., Hansen, L.P. & Jonsson, B. 1991. Variation in age, size and repeat spawning of adult atlantic salmon in relation to river discharge. *Journal of Animal Ecology* 60: 937-947.
- 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*, akseptert.
- Karlsson, S., Moen, T., Lien, S., Glover, K. & Hindar, K. 2011. Generic genetic differences between farmed and wild Atlantic salmon identified from a 7K SNP-chip. *Molecular Ecology Resources* (Supplement 1) 11: 247-253.
- 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.
- Kristoffersen, A.B., Qviller, L., Viljugren, H., Pedersen, K.O & Jansen, P.A. 2017. Vurdering av luseindusert dødelighet på villaks. Veterinærinstituttet Rapport 8-2017.
- Krkošek, M., Revie, C.W., Finstad, B. & Todd, C.D. 2014. Comment on Jackson et al. "Impact of *Lepeophtheirus salmonis* infestations on migrating Atlantic salmon, *Salmo salar* L., smolts at eight locations in Ireland with an analysis of lice-induced marine mortality". *Journal of Fish Diseases* 37: 415-417.
- 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. doi: 10.1098/rspb.2012.2359.
- Kålås, S., Johnsen, G.H., Sægrov, H. & Urdal, K. 2012. Lakselus på Vestlandet frå 1992 til 2010. Bestandseffekt på laks. Rådgivende Biologer AS Rapport 1516: 1-55.
- L'Abée-Lund, J.H., Haugen, T.O. & Vøllestad, L.A. 2006. Disentangling local from macroenvironmental effects: quantifying the effect of human encroachments based on historical river catches of anadromous salmonids. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 63: 2318-2323.
- Lien, S., Koop, B.F., Sandve, S.R., Miller, J.R., Kent, M.P., Nome, T., Hvidsten, T.R., Leong, J.S., Minkley, D.R., Zimin, A., Grammes, F., Grove, H., Gjuvsland, A., Walenz, B., Hermansen, R.A., von Schalburg, K., Rondeau, E.B., Di Genova, A., Samy, J.K.A., Vik J.O., Vigeland, M.D., Caler, L., Grimholt, U., Jentoft, S., Våge D.I., de Jong, P., Moen, T., Baranski, M., Palti, Y., Smith, D.R., Yorke, J.A., Nederbragt, A.J., Tooming-Klunderud, A., Jakobsen, K.S., Jiang, X., Fan, D., Hu, Y., Liberles, D.A., Vidal, R., Iturra, P., Jones, S.J.M., Jonassen, I., Maass, A., Omholt, S.W., Davidson, W.S. 2016. The Atlantic salmon genome provides insights into rediploidization. *Nature* 533: 200-205.
- Lovoll, M., Wiik-Nielsen, J., Grove, S., Wiik-Nielsen, C.R., Kristoffersen, A.B., Faller, R., Poppe, T., Jung, J., Pedomallu, C.S., Nederbragt, A.J., Meyerson, M., Rimstad, E. & Tengs, T. 2010. A novel totivirus and piscine reovirus (PRV) in Atlantic salmon (*Salmo salar*) with cardiomyopathy syndrome (CMS). *Virology Journal* 7: 309.
- Lund, R.A. & Hansen, L.P. 1991. Identification of wild and reared Atlantic salmon, *Salmo salar* L., using scale characters. *Aquaculture and Fisheries Management* 22: 499-508.
- Lund, R.A., Hansen, L.P. & Järvi, T. 1989. Identifisering av oppdrettslaks og villaks ved ytre morfologi, finnestørrelse og skjellkarakterer. NINA forskningsrapport 001: 1-54.
- Madhun, A.S., Karlsbakk, E., Isachsen, C.H., Omdal, L.M., Eide Sørvik, A.G., Skaala, Ø., Barlaup, B.T. & Glover, K.A. 2015. Potential disease interaction reinforced: double-virus-infected escaped farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., recaptured in a nearby river. *Journal of Fish Diseases* 38: 209-219.

