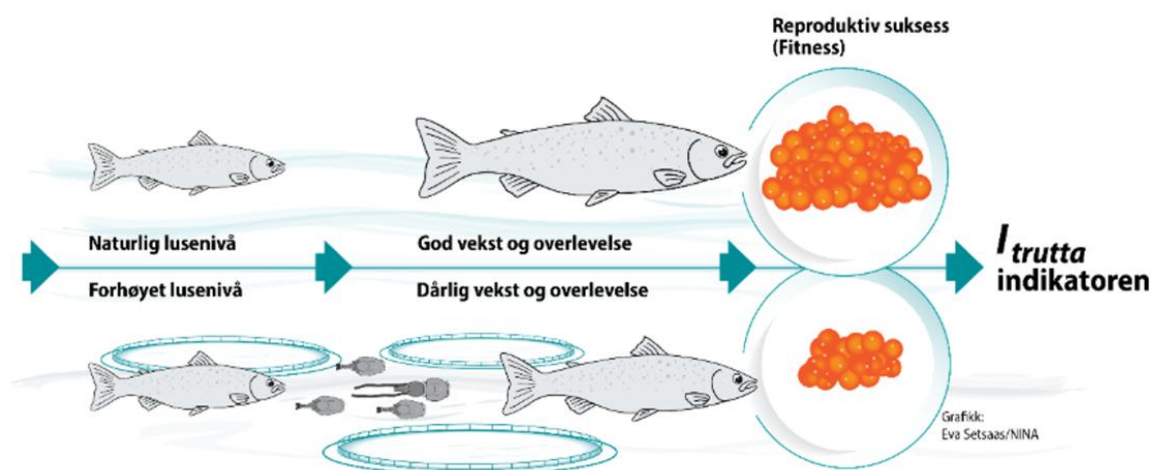


Indikatorverdier (I_{trutta}) for sjøørret i Trafikklyssystemets produksjonsområder i 2024 og 2025

Agnes Holstad, Geir H. Bolstad, Ola H. Diserud, Sindre H. Eldøy,
Ørjan Karlsen, Anne D. Sandvik, Tormod Haraldstad,
Thron O. Haugen, Kate L. Hawley, Sten Karlsson, Anders Lamberg,
Rachel A. Paterson, Harald Sægrov, Ola Ugedal, Eva M. Ulvan,
Henning A. Urke, Knut W. Vollset, Tor F. Næsje



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er NINAs ordinære rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på engelsk, som NINA Report.

NINA Temahefte

Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. Heftene har vanligvis en populærvitenskapelig form med vekt på illustrasjoner. NINA Temahefte kan også utgis på engelsk, som NINA Special Report.

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

Annen publisering

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

Indikatorverdier (I_{trutta}) for sjøørret i Trafikklyssystemets produksjonsområder i 2024 og 2025

Agnes Holstad¹, Geir H. Bolstad¹, Ola H. Diserud¹, Sindre H. Eldøy², Ørjan Karlsen³, Anne D. Sandvik³, Tormod Haraldstad⁴, Thron O. Haugen⁵, Kate L. Hawley⁶, Sten Karlsson¹, Anders Lamberg⁷, Rachel A. Paterson¹, Harald Sægrov⁸, Ola Ugedal¹, Eva M. Ulvan¹, Henning A. Urke⁹, Knut W. Vollset⁴ og Tor F. Næsje¹

¹ Norsk institutt for naturforskning (NINA), P.b. 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

² Institutt for naturhistorie, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), P.b. 8900, 7491 Trondheim

³ Havforskningsinstituttet (HI), P.b. 1870 Nordnes, 5817 Bergen

⁴ NORCE Norwegian Research Centre, Margraten 112, 5008 Bergen

⁵ Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU), P.b. 5003, 1432 Ås

⁶ Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Økernveien 94, 0579 Oslo

⁷ Skandinavisk naturovervåking, Vestre Rosten 81, 7075 Tiller

⁸ Rådgivende biologer, Edvard Griegs vei 3D, 5059 Bergen

⁹ Aqualife R&D, P.b. 1294 Torgarden, 7462 Trondheim

Holstad, A., Bolstad, G.H., Diserud, O.H., Eldøy, S.H., Karlsen, Ø., Sandvik, A.D., Haraldstad, T., Haugen, T. O., Hawley, K.L., Karlsson, S., Lamberg, A., Paterson, R.A., Sægrov, H., Ugedal, O., Ulvan, E.M., Urke, H.A., Vollset, K.W. & Næsje, T.F. 2025. Indikatorverdier (*I_{trutta}*) for sjørret i Trafikklyssystemets produksjonsområder i 2024 og 2025. NINA Rapport 2688. Norsk institutt for naturforskning.

Trondheim, desember 2025

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-5515-8

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Midlertidig unndratt offentlighet (§5b)

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Tonje Aronsen

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Anne Kristin Jøranlid (sign.)

OPPDRAKSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Nærings- og fiskeridepartementet

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Nina Eriksen Vinje

FORSIDEBILDE

I_{trutta} © NINA

NØKKEWORD

Trafikklyssystemet

Sjørret

Salmo trutta

Lakselus

Lepeophtheirus salmonis

Produksjonsområder

Fitness

Mortalitet

Reproduksjon

TEKSTLIKHET

Rapporten benytter resultater fra tidligere rapporter av Norsk institutt for naturforskning og Havforskningsinstituttet og tekstlikhet med disse rapportene forekommer.

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor
Postboks 5685 Torgarden
7485 Trondheim
Tlf: 73 80 14 00

NINA Oslo
Sognsveien 68
0855 Oslo
Tlf: 73 80 14 00

NINA Tromsø
Postboks 6606 Langnes
9296 Tromsø
Tlf: 77 75 04 00

NINA Lillehammer
Vormstuguvegen 40
2624 Lillehammer
Tlf: 73 80 14 00

NINA Bergen
Thormøhlens gate 55
5006 Bergen
Tlf: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Holstad, A., Bolstad, G.H., Diserud, O.H., Eldøy, S.H., Karlsen, Ø., Sandvik, A.D., Haraldstad, T., Haugen, T.O., Hawley, K.L., Karlsson, S., Lamberg, A., Paterson, R.A., Sægrov, H., Ugedal, O., Ulvan, E.M., Urke, H.A., Vollset, K.W. & Næsje, T.F. 2025. Indikatorverdier (I_{trutta}) for sjøørret i Trafikklyssystemets produksjonsområder i 2024 og 2025. NINA Rapport 2688 Norsk institutt for naturforskning.

I arbeidet med utviklingen av sjøørretindikatoren publiserte Bolstad et al. (2025a) en indikator (I_{trutta}) basert på sjøørretens fitness som er en organismes evne til å overleve og reproducere i løpet av livet. Nedgang i fitness beregnes som påvirkning fra lakselus de to første årene sjøørreten er i sjøen gjennom nedgangen i den forventede totale reproduktive suksessen til hunnfisk. Dette kan også beskrives som nedgangen i antall avkom (befrukta egg) en sjøørret er forventet å få på grunn av lakselusa.

I samarbeid med sentrale forskningsmiljø som jobber med sjøørret har NINA beskrevet sjøørretindikatorens rammeverk, variabler og mulige konsekvenser av ulike forutsetninger som ligger til grunn i rapporten «Sjøørretindikator for implementering i Trafikklyssystemet» (Næsje et al. 2025) oversendt NFD i februar 2025. Rapporten er utarbeidet av NINA, Havforskningsinstituttet (HI), NORCE, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU), Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Aqualife R&D, Rådgivende biologer og Skandinavisk naturovervåking.

For å operasjonalisere sjøørretindikatoren er det utarbeidet en virtuell sjøørretmodell som estimerer indikatorverdier som representerer den forventede luseinduserte nedgangen i fitness for første- og andregangsvandrende sjøørrethunner fra 1028 norske vassdrag tidligere beskrevet av Vitenskapelig råd for lakseforvaltning (VRL).

I denne rapporten presenterer vi indikatorverdiene for sjøørret i 2024 og 2025 både som uvektede verdier som er et gjennomsnitt av alle sjøørretvassdragene i produksjonsområdet, og et tilsvarende vektet gjennomsnitt som er justert for vassdragenes teoretiske produksjon av sjøørret.

Tilsvarende som for vurderingene av lakselusas påvirkning på utvandrende laksesmolt (jfr. Stige et al. 2025), beskriver indikatorverdiene for sjøørret risikobidraget som forskjell i fitness med eller uten påvirkning fra lakselus. For at indikatorverdiene skal være lettere å sammenligne med dagens Trafikklyssystem for laks, har vi benyttet de samme kategoriene for påvirkning: lav (<10 %), moderat (10-30 %), og høy (>30 %) (Meld. St. 16 (2014-2015)). Analysene viser at indikatorverdien for sjøørret var over 30 % i fem til ni produksjonsområder avhengig av hvilken sjøørretindikator som benyttes.

Agnes Holstad, NINA, P.b. 5685 Torgarden, 7485 Trondheim (agnes.holstad@nina.no)
Geir H. Bolstad, NINA, P.b. 5685 Torgarden, 7485 Trondheim (geir.bolstad@nina.no)
Ola H. Diserud, NINA, P.b. 5685 Torgarden, 7485 Trondheim (ola.diserud@nina.no)
Sindre H. Eldøy, NTNU, P.b. 8900 Torgarden, 7491 Trondheim (sindre.eldoy@ntnu.no)
Ørjan Karlsen, HI, P.b. 1870 Nordnes, 5817 Bergen (orjan.karlsen@hi.no)
Anne D. Sandvik, HI, P.b. 1870 Nordnes, 5817 Bergen (anne.dagrun.sandvik@hi.no)
Tormod Haraldstad, NORCE, Universitetsveien 19, 4630 Kristiansand
(torh@norceresearch.no)
Thron O. Haugen, NMBU, P.b. 5003, 1432 Ås (thrond.haugen@nmbu.no)
Kate L. Hawley, NIVA, Økernveien 94, 0579 Oslo (kate.hawley@niva.no)
Sten Karlsson, NINA, P.b. 5685 Torgarden, 7485 Trondheim (sten.karlsson@nina.no)
Anders Lamberg, Skandinavisk naturovervåking, Vestre Rosten 81, 7075 Tiller
(anders.lamberg@dnv.com)
Rachel A. Paterson, NINA, P.b. 5685 Torgarden, 7485 Trondheim (rachel.pater-
son@nina.no)
Harald Sægrov, Rådgivende biologer, Edvard Griegs vei 3D, 5059 Bergen
(harald.sagrov@dnv.com)
Ola Ugedal, NINA, P.b. 5685 Torgarden, 7485 Trondheim (ola.ugedal@nina.no)
Eva M. Ulvan, NINA, P.b. 5685 Torgarden, 7485 Trondheim (eva.ulvan@nina.no)
Henning A. Urke, Aqualife R&D, P.b. 1294 Torgarden, 7462 Trondheim
(henning.urke@aqualife-rd.no)
Knut W. Vollset, NORCE, Nygårdsgaten 112, 5008 Bergen (knvo@norceresearch.no)
Tor F. Næsje, NINA, P.b. 5685 Torgarden, 7485 Trondheim (tor.nasje@nina.no)

Innhold

1 Utvidet sammendrag	8
2 Sjørret	14
3 Oversikt over sjørretindikatoren	16
3.1 <i>Itrutta</i>	16
3.2 Vekting av indikatoren for produksjonsområdene	22
4 Forutsetninger og usikkerheter i vurderingen	24
5 Hovedresultater	25
5.1 Resultatene for 2024	26
5.2 Resultatene for 2025	29
5.3 Resultatene for 2024 smoltkohorten	32
6 Resultater for produksjonsområdene 2024	34
6.1 Produksjonsområde 1: Svenskegrensa til Jæren	34
6.2 Produksjonsområde 2: Ryfylke	44
6.3 Produksjonsområde 3: Karmøy til Sotra	54
6.4 Produksjonsområde 4: Nordhordaland til Stad	64
6.5 Produksjonsområde 5: Stad til Hustadvika	74
6.6 Produksjonsområde 6: Nordmøre og Sør-Trøndelag	84
6.7 Produksjonsområde 7: Nord-Trøndelag med Bindal	94
6.8 Produksjonsområde 8: Helgeland til Bodø	104
6.9 Produksjonsområde 9: Vestfjorden og Vesterålen	114
6.10 Produksjonsområde 10: Andøya til Senja	124
6.11 Produksjonsområde 11: Kvaløya til Loppa	134
6.12 Produksjonsområde 12: Vest-Finnmark	144
6.13 Produksjonsområde 13: Øst-Finnmark	154
7 Resultater for produksjonsområdene 2025	164
7.1 Produksjonsområde 1: Svenskegrensa til Jæren	164
7.2 Produksjonsområde 2: Ryfylke	173
7.3 Produksjonsområde 3: Karmøy til Sotra	182
7.4 Produksjonsområde 4: Nordhordaland til Stad	191
7.5 Produksjonsområde 5: Stad til Hustadvika	200
7.6 Produksjonsområde 6: Nordmøre og Sør-Trøndelag	209
7.7 Produksjonsområde 7: Nord-Trøndelag med Bindal	218
7.8 Produksjonsområde 8: Helgeland til Bodø	227
7.9 Produksjonsområde 9: Vestfjorden og Vesterålen	236
7.10 Produksjonsområde 10: Andøya til Senja	245
7.11 Produksjonsområde 11: Kvaløya til Loppa	254
7.12 Produksjonsområde 12: Vest-Finnmark	263
7.13 Produksjonsområde 13: Øst-Finnmark	272
8 Resultater for 2024 smoltkohorten for produksjonsområdene	281
8.1 Produksjonsområde 1: Svenskegrensa til Jæren	281
8.2 Produksjonsområde 2: Ryfylke	283
8.3 Produksjonsområde 3: Karmøy til Sotra	285
8.4 Produksjonsområde 4: Nordhordaland til Stad	287
8.5 Produksjonsområde 5: Stad til Hustadvika	289
8.6 Produksjonsområde 6: Nordmøre og Sør-Trøndelag	291
8.7 Produksjonsområde 7: Nord-Trøndelag med Bindal	293
8.8 Produksjonsområde 8: Helgeland til Bodø	295

8.9	Produksjonsområde 9: Vestfjorden og Vesterålen.....	297
8.10	Produksjonsområde 10: Andøya til Senja	299
8.11	Produksjonsområde 11: Kvaløya til Loppa.....	301
8.12	Produksjonsområde 12: Vest-Finnmark.....	303
8.13	Produksjonsområde 13: Øst-Finnmark.....	305
9	Modellsystem	307
9.1	Oversikt over vassdragene som blir vurdert.....	307
9.2	Romlig fordeling av luselarver i sjøen	307
9.3	Romlig fordeling av sjørret i sjøen.....	308
9.4	Tidspunkt for utvandring	316
9.5	Lengde på sjøopphold	321
9.6	Opplevd lusekonsentrasjon	326
9.7	Størrelse ved utvandring	326
9.8	Vekst i sjøen	328
9.9	Lusepåslag	329
9.10	Infestasjonsgrad	332
9.11	Tålegrenser.....	333
9.12	Utrekning av indikatorverdiene.....	335
9.13	Usikkerhet i indikatorverdiene	336
10	Referanser.....	337
11	Vedlegg.....	344

Forord

Nærings- og fiskeridepartementet (NFD) ba i oktober 2023 Norsk institutt for naturforskning (NINA) om å utarbeide en indikator for lakselusas påvirkning på sjørretbestander. I sin henvendelse til NINA sier NFD blant annet: *«Departementet ber derfor om at arbeidet med å inkludere sjørreten i trafikklyssystemet prioriteres i tiden fremover, og at de statlige bevilgningene benyttes til å finansiere ferdigstillingen av dette arbeidet. NINA skal fortsette å lede arbeidet, men gis også muligheten til å inkludere data, kunnskap og nødvendige bidrag fra andre institusjoner for å innhente informasjon som er nødvendig for å operasjonalisere en ny sjørretindikator.»* I henhold til bestillingen fra NFD er det departementets mål at vurderingene av lusepåvirkning på sjørret skal inkluderes i fargeleggingen i 2026. Fargeleggingen av produksjonsområdene gjøres for to år av gangen i oddetallsår. Dette innebærer at sjørretindikatoren må være operativ i 2025 slik at vurderinger av lakselusas påvirkning på sjørret kan gjøres basert på lakselussituasjonen i årene 2024 og 2025.

Som et ledd i dette arbeidet publiserte Bolstad et al. (2025a) en indikator basert på sjørretens fitness (*I_{trutta}*). Deretter har NINA i samarbeid med Havforskningsinstituttet (HI), NORCE, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU), Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Aqualife R&D, Rådgivende biologer og Skandinavisk naturovervåking utarbeidet rapporten «Sjørretindikator for implementering i Trafikklyssystemet» (Næsje et al. 2025), og rapporten «Foreløpige indikatorverdier (*I_{trutta}*) for sjørret i produksjonsområdene i 2021 og 2024» (Bolstad et al. 2025b).

Indikatorverdien fitness kan forstås som en organismes evne til å overleve og reproducere i løpet av livet. Basert på lakselusas påvirkning på første og andregangsvandrende sjørret beregnes endringer i fitness fra den forventede totale reproduktive suksessen, altså antall avkom (befrukta egg) en sjørret er forventet å få, uten tilstedeværelsen av lakselus.

I denne rapporten presenteres indikatorverdier for de 13 produksjonsområdene for 2024 og 2025. Det er siden oversendelse av den foreløpige indikatorrapporten for 2024 gjort endringer i modellene som ligger til grunn for utregningen av indikatorverdiene. Det overordnede bildet av den uvektede lusepåvirkningen på sjørreten i produksjonsområdene er relativt likt, mens det har blitt større endringer i de vektete indikatorverdiene. For at lakselusas påvirkning på sjørreten skal kunne beregnes årlig benyttes data fra 1. mars til 30. september. Indikatorrapporten for 2024 og 2025 er en omfattende faglig rapport. For å gjøre den mer tilgjengelig, har vi laget et utvidet sammendrag (**Kapittel 1**) hvor vi kortfattet beskriver de viktigste forutsetningene og resultatene for utregningen av sjørretindikatorene i produksjonsområdene.

Vi ønsker å takke Nærings- og fiskeridepartementet for bestillingen og finansieringen av arbeidet. Miljødirektoratet og NINA takkes også for delfinansiering av arbeidet med sjørretindikatoren. Vi ønsker også å takke alle som har bidratt til diskusjonene vi har hatt om prinsippene og kunnskapen lagt til grunn for sjørretindikatoren. Videre ønsker vi å takke de ulike institusjonene, både offentlige og private, som har finansiert kunnskapsgrunnlaget for utarbeidelsen av sjørretindikatoren.

Desember 2025

Tor F. Næsje (Prosjektleder)

1 Utvidet sammendrag

Bakgrunn

Nærings- og fiskeridepartementet (NFD) ba i oktober 2023 Norsk institutt for naturforskning (NINA) om å utarbeide en indikator for lakselusas påvirkning på sjøørretbestander. Som et ledd i dette arbeidet publiserte Bolstad et al. (2025a) en indikator basert på sjøørretens fitness (*I_{trutta}*). Deretter har NINA i samarbeid med Havforskningsinstituttet (HI), NORCE, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU), Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Aqualife R&D, Rådgivende biologer og Skandinavisk naturovervåking utarbeidet rapportene «Sjøørretindikator for implementering i Trafikklyssystemet» (Næsje et al. 2025), og «Foreløpige indikatorverdier (*I_{trutta}*) for sjøørret i produksjonsområdene i 2021 og 2024» (Bolstad et al. 2025b) som er oversendt Nærings- og fiskeridepartementet. Disse vitenskapelige arbeidene går dypere inn på den faglige bakgrunnen for sjøørretindikatoren og ligger til grunn for denne rapporten.

Vi ønsker å takke Nærings- og fiskeridepartementet for bestillingen og finansieringen av arbeidet. Miljødirektoratet og NINA takkes også for delfinansiering av arbeidet med sjøørretindikatoren. Vi ønsker også å takke alle som har bidratt til diskusjonene vi har hatt om de faglige prinsippene og kunnskapen lagt til grunn for sjøørretindikatoren. Videre ønsker vi å takke de ulike institusjonene, både offentlige og private, som har finansiert kunnskapsgrunnlaget for utarbeidelsen av sjøørretindikatoren.