- 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.
- Melle, V., Ellertsen, B., Skjoldal, H.R. 2004. Zooplankton: The link to higher trophic levels. I: Skjoldal, H.R. (red.) *The Norwegian Sea Ecosystem*. Tapir Academic Press, Trondheim, s. 137-202.
- Mills, K.E., Pershing, A.J., Sheehan, T.F. & Mountain, D. 2013. Climate and ecosystem linkages explain widespread declines in North American Atlantic salmon populations. *Global Change Biology* 19: 2046-3061.
- 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.
- Monstad T. 2004. Blue whiting. I: Skjoldal, H.R. (red.). *The Norwegian Sea Ecosystem*. Trondheim: Tapir Academic Press, s. 263-288.
- Moore, A. & Waring, C.P. 2001. The effects of a sunthetic pesiticide on some aspects of reproduction in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquatic Toxicology* 52: 1-12.
- Mørkved, O.J. & Krokan, P.S. 1997. Innteksts- og kostnadsforhold i det norkse sjølaksefisket med faststående redskap. Rapport til Havbeiteprogrammet PUSH og Direktoratet for naturforvaltning.
- NASCO 2016. Report of the Working Group on Stock Classification. CNL(16)11, 12 sider.
- Nilsen, R., Bjørn, P.A., Serra Llinares, R.M., Asplin, L., Sandvik, A., Johnsen, I.A., Skulstad, O.F., Karlsen, Ø., Finstad, B., Berg, M., Uglem, I., Barlaup, B., Vollset, K.W. & Lehmann, G. 2016. Lakselusinfeksjonen på vill laksefisk langs Norskekysten i 2015. En fullskala test av modellbasert varslng og tilstandsbekreftelse. Sluttrapport til Mattilsynet. Rapport fra havforskningen nr. 2-2016: 1-55 + appendiks.
- Nilsen, F., Ellingsen, I., Finstad, B., Jansen, P. A., Karlsen, Ø., Kristoffersen, A. B., Sandvik, A. D., Sægrov, H., Ugedal, O., Vollset, K. W., & Myksvoll, M. S. 2017. Vurdering av lakselusindusert villfiskdødelighet per produksjonsområde. Rapport fra ekspertgruppe for vurdering av lusepåvirkning, Vår 2017: 1-225.
- Næsje, T.F., Aronsen, T., Ulvan, E.M., Moe, K., Fiske, P., Økland, F., Østborg, G., Diserud, O., Skorstad, L., Sandnes, T. & Staldvik, F. 2015. Villaks og rømt oppdrettslaks i Namsfjorden og Namsenvassdraget: Fangst, atferd og andeler rømt oppdrettslaks. 2012-2014. NINA Rapport 1138: 1-106.
- Næsje, T.F., 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.
- Nøttestad, L., Utne, K.R., Óskarsson, G. J., Jónsson, S. Þ., Jacobsen, J. A., Tangen, Ø., Anthonypillai, V., Aanes, S., Vølstad, J.H., Bernasconi, M., Debes, H., Smith, L., Sveinbjörnsson, S., Holst, J.C., Jansen, T. & Slotte, A. 2016b. Quantifying changes in abundance, biomass and spatial distribution of Northeast Atlantic (NEA) mackerel

- (*Scomber scombrus*) in the Nordic Seas from 2007 to 2014. ICES Journal of Marine Science 73: 359-373.
- Olafsdottir, A.H., Slotte, A., Jacobsen, J.A., Oskarsson, G.J., Utne, K.R. & Nøttestad, L. 2016. Changes in weight-at-length and size at-age of mature Northeast Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) from 1984 to 2013: effects of mackerel stock size and herring (*Clupea harengus*) stock size. ICES Journal of Marine Science 73: 1255-1265.
- Otero, J., Jensen, A.J., L'Abée-Lund, J.H., Stenseth, N.C., Storvik, G.O. & Vøllestad, L.A. 2011. Quantifying the ocean, freshwater and human effects on year-to-year variability of one-sea-winter Atlantic salmon angled in multiple Norwegian rivers. PLoS ONE 6(8): e24005.
- Pettersen, J.M., Osmundsen, T., Aunsmo, A., Mardones, F.O. & Rich, K.M. 2015. Controlling emerging infectious diseases in salmon aquaculture. Scientific and Technical Review of the Office International des Epizooties 34: 923-938.
- Plantalech Manel-la, N., Chittenden, C.M., Økland, F., Thorstad E.B., Davidsen J.G., Sivertsgård, R., McKinley, R.S. & Finstad, B. 2011. Does river of origin influence the early marine migratory performance of *Salmo salar*? Journal of Fish Biology 78: 624-634.
- 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.
- Raynard, R.S., Wahli, T., Vatsos, I. & Mortensen, S. 2007. Review of disease interaction and pathogen exchange between farmed and wild finfish and shellfish in Europe. Deliverable 1.1 DipNet-Disease interaction and pathogen exchange network EU FP 6. s. 459, Oslo.
- R Core Team 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- 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.
- Richardson, A.J. & Schoeman, D.S. 2004. Climate impact on plankton ecosystems in the Northeast Atlantic. Science 5: 1609-1612.
- Rikardsen, A.H. & Dempson, J.B. 2011. Dietary life-support: The marine feeding of Atlantic salmon. I: Atlantic Salmon Ecology (Aas, Ø., Einum, S., Klemetsen, A. & Skudal, J., red.), s. 115-144. Wiley-Blackwell, Oxford.
- 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.
- Skaala, Ø., Wennevik, V. & Glover, K.A. 2006. Evidence of temporal genetic change in wild Atlantic salmon, *Salmo salar* L., populations affected by farm escapees. ICES Journal of Marine Science 63: 1224-1233.
- 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.
- Skaret, G., Bachiller, E., Langøy, H. & Stenevik, E.K. 2015. Mackerel predation on herring larvae during summer feeding in the Norwegian Sea. ICES Journal of Marine Science 72: 2313-2321.