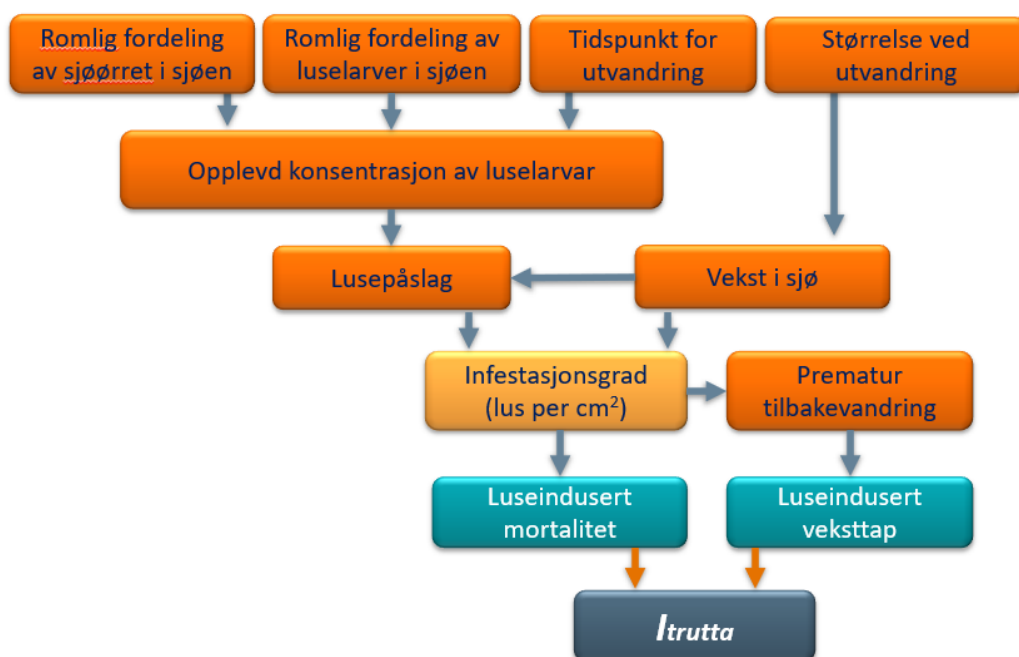
Ørretens livshistoriestrategier, for eksempel det å vandre til sjøen (anadromi) eller å bli hele livet i elven (stasjonær), bestemmes av både arv og miljø. Andelen individer i bestanden med forskjellig livshistorie varierer innad og mellom vassdrag. Sjøvandringen gir økt tilvekst, men fører også til økt sjanse for å bli spist. Det er vanligvis en overvekt av hunner blant sjøørreten siden større kroppsstørrelse øker eggproduksjonen. Sjøørreten oppholder seg hovedsakelig i fjorder og kystnære områder under sjøvandringen, og de fleste individer holder seg innen 80 km fra vassdraget den kommer fra. Førstegangsvandrende individer kan tilbringe opp til 4–5 måneder i sjøen, og noen individer enda lengre. Veteranvandrere kan enten overvintre i ferskvann etter gyting eller gå ut og oppholde seg i sjøen frem til neste gyting.

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning (VRL) har klassifisert lakselus som den største ikke stabiliserte trusselfaktoren for enkeltbestander av sjøørret. Klimaendringer er klassifisert som den nest viktigste trusselen, og kulverter, kanalisering, andre habitatendringer samt jordbruk er også viktige trusselfaktorer for sjøørreten. VRL har klassifisert tilstanden til sjøørreten i 1279 norske vassdrag. Disse vassdragene utgjør de aller fleste sjøørretbestandene i de 13 produksjonsområdene (PO-ene) for vurdering av lakselusas påvirkning. Av de 1279 vassdragene er 1028 klassifisert som «bestand» av VRL, resten er tapte eller ansett som «forekomster» for små til å opprettholde egne bestander. Disse 1028 vassdragene benyttes derfor i beregningen av indikatorverdiene i denne rapporten.

I denne rapporten presenteres indikatorverdier for de 13 produksjonsområdene for 2024 og 2025. For at lakselusas påvirkning på sjøørreten skal kunne beregnes for inneværende år benyttes lakselusdata for perioden 1. mars til 30. september for hvert år.

Itrutta

Indikatorverdien (*Itrutta*) beregner prosentvis nedgang i fitness til sjøørretene i et vassdrag. Fitness kan forstås som organismenes evne til å overleve og reprodusere. Nedgangen i fitness i indikatormodellen beregnes basert på påvirkning fra lakselus på sjøørret de to første årene ørreten vandrer ut i sjøen. Nedgangen er den forventede totale reproduktive suksessen sammenlignet med i en upåvirket bestand. I indikatormodellen beskrives de relevante variablene med hver sine delmodeller (**Figur 1.1**). Som grunnlag for å estimere lakselusas påvirkning i et produksjonsområde estimeres nedgangen i fitness for sjøørreten i hvert sjøørretvassdrag. Basert på målet for luseindusert dødelighet og luseindusert veksttap kan vi regne ut den prosentvise nedgangen i fitness (**Figur 1.1**).



Figur 1.1. Skjematisk oversikt over modellvariablene som inngår i vurderingene av lakselusindusert mortalitet og lakselusindusert veksttap.

Ut fra bakgrunnsmodellene til sjøørretindikatoren har vi laget fire indikatorverdier:

- 1) Indikatorverdien for førstegangsvandrere** som er påvirkning av enkeltårets lusesituasjon på førstegangsvandrende sjøørret.
- 2) Indikatorverdien for andregangsvandrere** som er påvirkningen av enkeltårets lusesituasjon isolert sett på andregangsvandrerne.

Disse to målene på påvirkning vil atskilt underestimere den totale påvirkningen på bestanden siden sjøørreten vandrer ut i sjøen over flere år og den akkumulerte påvirkningen vil være større enn påvirkningen av et enkeltår isolert sett. Vi har derfor regnet ut den samlede påvirkningen på første- og andregangsvandrerne.

3) Den samlede indikatorverdien for første- og andregangsvandrere er den teoretiske påvirkningen av et enkelt års lusesituasjon om denne vedvarer, slik at den påvirker sjørreten både ved første og ved andre sjøvandring.

4) Indikatorverdien for 2024 smoltkohorten er påvirkning på sjørreten som vandret ut i sjøen i 2024 og ble påvirket av lusenivåene i 2024 under første sjøvandring og av lusesituasjonen i 2025 under andre sjøvandring.

Uvektet vs. vektet

Gjennomsnittlig endring i fitness i produksjonsområdet kan beregnes basert på estimatene av *I_{trutta}* som et uvektet gjennomsnitt av alle vassdragene eller som et gjennomsnitt vektet med den teoretiske produksjonskapasiteten av sjørret i hvert vassdrag. I et uvektet gjennomsnitt teller hvert vassdrag likt, mens i et vektet gjennomsnitt vil hver sjørretsmolt teoretisk sett telle likt, gitt at bestandene er fullrekruttert. Den vektete indikatorverdien vil derfor i stor grad reflektere påvirkningen på de store og produktive vassdragene. Utrekningen av produksjonskapasitet av sjørret i vassdragene er beregnet på bakgrunn av vassdragets anadrome elveareal og om det også er laks i vassdraget. Tilstedeværelsen av laks vil redusere produksjonen av sjørret. Det endelige antallet teoretisk produserte sjørretegg for hvert vassdrag danner grunnlaget for vektingen og foreslås å grovt representere produksjonskapasiteten til vassdraget. Produksjonskapasiteten er antatt å være proporsjonal med forventet antall utvandrende sjørretsmolt når vassdraget er fullrekruttert. Det er viktig å påpeke at dette er et teoretisk mål på produksjonskapasitet som ikke tar hensyn til status til den enkelte sjørretbestand.

De fleste sjørretvassdragene har et lite bekke-/elveareal og smoltproduksjonsområde. Av de 1028 vassdragene som inkluderes i sjørretindikatoren har de fleste (75 %) et anadromt bekke-/elveareal på mindre enn 100 000 m² (100 dekar). De 132 største elvene dekker 90 % prosent av det samlede elvearealet, og halvparten av det tilgjengelige bekke-/elvearealet utgjøres av de ni største vassdragene.

Forutsetninger og usikkerhet

Indikatorverdiene for et produksjonsområde beskrives med en usikkerhet. Denne usikkerheten består både av usikkerhet i modellvariablene og usikkerhet som kommer fra antagelsene vi har gjort i modellen. Usikkerheten i estimatene som inngår i indikatormodellen er påvirket av tilgjengelig mengde data for variabelen og biologisk variasjon i variabelen. Algoritmen vi bruker for å regne ut indikatoren tar hensyn til slik usikkerhet der det er mulig, og indikatorene presenteres med en fordeling av sannsynlige verdier. I indikatorens usikkerhet inkluderer vi usikkerhet fra størrelse ved utvandring, tidspunkt for utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og lusepåslag. Usikkerhet som kommer fra antagelsene vi gjør i utregningen av indikatoren blir ikke direkte hensyntatt i algoritmen. For å illustrere konsekvensen av denne typen usikkerhet regner vi ut indikatoren med alternative antagelser i sensitivitetsanalyser for å se hvor mye dette påvirker verdien til indikatoren. Sensitivitetsanalyser er gjort på ulike antagelser om romlig fordeling av sjørret i sjøen, ulike tålegrenser for lus, ulik lusedødelighet og om lusepåvirkning fører til død eller til prematur tilbakevandring.

Hovedresultater 2024 og 2025

I henhold til Stortingsmelding (Meld. St 16 (2014-2015)) benyttes kategoriene lav, moderat og høy risiko for påvirkning. I presentasjon av I_{trutta} i figurer og tabeller har vi ved fargesetting delt resultatene inn i kategorier for nedgang i fitness i <10 % (gul), 10-30 % (oransje) og >30 % (rød). For å visualisere den økende påvirkningen, har vi benyttet en fargeskala med økende styrke.

Indikatorverdien for hvert produksjonsområde beskrives som median til usikkerhetsfordelingen av gjennomsnittet over alle vassdragene i produksjonsområdet. Denne usikkerhetsfordelingen er estimert ved at vi kjører den virtuelle sjørretmodellen 1000 ganger med ulike parameterverdier. Etter hver kjøring regner vi et gjennomsnitt på tvers av alle vassdragene. Det er fordelingen av disse 1000 gjennomsnittene som utgjør usikkerhetsfordelingen.

Indikatorverdiene var gjennomgående høyere for førstegangsvandrende enn andregangsvandrende sjørret, som igjen var lavere enn indikatorverdien for første og andregangsvandrende samlet (**Tabell 1.1** og **1.2**). Indikatorverdiene var lavere i 2025 sammenlignet med 2024 for de fleste produksjonsområder, unntakene var PO 1, 5, 6 og 10 (**Tabell 1.1** og **1.2**).

Basert på de uvektede indikatorverdiene i 2024 og 2025 var det størst lakselusbelastning på sjørretbestandene i PO 2, 3, 5 og 7 (**Tabell 1.1** og **1.2**). I 2025 var også PO 6 blant de mest påvirkede (like høy som PO 3). Som beskrevet i samletabellene og for de enkelte produksjonsområdene var indikatorverdien i begge år over 30 % for første- og andregangsvandrerne samlet i ni av produksjonsområdene (PO 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10), mens den var under 10 % i to områder (PO 1 og 13) (**Tabell 1.3**).

I alle produksjonsområder var de vektete indikatorverdiene i 2024 og 2025 lavere enn de uvektede, og vekting av indikatorverdiene førte til at I_{trutta} skiftet kategori i noen produksjonsområder (**Tabell 1.1** og **1.2**). I 2024 førte vektingen til at den samlede indikatorverdien for første- og andregangsvandrende sjørret skiftet fra kategori >30 % til 10-30 % i PO 4, 6 og 10. Tilsvarende i 2025 skiftet PO 4, 6, 8 og 10 kategori fra >30 % til 10-30 %, og PO 12 fra 10-30 % til < 10 %.

De høyeste vektete indikatorverdiene var for PO 2, 3, og 5 i 2024 og 2025 (**Tabell 1.1** og **1.2**). Den samlede vektete indikatorverdien for første- og andregangsvandrende sjørret var over 30 % i seks produksjonsområder i 2024 (PO 2, 3, 5, 7, 8, 9) og fem områder i 2025 (PO 2, 3, 5, 7, 9), mens den var under 10 % i PO 1 og 13 i 2024 og PO 1, 12, og 13 i 2025 (**Tabell 1.3**).

Den samlede påvirkningen på første- og andregangsvandrende sjørret er modellert på to måter. Ved å beregne påvirkning på begge gruppene av sjøvandrende sjørret gitt lusebelastningen i det samme året, og ved å følge en kohort i to år, det vil si førstegangsvandrende fisk i 2024 og andregangsvandrende fisk i 2025. Kohort indikatorverdiene viser den samme generelle påvirkningen for produksjonsområdet som den alternative uvektede indikatoren, men indikatorverdiene kan variere med 0 til 8 prosentpoeng fra verdiene for de enkelte år. Forskjellen var størst mellom kohortverdiene og enkeltverdiene for 2025, hvor verdiene gjennomgående var høyere for kohortindikatoren. Dette skyldes hovedsakelig høyere lusekonsentrasjoner i 2024, og at spesielt førstegangsvandrerne i 2024 derfor hadde høye indikatorverdier.

Tabell 1.1. 2024. Uvektede og vektete indikatorverdier (I_{trutta}) for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (samlet) i 2024 for produksjonsområde 1-13. Farget etter kategoriene for lusepåvirket nedgang i fitness, < 10 % (gul), 10-30 % (oransje) og > 30 % (rød).

PO	Uvektet I_{trutta} (%)			Vektet I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet	1. gangs	2. gangs	Samlet
1	3	3	6	3	3	5
2	48	44	68	42	38	62
3	48	44	67	43	39	61
4	39	36	55	19	17	29
5	51	45	71	39	35	58
6	38	34	54	17	14	26
7	51	47	72	21	19	34
8	35	31	53	19	17	31
9	32	29	50	28	25	45
10	28	25	45	16	14	26
11	18	16	30	13	12	23
12	14	12	23	7	6	13
13	3	3	6	0	0	0

Tabell 1.2. 2025. Uvektede og vektete indikatorverdier (I_{trutta}) for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (samlet) i 2025 for produksjonsområde 1-13. Farget etter kategoriene for lusepåvirket nedgang i fitness, < 10 % (gul), 10-30 % (oransje) og > 30 % (rød).

PO	Uvektet I_{trutta} (%)			Vektet I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet	1. gangs	2. gangs	Samlet
1	3	3	6	3	3	5
2	43	40	61	37	33	55
3	39	36	56	37	34	53
4	36	33	52	17	16	27
5	50	46	71	38	35	58
6	39	35	56	17	15	26
7	44	40	64	19	16	31
8	31	28	47	15	13	25
9	25	23	41	21	19	34
10	29	26	46	16	13	26
11	17	15	29	10	9	18
12	9	9	17	4	4	8
13	1	1	2	0	0	0

Basert på rapporter fra Ekspertgruppen som vurderer lusepåvirkningen på utvandrende postsmolt (Stige et al. 2025), er det i de ulike produksjonsområdene god relativ overensstemmelse i lakselusas påvirkning på laks og sjøørret. Risikoen for lakselusindusert reduksjon i fitness på sjøørret synes imidlertid å være større enn risikoen for lakselusindusert dødelighet for utvandrende postsmolt av laks. Indikatorverdien for sjøørret var over 30 % i fem til ni produksjonsområder avhengig av hvilken sjøørretindikator som benyttes, mens to til tre områder ligger under 10 % (**Tabell 1.3**).

Tabell 1.3. Produksjonsområder hvor uvektet, vektet for første og andregangsvandrende samlet og kohort indikatorverdier (*I_{trutta}*) er >30 % og <10 %.

Indikator	År	Antall POer >30 % (PO nr.)	Antall POer <10 % (PO nr.)
Samlet uvektet	2024	9 (PO: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	2 (PO: 1, 13)
Samlet uvektet	2025	9 (PO: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	2 (PO: 1, 13)
Samlet vektet	2024	6 (PO: 2, 3, 5, 7, 8, 9)	2 (PO: 1, 13)
Samlet vektet	2025	5 (PO: 2, 3, 5, 7, 9)	3 (PO: 1, 12, 13)
Kohort uvektet	2024/2025	9 (PO: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	2 (PO: 1, 13)
Kohort vektet	2024/2025	5 (PO: 2, 3, 5, 7, 9)	2 (PO: 1, 13)



Foto: Anders Lamberg ©

2 Sjørøret

Ørret (*Salmo trutta* L.) gyter i bekker, elver og enkelte steder også i innsjøer og estuarier. De første månedene etter at yngelen kommer opp av grusen oppholder ørreten seg nært gyteområdene. Etter hvert som de vokser, vil de vandre til områder som har bedre vekstvilkår. Ørret som har næringsvandring til saltvann (anadrome) kalles sjørøret, og forekommer langs hele norskekysten (Jonsson & Jonsson 2011). Sjørøret har ikke like stor global geografisk utbredelse som ferskvannsbestandene, men finnes også naturlig på Island og i Skandinavia, i elver som renner ut i Kvitsjøen og Cheshkayabukta i nord, samt Østersjøen og Nordsjøen og så langt sør i Atlanterhavet som Biscayabukta og nord i Portugal (Klemetsen et al. 2003).

Ørretens livshistoriestrategier, som anadromi og stasjonærhet, bestemmes av både arv og miljø. Andelen individer i bestanden med ulik livshistorie varierer innad og mellom vassdrag. Det er vanligvis en overvekt av hunner blant sjørøreten (Jonsson & Jonsson 1993, Jonsson et al. 2005). Sjøvandringen gir større tilvekst, men fører også til økte sjanser for å bli spist (Thorstad et al. 2016). Hos hunner kan næringsvandring til saltvann være særlig gunstig, siden større kroppsstørrelse øker eggproduksjonen som er begrensende for reproduktiv suksess (Elliott 1995). Et sjørøretindivid bidrar derfor relativt sett mer til antall egg som gytes sammenlignet med en stasjonær artsfrende. En reduksjon i andel sjøvandrende hunner kan derfor ha alvorlige konsekvenser for rekrutteringen i bestanden. Hanner kan også ha fordel av å bli store for å dominere på gyteplassene, men forblir de små kan de prøve å bidra i gytingen som kjønnsmodne gyteparr uten kostnadene ved sjøvandring (Nevoux et al. 2019). Kostnadene til sjøvandringen inkluderer også fysiologiske tilpasninger under smoltifisering, økt eksponering for parasitter og patogener, predasjonsrisiko, samt energiforbruk knyttet til selve vandringen (Thorstad et al. 2015, 2016). Generelt øker tilveksten til sjørøret med oppholdstid i sjøen, og individer som vandrer ut tidlig har ofte den høyeste vekstraten (Jensen et al. 2022).

Stasjonære og sjøvandrende individer i en bestand kan ha de samme foreldrene og representerer ikke genetisk adskilte delbestander (Hindar et al. 1991, Duval et al. 2021, Hagen et al. innsendt manuskript). Sjørøret hjemmehørende i forskjellige vassdrag tilhører ulike genetiske enheter, slik at sjørøret i et vassdrag utgjør en bestand med genetisk egenart og lokal tilpasning (Hansen et al. 2007, Bekkevold et al. 2020, Hagen et al. 2025). Sjørøretbestander kan også være genetisk strukturert innenfor større vassdrag (Skaala & Nævdal 1989, Griffiths et al. 2009, Lehtonen et al. 2009).

Norske sjørøretbestander er genetisk strukturert i henhold til geografi, slik at bestander i en fjord utgjør en gruppe som er genetisk mer lik hverandre enn sjørøret i en annen fjord eller geografisk område (Hagen et al. 2025). Men innen fjordsystem kan det være genflyt mellom vassdrag (Hawley et al. 2025). Bestander av sjørøret er likevel genetisk mer forskjellig fra hverandre og har større grad av genetisk egenart sammenliknet med laksebestander (*Salmo salar* L.) (Bourret et al. 2013, Jensen et al. 2014, Hagen et al. 2025). En annen viktig forskjell mellom genetisk strukturering av sjørøretbestander og laksebestander i Norge er at laks er delt i to distinkte genetiske grupperinger i nord og sør, definert som fylogenetiske grupper (Bourret et al. 2013, Wennevik et al. 2019). En slik oppdeling er ikke observert for sjørøretbestandene (Hagen et al. 2025).

Ørret og laks lever sammen i mange kystvassdrag og har mange felles trekk i livshistorien, men det er langt flere sjørøretvassdrag enn laksevassdrag i Norge. Hos begge artene vandrer mesteparten av førstegangsvandrerne ut på våren som smolt. Smoltifisering innebærer

endringer i fysiologi (regulering av salter), morfologi og atferd. Fysiologisk blir fisken tilpasset til å leve i saltvann og morfologisk og atferdsmessig tilpasset et liv i de frie vannmasser. Smoltalderen til sjørret i norske vassdrag varierer fra 1 til 8 år, med økende alder og størrelse fra sør til nord (L'Abée-Lund et al. 1989). Livshistorien varierer med bekkestørrelse, hvor de minste bekkene har smolt på 7–8 cm, mens større bekker har smolt på 12–19 cm (Jonsson et al. 2005). Andre studier har vist at noen vassdrag har langt større (>23 cm) førstegangsvandrende smolt (Paterson et al. 2021).

Sjørreten oppholder seg hovedsakelig i fjorder og kystnære områder under sin marine vandring, og de fleste holder seg innen 80 km fra vassdraget (Thorstad et al. 2016). Enkelte fisk kan imidlertid vandre betydelig lengre (Birnie-Gauvin et al. 2019). Større flergangsvandrere vandrer ofte lengre enn post-smolt og andregangsvandrere. Lengden på sjøoppholdet hos sjørret varierer både innen vassdrag og mellom vassdrag innen fjord (Eldøy et al. 2015, 2021; Hawley et al. 2024a). Førstegangsvandrende individer kan tilbringe opp til 4–5 måneder i sjøen, men noen individer kan også returnere etter noen uker eller bli i sjøen i mer enn ett år før de vender tilbake til vassdraget (Haraldstad et al. 2024). Veteranvandrere kan enten overvintre i ferskvann etter gyting eller gå ut og oppholde seg i sjøen frem til neste gyting (Eldøy et al. 2015). Fiskens fysiologiske status ved utvandring og næringstilgangen i sjøen kan påvirke hvor lenge individene forblir i det marine miljøet (Eldøy et al. 2021). Fisk i dårlig kondisjon trenger ofte lengre tid på næringssøk og kan hoppe over en gytesesong (Haraldstad et al. 2018).