- 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.
- Skjoldal, H.R., Dalpadado, P. & Dommasnes, A. 2004. Food webs and trophic interactions. I: Skjoldal, H.R. (red.) *The Norwegian Sea ecosystem*. Tapir academic press, Trondheim, Norway, s. 447-506.
- 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.
- 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* doi: 10.1111/eff.12280
- Svåsand, T., Karlsen, Ø., Kvamme, B.O., Stien, L.H., Taranger, G.L. & Boxaspen, K.K. (red.). 2016. Risikovurdering av norsk fiskeoppdrett 2016. Fisken og havet, særnummer. 2-2016, 189 s.
- 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, 181 s.
- 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, 158 s.
- 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., Fleming, I.A., McGinnity, P., Soto, D., Wennevik, V. & Whoriskey, F. 2008. Incidence and impacts of escaped farmed Atlantic salmon *Salmo salar* in nature. Report from the Technical Working Group on Escapes of the Salmon Aquaculture Dialogue. NINA Special Report 36: 1-110.
- Thorstad, E.B., Whoriskey, F., Uglem, I., Moore, A., Rikardsen, A.H. & Finstad, B. 2012. A critical life stage of the Atlantic salmon *Salmo salar*: behaviour and survival during the smolt and initial post-smolt migration. *Journal of Fish Biology* 81: 500-542.
- Vasemägi, A., Kahar, S. & Ozerov, M.Y. 2016. Genes that affect Atlantic salmon growth in hatchery do not have the same effect in the wild. *Functional Ecology* 30:1687-1695.
- Vollset, K.W., Halttunen, E., Finstad, B., Karlsen, Ø., Bjørn, P.A. & Dohoo, I. 2017. Salmon lice infestations on sea trout predicts infestations on migrating salmon post-smolts. *ICES Journal of Marine Science* doi:10.1093/icesjms/fsx090.
- 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., Romundstad, 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., Dohoo, I., Karlsen, Ø., Halttunen, E., Kvamme, B.O., Finstad, B., Wennevik, V., Diserud, O.H., Bateman, A., Friedland, K.D., Mahlum, S., Jørgensen, C., Qviller, L.,

- Krkošek, M., Åtland, Å. & Barlaup, B. T. 2017. Disentangling the role of sea lice on the marine survival of Atlantic salmon. ICES Journal of Marine Science, doi:10.1093/icesjms/fsx104.
- 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., Hirst, D., L'Abée-Lund, J.H., Armstrong, J.D., MacLean, J.C., Youngson, A. & Stenseth, N.C. 2009. Divergent trends in anadromous salmonid populations in Norwegian and Scottish rivers. Proceedings of the Royal Society of London, Series B 276: 1021-1027.
- Wiik-Nielsen, J., Alarcon, M., Jensen, B.B., Haugland, O. & Mikalsen, A.B. 2016. Viral co-infections in farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., displaying myocarditis. Journal of fish diseases 39: 1495-1507.