Av ulike årsaker har fangsten av avlivet sjørret i elvene gått sterkt tilbake i de senere år, fra 97 tonn (99 209 fisk) sjørret i 2000 til 27 tonn (25 151 fisk) i 2024 (SSB 2025). Gjennom ulike livshistoriestadier og vandring benytter sjørreten ulike habitater og miljøer. Dette utsetter individene for ulike miljøfaktorer som påvirker fisken (Nevoux et al. 2019). Sjørreten er derfor negativt påvirket av mange ulike menneskeskapte miljøendringer som de siste ti-årene har blitt betydelige. Lakselus produsert på laksefisk i oppdrett er klassifisert som den største ikke stabiliserte trusselfaktoren for sjørret (VRL 2023). Klimaendringer er klassifisert som den nest viktigste trusselen, og kulverter, kanalisering, andre habitatendringer og jordbruk er også trusselfaktorer for sjørreten, men i mindre grad enn lakselus og klimaendringer. I henhold til Vitenskapelig råd for lakseforvaltning (VRL 2023) har vassdragsreguleringer, annen bruk av vannet og infeksjonssykdommer også betydelig negativ påvirkning på sjørreten.

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning har klassifisert tilstanden til norsk sjørret i 1279 vassdrag (VRL 2022). Disse vassdragene danner utgangspunktet for vårt utvalg av sjørretbestander i de 13 produksjonsområdene for vurdering av lakselusas påvirkning til bruk i Trafikklyssystemet. Av de 1279 vassdragene er 1028 klassifisert som «bestand» av VRL, resten er tapt eller ansett som «forekomster» (for små til å opprettholde egne bestander). Vi tar derfor utgangspunkt i disse **1028 vassdragene** i utregning av sjørretindikatoren.

3 Oversikt over sjørretindikatoren

3.1 I_{trutta}

Sjørretindikatoren I_{trutta} er navnet på indikatoren for risiko for påvirkning av lakselus på sjørret fra den virtuelle sjørretmodellen. Indikatoren er et mål på forventet prosentvis nedgang i fitness til sjørretene i et vassdrag («sjørretbestanden») som skyldes lakselus. Fitness kan forstås som en organismes evne til å overleve og å reproducere. Vi beregner nedgang i fitness som følge av påvirkning fra lakselus de to første somrene i sjøen gjennom nedgangen i den forventede totale reproduktive suksessen, altså nedgang i antall avkom (befrukta egg) en sjørret er forventet å få fra den er et befruktet egg til den dør (se Bolstad et al. 2025a for detaljert forklaring).

I modellen inkluderes bare sjørret som vandrer ut på våren og kommer tilbake til elva på høsten. Noen sjørret vandrer ut av elvene på høsten, spesielt sør i Norge, konsekvensen av lakselus for disse inkluderes ikke i sjørretindikatoren. Kunnskapen om disse fiskene er mindre omfattende enn for fiskene som vandrer i sommerhalvåret. Vi antar imidlertid at fisk som vandrer ut om høsten utgjør en mindre del av sjørretbestanden i de aller fleste vassdrag og i produksjonssområdene, og at det vil ha liten konsekvens for indikatorresultatet om disse hadde vært inkludert.

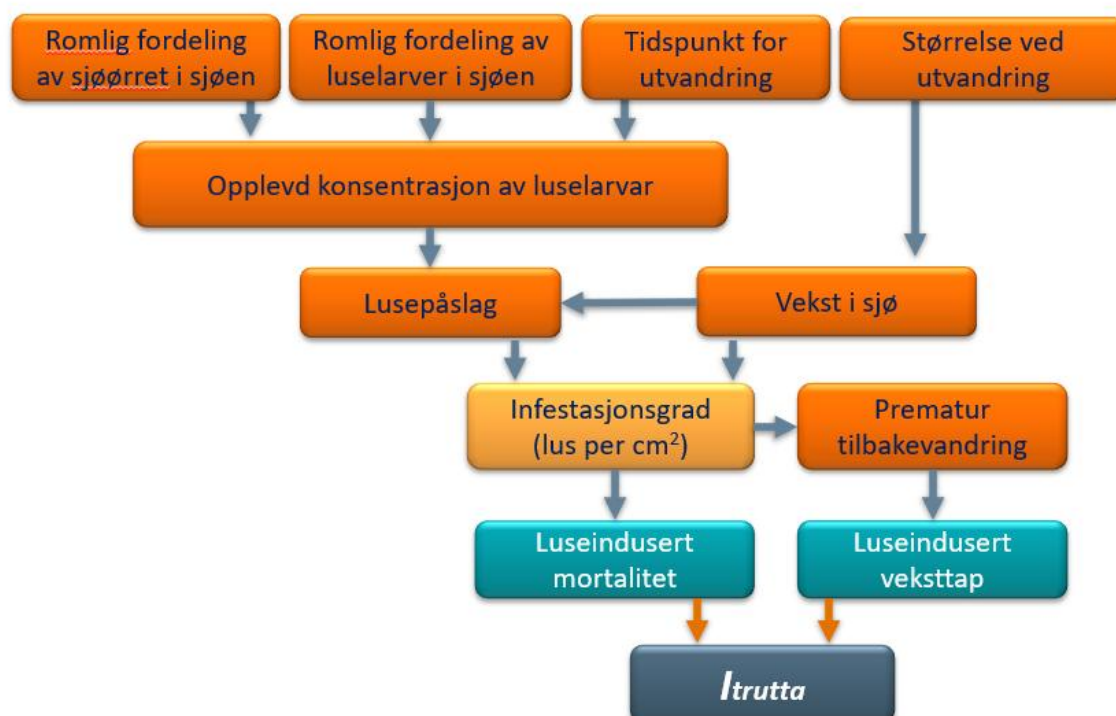
Siste dato for lusepåvirkning i modellen er 30. september, dette er av praktiske hensyn med tanke på å få ferdigstilt rapporten i tide. Ut fra endringene i indikatorverdi gjennom sesongen ser vi at det hadde blitt lite tilleggspåvirkning om vi også hadde inkludert data på lus etter 30. september (se f.eks. **Figur 6.2.2** og **6.2.3**).

I indikatormodellen beskrives de relevante variablene ved hver sine delmodeller (**Figur 3.1.1**; Næsje et al. 2025). Som grunnlag for å estimere lakselusas påvirkning i et produksjonsområde estimeres nedgangen i fitness for sjørreten i hvert sjørretvassdrag. Vi modellerer først en romlig fordeling av sjørret i sjøen utfra en sannsynlighetsfordeling. Denne sannsynlighetsfordelingen er påvirket av avstand til vassdragets munning og avstanden til land. Fordi fisk i vassdrag i sør vandrer ut tidligere og har et lengre opphold i sjøen enn fisk fra vassdrag i nord, modellerer vi også tidspunkt for utvandring og lengde på sjøopphold for et gitt vassdrag basert på vassdragets posisjon langs norskekysten. Hvor og når sjørreten er i sjøen blir koblet mot en modell som gir romlig og temporær fordeling av luselarver. Denne lusemodellen er utviklet av HI og er den samme som blir brukt for å estimere lakselusindusert dødelighet for laks i Trafikklyssystemet. Sammenkoblingen av sjørretens og luselarvenes fordeling i tid og rom gir et estimat på den opplevde lusekonsentrasjonen for fisken fra et gitt vassdrag en gitt dag, og gir et gjennomsnittsmål på hvor mange lus per liter vann en sjørret fra et gitt vassdrag er eksponert for en gitt dag. Tettheten av lus i vannet rundt fisken blir oversatt til antall lus som fester seg på fisken gjennom en påslagsmodell.

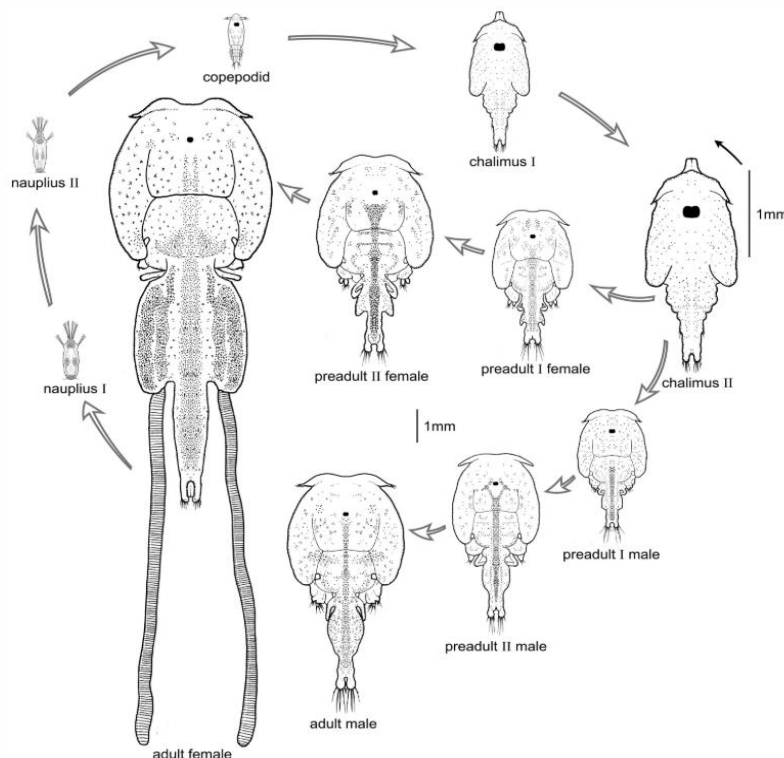
Størrelsen på fisken ved utvandring er gitt av normalvariasjonen til norsk sjørretsmolt. Etter at fisken har vandret ut i sjøen vokser den i henhold til en vekstmodell. Størrelsen en fisk har en gitt dag påvirker påslaget av lakselus. En stor fisk får på seg flere lus enn en liten, gitt den samme lusetettheten. Lakselusa fester seg på fisken som kopepoditt (**Figur 3.1.2**). Utviklingen til lusa er temperaturavhengig, ved 10 °C tar det omtrent 18 dager fra lusa har festet seg til den er en mobil lus som beiter på skinnet til fisken, mens det ved 15 °C tar omtrent 10 dager (Hamre et al. 2019). I perioden fra påslag til lusa har blitt mobil vil det dø eller falle av lus. I modellen er andel lus som dør eller faller av i denne perioden satt til 40 %.

Antall mobile lus fisken har fått på seg blir oversatt til infestasjonsgrad, som er antall lus per cm^2 overflate på fisken. Når infestasjonsgraden har nådd en gitt terskelverdi fører dette til en sannsynlighet for at fisken blir påvirket negativt av lusa. En påvirket fisk kan enten dø eller «prematurt» tilbakevandre til ferskvann (dvs. avbryte sjøoppholdet og vandre tilbake til ferskvann der lakselusa dør). Prosentandelen av denne fisken som dør vs. prematurt tilbakevandrer er satt til 30:70 i modellen, men for å vise ekstremverdier oppgir vi også indikatorverdiene for 100:0 og 0:100.

Prematur tilbakevandring fører til veksttap fordi næringstilgangen i havet oftest er mye bedre enn i ferskvann. Veksttapet blir beregnet gjennom å sammenligne størrelsen fisken ville hatt dersom sjøvandringen ikke ble avbrutt og den størrelsen den har den dagen den prematurt vandret tilbake til ferskvann. Med andre ord er veksttapet basert på antall dager med tapt sjøopphold.



Figur 3.1.1. Skjematisk oversikt over modellvariablene som inngår i vurderingene av lakselusindusert mortalitet og lakselusindusert veksttap.



Figur 3.1.2. Lakselus livshistorie. Fra egget klekker har den åtte livsstadier. I de tre siste stadiene (preadulte og adulte) er det tydelige visuelle forskjeller på hanner og hunner. (Illustrasjon: Sea Lice Research Centre, 2020. SLRC- Life cycle of salmon louse (*Lepeophtheirus salmonis*), <https://doi.org/10.18710/GQTYYL>, DataverseNO, V1.)

Basert på målet for luseindusert dødelighet og luseindusert veksttap kan vi regne ut den prosentvise nedgangen i fitness. Dette følger av det forhøyete nivået av lakselus gjennom den relative forskjellen i forventet total reproduktiv suksess for fisk som opplever et forhøyet nivå av lakselus vs. fisk som ikke opplever dette. Siden vi bare evaluerer første- og andregangsvandrende sjørret hunner kan dette uttrykkes ved:

$$\frac{TRS^*}{TRS} = \frac{s_1^*}{s_1} \frac{s_2^*}{s_2} \left(\frac{g_1^*}{g_1} \frac{g_2^*}{g_2} \right)^b, \quad (1)$$

hvor TRS er total reproduktiv suksess, asterisken indikerer situasjonen med forhøyet nivå av lakselus, s_1 og s_2 er overlevelsen første og andre sommer i sjøen, g_1 og g_2 er veksten første og andre sommer i sjøen og b er skaleringssekspONENTEN i forholdet mellom kroppsvekt og antall egg hos en sjørrethunn (Bolstad et al. 2025a). I modellen er $b = 1$, noe som gjør at veksttap og eggtag er proporsjonalt, for eksempel et 30 % veksttap gir en reduksjon på 30 % i antall egg.

Ved denne utregningsmåten tolkes indikatoren som den prosentvise nedgangen i fitness som følge av luseindusert påvirkning på to fitnesskomponenter. Disse komponentene er $(s_1^*/s_1)(g_1^*/g_1)^b$ og representerer reduksjon i fitness som følge reduksjonen i overlevelse og vekst hos førstegangsvandrende sjørrethunner og tilsvarende for andregangsvandrende sjørrethunner, gitt av $(s_2^*/s_2)(g_2^*/g_2)^b$. Disse komponentene kan studeres separat eller i

kombinasjon gjennom multiplisering, slik som i ligning (1). Siden vi bruker $b = 1$, kan indikatoren også tolkes som det prosentvise biomassetapet av sjørret (på grunn av både dødelighet og tapt vekst). Altså hvor mange prosent færre kg førstegangsvandrere og andregangsvandrere som kommer tilbake til elva sammenlignet med hva det ville vært uten lusepåvirkning.

Endringen i disse to fitnesskomponentene, dødelighet og vekst, gir ikke hele bildet på hvordan lakselus påvirker sjørrets fitness. Andre komponenter av fitness blir også påvirket av lakselus, og det kan være indirekte påvirkning av lakselus mellom komponentene (f.eks. veksttap første eller andre sommer i sjøen kan påvirke alder ved kjønnsmodning som igjen vil påvirke antall egg en sjørrethunn produserer i løpet av livet).

Ut fra teorien over har vi laget fire typer indikatorverdier:

Indikatorverdien for førstegangsvandrere er påvirkning av enkeltårets lusesituasjon på førstegangsvandrende sjørret, gitt av $(s_1^*/s_1)(g_1^*/g_1)^b$.

Indikatorverdien for andregangsvandrere er påvirkningen av enkeltårets lusesituasjon isolert sett på andregangsvandrerne, gitt av $(s_2^*/s_2)(g_2^*/g_2)^b$. Altså den tar ikke hensyn til tidligere påvirkning som følge av første vandring i sjøen.

Disse to målene på påvirkning vil underestimere den totale påvirkningen på bestanden siden sjørreten vandrer i sjøen over flere år og den akkumulerte påvirkningen vil være større enn påvirkningen av et enkeltår isolert sett.

Den samlede indikatorverdien for første- og andregangsvandrere er den teoretiske påvirkningen av et enkeltår sin lusesituasjon om denne vedvarer, slik at den påvirker sjørreten både ved første og ved andre sjøvandring. Dette er gitt av ligning (1) hvor indeks 1 (senket skrift) står for årets førstegangsvandrere og indeks 2 står for årets andregangsvandrere.

Indikatorverdien for 2024 smoltkohorten er påvirkning på sjørreten som vandret ut i sjøen i 2024 og ble påvirket av lusenivåene i 2024 under første sjøvandring og av 2025 under andre sjøvandring. Dette er gitt av ligning (1) hvor indeks 1 står for førstegangsvandrere i 2024 og indeks 2 står for andregangsvandrere i 2025. Siden dette ikke er en evaluering av lusesituasjonen i et enkeltår blir disse presentert i et eget kapittel til slutt.

For å forstå indikatorverdiene kan det være nyttig med et tenkt eksempel. La oss si at det er mye lus i et område slik at 50 % av førstegangsvandrerne blir «lusepåvirket» (som følge av definisjonen av påvirkning gjennom terskelverdier). Modellen antar at 30 % av disse dør som følge av lus. Den relative overlevelsen til de påvirkede fiskene blir da 0,70, mens de upåvirkede fiskene er referansen og har derfor en relativ overlevelse på 1,00. Siden de påvirkede fiskene utgjør halvparten av førstegangsvandrerne blir den relative overlevelsen til alle fiskene i forhold til en situasjon med normal lusepåvirkning (s_1^*/s_1) lik 0,85 (gitt av $0,50 \times 0,70 + 0,50 \times 1,00$). Altså 15 % av de førstegangsvandrende sjørretene har dødd som følge av lusepåvirkning. Om de påvirkede fiskene som ikke døde fikk 40 % redusert vekst som følge av prematur tilbakevandring, altså en relativ vekst på 0,60 (upåvirkede fisk har 1,00). Disse fiskene utgjør 35 % av de gjenlevende førstegangsvandrerne, og den relative veksten i forhold til en situasjon med normal lusepåvirkning (g_1^*/g_1) blir da 0,86 (gitt av $0,35 \times 0,60 + 0,65 \times 1,00$). Altså de gjenlevende førstegangsvandrerne har i gjennomsnitt fått redusert vekst med 14 %. Dette gir en relativ reproduktiv suksess (eggproduksjon) på 0,73 (gitt av $0,85 \times 0,86$), og en indikatorverdi for førstegangsvandrere på 27 %. Altså, den totale

eggproduksjonen for denne gruppen fisk er forventet å bli redusert med 27 % som følge av lusepåvirkning det første året i sjøen.

La oss videre si at andregangsvandrerne hadde litt lavere påvirkning det samme året, med en indikatorverdi på 22 %, noe som tilsvarer en relativ reproduktiv suksess på 0,78. Om vi kombinerer dette med lusepåvirkningen på førstegangsvandrere (med relativ reproduktiv suksess på 0,73), blir samlede relative reproduktive suksessen 0,57 (gitt av $0,73 \times 0,78$), og den samlede indikatorverdien for første- og andregangsvandrere blir 43 %.

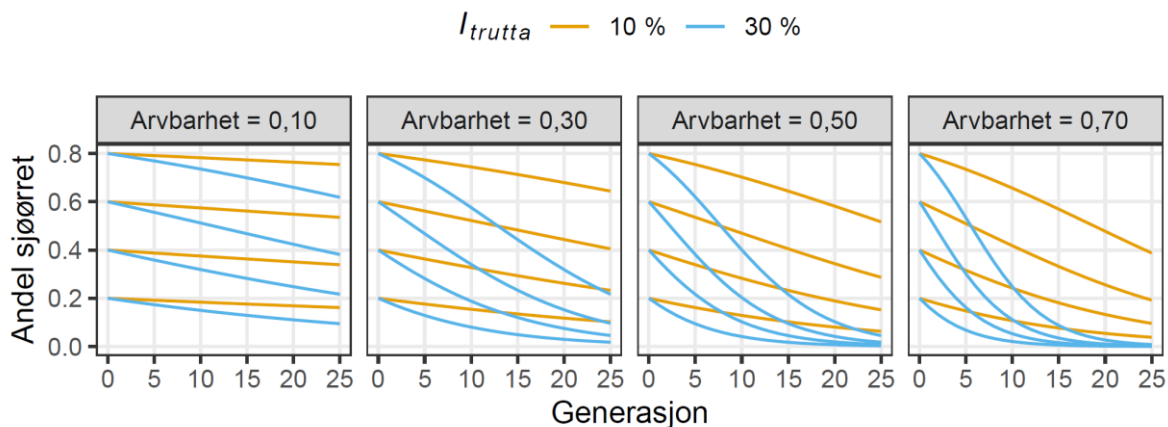
Om lusenivåene forverret seg slik at indikatorverdien for andregangsvandrerne året etter var 25 %, ville dette gitt en relativ reproduktiv suksess for denne smoltkohorten på 0,55 (gitt av $0,73 \times 0,75$). Dette tilsvarer en indikatorverdi for denne smoltkohorten på 45 %.

De stasjonære og sjøvandrende (anadrome) ørretene i den anadrome delen av et vassdrag får avkom sammen i tilstrekkelig grad til at de tilhører en bestand. Lysten og/eller evnen til å vandre ut sjøen (anadromi) har imidlertid en genetisk komponent og er arvbar (Ferguson et al. 2019). Reduksjon i sjøørretens fitness relativt til de stasjonære ørretene vil føre til seleksjon mot anadromi, og på grunn av arvbarheten, vil dette videre føre genetiske endringer i ørretbestanden som gir en reduksjon i andelen av individer som blir sjøørret. For å illustrere dette har vi brukt en terskeltrekkmodell (se f. eks. Lynch og Walsh 1998 kapittel 25) for å regne ut hvordan andelen sjøørret i en bestand vil endre seg over tid (generasjoner) (**Figur 3.1.3**). Den teoretiske bakgrunnen for disse utregningene er beskrevet i Bolstad et al. (2025a). Det er mange underliggende antagelser, men et viktig aspekt er nivået av arvbarhet til anadromi. Det finnes ingen studier som har direkte målt arvbarheten (h^2) for anadromi hos sjøørret, men Fergusson et al. (2019) gjorde en litteraturgjennomgang av arvbarhetsstudier på andre salmonider (regnbueørret og bekkerøye). Siden arvbarhetsestimaterne fra disse studiene var i god overensstemmelse med hverandre og lå rundt 0,5, konkluderte Fergusson et al. (2019) med at det er sannsynlig at arvbarheten for anadromi hos sjøørret ligger rundt 0,5. Sammenlignet med gjennomsnittlig arvbarhet for livshistorietrekk på 0,18 (Hansen og Pélabon 2021) er dette en høy arvbarhet. De høye arvbarhetsestimaterne for anadromi kan skyldes at arvbarheten i terskeltrekkmodellen blir målt på en ikke-observert underliggende kontinuerlig skala, og arvbarheten på denne skalaen er ikke sammenlignbar med arvbarheten på den observerte skalaen hvor den observerte skalaen er om et individ blir sjøørret eller ikke. For eksempel, vil en arvbarhet på 1,00 (fullstendig arvbarhet) på den underliggende skalaen gi en maksimal arvbarhet på 0,64 på den observerte skalaen (Lynch og Walsh 1998 s. 742). I tillegg vil arvbarheten på den observerte skalaen endre seg med andel sjøørret i bestanden (selv om den underliggende arvbarheten er konstant). Andre terskelverditrekk har også høye arvbarheter, typisk i intervallet 0,3–0,7 (Dodson et al. 2013, Roff 1996), inkludert migrasjonsadferd hos fugl (Pulido 2007).