VEDLEGG

Vedlegg 1. Skjema sendt til Fylkesmennenes miljøvernavdelinger

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

INFORMASJON OM ORGANISERING AV LAKSEFISKE OG BESKATNING I LAKSEVASSDRAG

ETT SKJEMA FYLLES UT PER VASSDRAG

FRIST 1. FEBRUAR 2017

OPPLYSNINGER OM FISKESESONGEN 2016 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 2016.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 (gjørne med telefonnr, e-postadresse og/eller postadresse):

SPØRSMÅL OM REGULERING AV FISKET I 2016:

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 2016 som i 2015?

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 2016 (inklusive lokale bestemmelser og eventuelle innkortinger bestemt underveis)?

3 Var det endring fra 2015 til 2016 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 2016? Hvis ja: var dette på tradisjonelt gode fiskeplasser hvor mye laks tidligere har blitt fanget?

5 Var det endring fra 2015 til 2016 i hva slags fiskeredskaper var tillatt å benytte i vassdraget? Hvis ja: beskriv på hvilken måte.

6 Var det endring fra 2015 til 2016 i kvotereguleringer av laksefisket i vassdraget (sesongkvoter, døgnkvoter etc.)? Hvis ja: beskriv på hvilken måte.

7 Var det endring fra 2015 til 2016 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 2016?

8 Ble det gjennomført endringer i reguleringen av fisket etter midtsesongevaluering i 2016? Hvis ja: spesifiser på hvilken måte.

9 Var det spesielle forhold som du tror påvirket beskatningsraten i 2016-sesongen (for eksempel uvanlig lange perioder med svært lav eller høy vannføring)?

10 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.

11 Hvor god er fangststatistikken for vassdraget i 2016, målt i forhold til hvor stor andel av reell fangst som blir rapportert? Kryss av ett av alternativene nedenfor.

- ☐ Fangststatistikken for 2016 har svært store mangler
- ☐ Fangststatistikken for 2016 har store mangler
- ☐ Fangststatistikken for 2016 er god, men med noen mangler
- ☐ Fangststatistikken for 2016 er god
- ☐ Fangststatistikken for 2016 er svært god

Sett inn utfyllende kommentar om fangststatistikken, hvis ønskelig:

SPØRSMÅL OM TELLINGER AV FISK I 2016:

12 Har det vært tellinger av voksenfiskbestanden i vassdraget i 2016 (fyll inn ja/nei for hver rute)?
(Legg ved resultatene fra tellingene i egen rapport, eller legg ved henvisning til hvor tellingene kan finnes)

	Gytefisktellinger
	Tellinger i fisketrapp
	Annet, spesifiser: _____

SPØRSMÅL OM PUKKELLAKS OG REGNBUEØRRET I VASSDRAGET I 2016:

13 Er det fanget eller observert pukkellaks i vassdraget i 2016? Hvis ja, hvor mange?

14 Er det fanget eller observert regnbueørret i vassdraget i 2016? Hvis ja, hvor mange?

SPØRSMÅL OM KULTIVERING I VASSDRAGET I 2016:

15 Foregikk kultivering av laks, sjøørret, eller sjørøye i vassdraget i 2016? I så fall, spesifiser hvilke(n) art(er) dette gjelder.

16 Gi nærmere opplysninger om kultiveringen som foregikk i 2016.

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?

17 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?

18 Hva er bakgrunnen for og formålet med kultiveringen i vassdraget i 2016 (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 2016 i høyre kolonne i tabellen.