Arvbarheten (på den underliggende skalaen) vil variere mellom bestander og er trolig miljø-avhengig, så en god forståelse av arvbarheten til anadromi kan bare nås gjennom å kvantifisere dette i mange bestander og under ulike miljøforhold (Ferguson et al. 2019).

Med utgangspunkt i populasjoner med 20 til 80 % sjøørret ser vi av kurvene i **Figur 3.1.3** at både nivået av I_{trutta} og arvbarheten er viktig for hvor raskt de evolusjonære endringene skjer. Ved høyt nivå av I_{trutta} eller høy arvbarhet reduseres andelen sjøørret raskere enn ved lavere verdier. Vi ser også at et nivå av I_{trutta} på 10 % kan gi raske evolusjonære endringer. I et scenario med 60% sjøørret i bestanden og en arvbarhet på 0,5 vil andelen sjøørret halveres til 30 % etter 25 generasjoner (tilsvarende 125 år med en generasjonstid på 5 år). Tidsskalaen som er valgt på x-aksen i **Figur 3.1.3** (25 generasjoner) kan virke som lang tid, men

med tanke på å vurdere størrelsen på evolusjonære endringer er dette regnet som kort tid (se f.eks. Hendry et al. 2008, Uyeda et al. 2011, Holstad et al. 2024).



Figur 3.1.3. Evolusjonære scenarier ved to verdier av I_{trutta} (10 og 30 %). De evolusjonære scenariene forutsetter en konstant I_{trutta} , konstant arvbarhet, og at fitnessen til sjøørret og stasjonær ørret er den samme i fravær av lakselus produsert i lakseanlegg. De tre arvbarhetene 0,30, 0,50 og 0,70 er valgt for å beskrive et realistisk område for arvbarhet for anadromi (se diskusjon i teksten). I tillegg her vi inkludert scenarier med arvbarhet på 0,1, som er veldig lavt for terskeltrekk som anadromi, men ikke for andre livshistoretrekk.

De evolusjonære scenariene er basert på en enkel evolusjonær modell. Det er mange antagelser i modellen som kan gjøre at endringen i andelen sjøørret i en bestand ikke vil forløpe langs kurvene presentert i **Figur 3.1.3**, selv om I_{trutta} verdien målt for bestanden er korrekt. To potensielt viktige prosesser som de evolusjonære scenariene ikke tar hensyn til er frekvensavhengig og tetthetsavhengig seleksjon. Ved frekvensavhengig seleksjon vil den relative forskjellen i fitness mellom sjøørret og stasjonær ørret endre seg når andelen sjøørret endrer seg. Ved tetthetsavhengig seleksjon vil den relative forskjellen i fitness endre seg når tettheten av ørret endrer seg i vassdraget. For eksempel, om det er lite ørret og derfor god ressurstilgang i vassdraget kan det lønne seg å være stasjonær ørret, mens om det blir mye ørret vil bli mer gunstig å bli sjøørret og vandre ut i sjøen for å beite. Disse prosessene kan føre til at kurvene som er vist i **Figur 3.1.3**, flater ut ved en gitt andel sjøørret hvor det oppstår en likevekt mellom sjøørretens og den stasjonære ørretens fitness. Vi mangler kunnskap om denne typen frekvensavhengig og tetthetsavhengig seleksjon hos ørret, så vi kan ikke med dagens kunnskap anslå hvor en slik likevekt vil oppstå for en gitt I_{trutta} verdi. Det er i tillegg andre prosesser som påvirker de evolusjonære endringene. Det vi med sikkerhet kan si er at lakseluspåvirkning fører til en fitnessreduksjon hos sjøørret som vi kan kvantifisere ved hjelp av I_{trutta} , mens de evolusjonære og demografiske konsekvensene av denne fitnessreduksjonen er vanskelige å gi gode prognoser for.

3.2 Vekting av indikatoren for produksjonsområdene

Gjennomsnittlig endring i fitness i produksjonsområdet kan beregnes basert på estimatene av I_{trutta} som et uvektet gjennomsnitt av alle vassdrag eller som et gjennomsnitt vektet med den teoretiske produksjonskapasiteten av sjørret i hvert vassdrag. I et uvektet gjennomsnitt teller hvert vassdrag likt, mens i et vektet gjennomsnitt vil hver sjørretsmolt teoretisk sett telle likt (gitt at bestandene er fullrekruttert). Den vektete indikatorverdien vil derfor reflektere påvirkningen på de store og produktive vassdragene.

Trafikklyssystemets ekspertgruppe bruker både uvektede og vektete utregninger i sine vurderinger. I ekspertgruppe-rapporten for 2022 sier de: «Ved behandling av resultatene fra modellkjøringene blir snittverdier av dødelighet både regnet uvektet av alle elver og vektet basert på smoltproduksjonen. Ekspertgruppen bruker disse verdiene for å vurdere om vektlegging av store vassdrag vil ha en påvirkning på den totale vurderingen i PO-et. I tilfeller hvor disse to estimatene avviker vil det være naturlig å vurdere om den geografiske spredningen av teoretisk smoltproduksjon og usikkerheten i disse estimatene vil ha stor påvirkning på den endelige konklusjonen for PO-et» (Vollset et al. 2022, s. 14-15). I tillegg gjør Trafikklyssystemets ekspertgruppe heterogenitetsvurderinger for vassdragene i produksjonsområdet hvor de vurderer om påvirkningen av lakselusa på den utvandrende laksesmolten i noen vassdrag som større enn for gjennomsnittet.

En vekting av indikatorverdiene basert på vassdragenes maksimale produksjon av sjørret vil påvirkes av hvor godt vi kan beregne bestandenes produksjonskapasitet. På en overordnet skala vil produksjonen av sjørret være relatert til størrelsen på vassdraget, dvs. tilgjengelig anadromt bekke-/elveareal og innsjøareal. Vitenskapelig råd for lakseforvaltning (VRL) publiserte i 2022 en klassifisering og gjennomgang av alle norske sjørretvassdrag (VRL 2022). I dette arbeidet ble det anadrome arealet beregnet for vassdragene. Vi har i hovedsak basert oss på beregningene fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning (VRL 2022), men oppdatert syv vassdrag der vi hadde tilgang til bedre informasjon (**Tabell 11.1**).

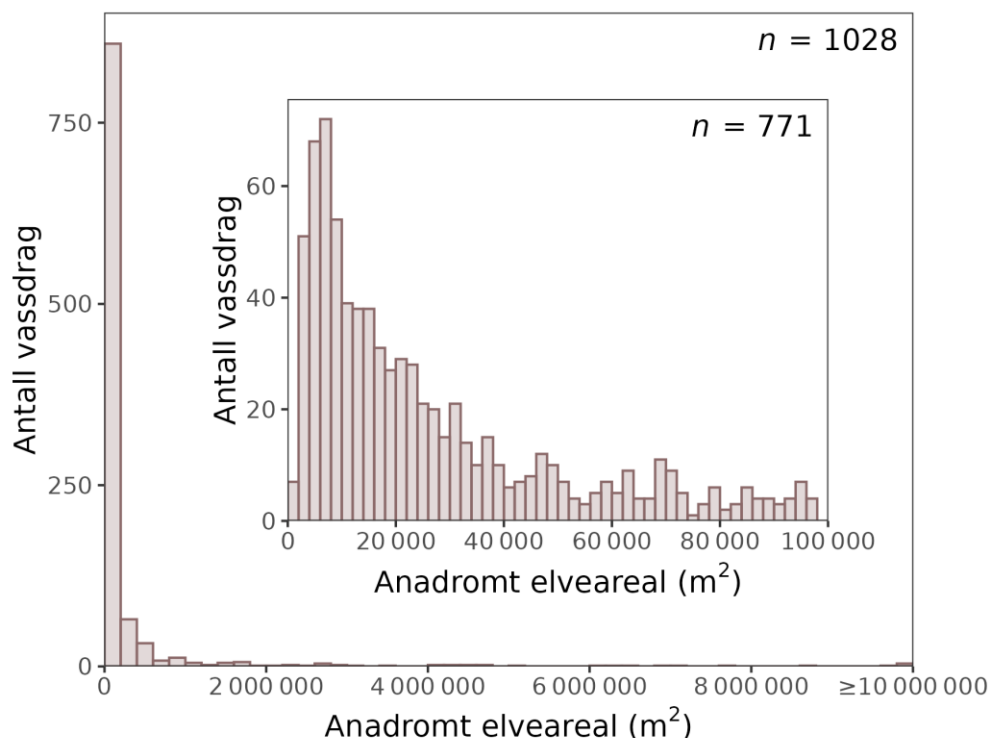
Anadromt areal beskriver elve- og innsjøarealet tilgjengelig for sjørreten og tilgjengelig produksjonsareal. Kvaliteten på arealet for produksjon av sjørret vil imidlertid variere med ulike forhold som dybde, substrat, vannhastighet, andel innsjøareal, vanntemperatur, og tilstedeværelsen av andre fiskearter.

For grovt å regne ut produksjonskapasitet av sjørret i de ulike vassdragene baserer vi oss på en forenkling av modellen som er beskrevet av VRL (VRL 2022, s. 17). Denne metoden antar en egg tetthet på 2 egg/m² elve-/bekkeareal for vassdrag uten laks og 1 egg/m² for vassdrag med laks. Basert på denne egg tettheten summeres det totalt antall egg for hvert vassdrag basert på elve-/bekkearealet. VRL (2022) inkluderte også effekten av anadromt innsjøareal på egg tettheten. Dette fordi sjørret kan bruke innsjøer som oppvekstområder, noe som er tilfelle både i Fremstadvassdraget og i Vatnevassdraget (Paterson et al. 2021). I andre vassdrag synes sjørreten i liten grad å benytte innsjøene, for eksempel i Suldalsvatnet som i liten grad blir brukt som oppvekstområde for sjørretunger (Karlsson et al. 2025). Sjørretens bruk av innsjøer er imidlertid dårlig kartlagt. Vi har derfor utelatt effekten av innsjøer i vår teoretiske vekting med vassdragenes produksjonskapasitet.