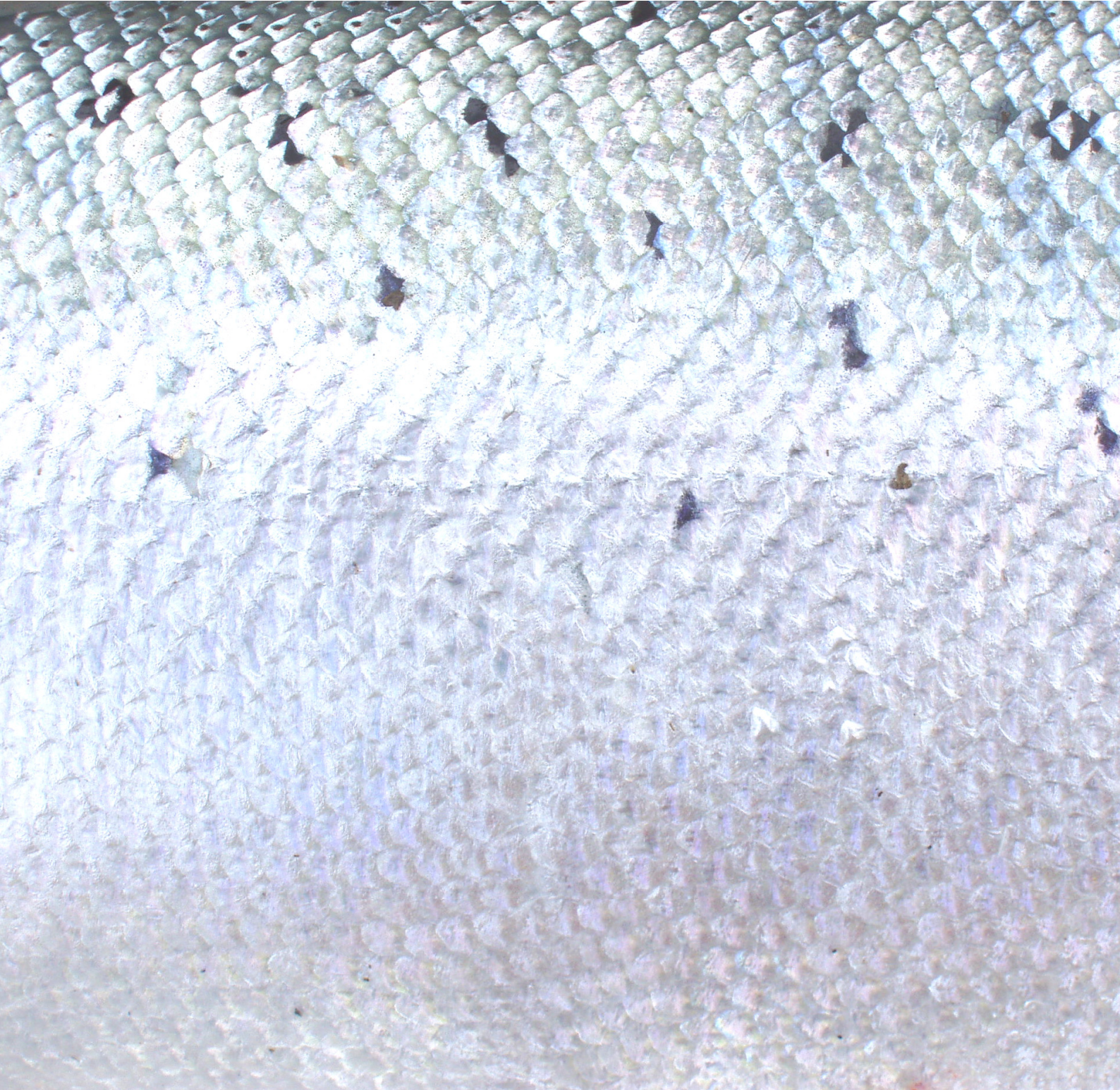
LAKS	2016
Antall stamfisk totalt	
Antall stamfisk hunner < 3 kg	
Antall stamfisk hunner 3-7 kg	
Antall stamfisk hunner > 7 kg	
Antall stamfisk hanner < 3 kg	
Antall stamfisk hanner 3-7 kg	
Antall stamfisk hanner > 7 kg	
Planting av rogn (mengde)	
Utsetting yngel og settefisk (stadium og antall)	
Utsetting 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. Returner fila til Laila Saksgård, NINA: laila.saksgard@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), NINA.

Vedlegg 2. Smittestatus per mai 2017 for de 50 norske 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	Nord-Trøndelag			X
Figga	Nord-Trøndelag			X
Lundelva	Nord-Trøndelag			X
Vulleelva	Nord-Trøndelag			X
Langsteinelva	Nord-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	
Aurelva	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	Sogn og Fjordane			X
Lærdalselva	Sogn og Fjordane		X	
Drammenselva	Buskerud	X		
Lierelva	Buskerud	X		
Sandeelva	Vestfold	X		
Totalt antall vassdrag	50	7	21	22



KONTAKTINFO:

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning

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

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

www.vitenskapsradet.no, tlf 73 80 14 00

ISSN: 1891-442X

ISBN: 978-82-93038-20-7