Det endelige antallet egg for hvert vassdrag danner grunnlaget for vektingen og foreslås å grovt representere produksjonskapasiteten til vassdraget. Produksjonskapasiteten er antatt å være proporsjonal med forventet antall utvandrende sjørretsmolt når vassdraget er

fullrekruttert. Det er viktig å påpeke at dette er et teoretisk mål på produksjonskapasitet som ikke tar hensyn til status til den enkelte sjørretbestand.

Av de 1028 vassdragene som inkluderes i sjørretindikatoren har de fleste (75 %) et anadromt bekke-/elveareal på mindre enn 100 000 m² (100 dekar) (**Figur 3.2.1**). Hele 90 % prosent av det samlede elvearealet dekkes av de 132 største elvene, og halvparten av det tilgjengelige bekke-/elvearealet utgjøres av de ni største vassdragene.



Figur 3.2.1. Fordeling av anadromt elveareal. Vefsna, Målselvvassdraget, Namsen og Tana har et anadromt elveareal på 10 000 000 m² eller mer og er samlet i siste søyle i histogrammet. Det innsatte plottet viser fordeling til vassdragene med under 100 000 m² anadromt elveareal (75 % av elvene).

De fleste av produksjonsområdene vil få lavere indikatorverdier når vi vekter hver bestand med andelen av den totale produksjonskapasitet av egg per produksjonsområde, fordi vi i de fleste produksjonsområder finner en negativ sammenheng mellom I_{trutta} og produksjonskapasitet (se f.eks. **Figur 6.4.6** og **6.8.6**). Hovedgrunnen til dette er at mange av de største elvene ligger inne i fjordene, mens de små vassdragene ligger på kysten, og det er et geografisk mønster med høyest påvirkning av lakselus på kystvassdrag.

4 Forutsetninger og usikkerheter i vurderingen

Indikatorverdiene for et produksjonsområde beskrives med en usikkerhet. Denne usikkerheten består både av usikkerhet i modellvariablene og usikkerhet som kommer fra antagelsene vi har gjort i modellen. Usikkerheten i estimatene som inngår i indikatormodellen er påvirket av tilgjengelig mengde data for variabelen og biologisk variasjon i variabelen. Algoritmen vi bruker for å regne ut indikatoren tar hensyn til slik usikkerhet der det er mulig (der vi har god informasjon om usikkerheten), og indikatoren blir presentert med en fordeling av sannsynlige verdier. I indikatorverdiens sannsynlighetsfordeling inkluderer vi usikkerhet fra størrelse på sjørreten ved utvandring, tidspunkt for utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og lusepåslag.

Usikkerhet som kommer fra antagelsene, blir ikke inkludert i indikatorverdiens sannsynlighetsfordeling. For å illustrere denne typen usikkerhet regner vi derfor ut indikatorverdiene med alternative antagelser i sensitivitetsanalyser for å vise hvor mye dette påvirker verdiene. Vi har gjort sensitivitetsanalyser på ulike antagelser om romlig fordeling av sjørret i sjøen, ulike tålegrenser for lus, ulik lusedødelighet og om lusepåvirkning fører til død eller til prematur tilbakevandring.

I Næsje et al. (2025) ble de ulike variablene som inngår i indikatorutregningen diskutert. For hver variabel ble det gitt en subjektiv vurdering av kvaliteten på datagrunnlaget, og ut fra dette kategorisert om den aktuelle variabelen måles med lav, moderat eller stor usikkerhet. Denne vurderingen ble basert på det empiriske datagrunnlaget for hver variabel. Viktig i vurderingsgrunnlaget var mengden, tidsperioden og geografisk spredning av datagrunnlaget.

Indikatorverdiene kan benyttes i vurderingen av lakseluspåvirkning på sjørret i produksjonsområdene. Siden indikatorverdien til et produksjonsområde er et gjennomsnitt av mange vassdrag vil denne verdien ha mindre usikkerhet enn indikatorverdien for hvert enkelt vassdrag.

I henhold til Stortingsmelding (Meld. St 16 (2014-2015)) benyttes kategoriene lav, moderat og høy risiko for påvirkning. Et viktig poeng ved usikkerhetsvurderingen er at denne kategoriseringen kan gis med lav usikkerhet på tross av at det er usikkerhet i en målt indikatorverdi. Kategoriseringen vil være mer usikker om indikatorverdien er nært de gitte grenseverdiene som skiller kategoriene, mens det vil være lite usikkerhet om indikatorverdien er langt unna disse grenseverdiene (for eksempel ved svært høy lusepåvirkning). Det kan også være stor forskjell i usikkerheten i påvirkningen på et enkeltvassdrag sammenlignet med usikkerheten på et produksjonsområde. Fordi risiko for påvirkning i et produksjonsområde er en sammenstilling av risiko fra mange sjørretpopulasjoner, kan vurderingen av risiko på dette nivået bli vurdert som relativt sikker selv om risikoen på enkeltvassdrag er usikker.

5 Hovedresultater

Resultatene for 2024 og 2025 er basert på den samme oppdaterte indikatormodellen. Resultatene for 2024 er derfor beregnet på nytt etter at den foreløpige rapporten (Bolstad et al. 2025b) ble ferdigstilt. Det vil derfor være noen forskjeller i indikatorverdiene presentert i de to rapportene. I presentasjon av I_{trutta} i figurer og tabeller har vi ved fargesetting delt resultatene inn i kategoriene <10 % (gul), 10-30 % (oransje) og >30 % (rød). For å visualisere den økende påvirkningen, har vi benyttet en fargeskala med økende styrke.

Indikatorverdien for hvert PO beskrives som median til usikkerhetsfordelingen av gjennomsnittet over alle vassdragene i produksjonsområdet (se f.eks. **Figur 6.3.5**). Denne usikkerhetsfordelingen er estimert ved at vi kjører den virtuelle sjørretmodellen 1000 ganger med ulike parameterverdier. Etter hver kjøring tar vi et gjennomsnitt på tvers av alle vassdragene. Det er fordelingen av disse 1000 gjennomsnittene som utgjør usikkerhetsfordelingen (se kap. 9.13). Ved å bruke medianen til denne usikkerhetsfordelingen som indikatorverdi, vil det være 50 % sannsynlig at den sanne verdien er større og 50 % sannsynlig at den sanne verdien er mindre (gitt modellen).

Basert på den uvektede indikatoren i 2024 og 2025 var det størst lakselusbelastning på sjørretbestandene i PO 2, 3, 5 og 7. I 2025 var også PO 6 blant de høyeste (like høy som PO 3). Som beskrevet i samletabellene (**Tabell 5.1.1 og 5.2.1**) og for de enkelte produksjonsområdene var lakselusbelastningen over 30 % i majoriteten av produksjonsområdene, mens den var under 10 % i PO 1 og 13.

Indikatorverdiene var gjennomgående høyere for førstegangsvandrende enn andregangsvandrende sjørret, som igjen var lavere enn indikatorverdien for første- og andregangsvandrende samlet.

I alle produksjonsområdene i 2024 og 2025 var de vektete indikatorverdiene lavere enn for de uvektede, og vekting av indikatorverdiene førte til at I_{trutta} skiftet kategori i noen av produksjonsområdene (**Tabell 5.1.1 og 5.2.1**). I 2024 førte vektingen til at den samlede indikatorverdien for første- og andregangsvandrende sjørret skiftet fra kategori >30 % til 10-30 % i PO 4, 6 og 10. Tilsvarende i 2025 skiftet PO 4, 6, 8 og 10 kategori fra >30 % til 30-10 %, og PO 12 fra 10-30 % til < 10 %.

Den samlede påvirkningen på første- og andregangsvandrende sjørret er modellert på to måter. Ved å beregne påvirkning på begge gruppene av sjøvandrende sjørret gitt lusebelastningen i det samme året, og ved å følge en kohort i to år, det vil si førstegangsvandrende fisk i 2024 og andregangsvandrende fisk i 2025. Kohort indikatorverdiene (**Tabell 5.3.1**) viser den samme generelle påvirkningen for produksjonsområdene som den alternative indikatoren (**Tabell 5.1.1 og 5.2.1**), men indikatorverdiene kan variere med 0-8 prosentpoeng fra verdiene for de enkelte år. Forskjellen var størst mellom kohortverdiene og enkeltverdiene for 2025, hvor verdiene gjennomgående var høyere for kohortindikatoren. Dette skyldes hovedsakelig høye lusekonsentrasjoner i 2024, og at spesielt førstegangsvandrerne i 2024 derfor hadde høye indikatorverdier.

Basert på Ekspertgruppens rapporter som vurderer lusepåvirkningen på utvandrende postsmolt (Stige et al. 2025), er det i de ulike produksjonsområdene god relativ overenstemmelse i lakselusas påvirkning på laks og sjørret. Risiko for lakselusindusert reduksjon i fitness på sjørret synes imidlertid å være større enn risikoen for lakselusindusert dødelighet for utvandrende postsmolt av laks. Indikatorverdien for sjørret var over 30 % i fem til ni

produksjonsområder avhengig av hvilken sjørretindikator som benyttes, mens to til tre områder ligger under 10 % (**Tabell 5.1**).

Tabell 5.1. Produksjonsområder hvor samlet uvektet, samlet vektet og kohort 2024 indikatorverdier (I_{trutta}) er >30 % og <10 %.

Indikator	År	Antall POer >30 % (PO nr.)	Antall POer <10 % (PO nr.)
Samlet uvektet	2024	9 (PO: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	2 (PO: 1, 13)
Samlet uvektet	2025	9 (PO: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	2 (PO: 1, 13)
Samlet vektet	2024	6 (PO: 2, 3, 5, 7, 8, 9)	2 (PO: 1, 13)
Samlet vektet	2025	5 (PO: 2, 3, 5, 7, 9)	3 (PO: 1, 12, 13)
Kohort uvektet	2024/2025	9 (PO: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	2 (PO: 1, 13)
Kohort vektet	2024/2025	5 (PO: 2, 3, 5, 7, 9)	2 (PO: 1, 13)

5.1 Resultatene for 2024

Basert på de uvektede indikatorverdiene, når hvert vassdrag teller likt, var lusebelastningen over 30 % fra PO 2 til 9 for første- og andregangsvandrende sjørret og for begge samlet, unntatt for andregangsvandrende i PO 9 (29 %) (**Tabell 5.1.1**). Den samlede indikatorverdien var også over 30 % i PO 10. Kun i PO 1 og 13 var I_{trutta} under 10 %, mens den i PO 11 og 12 hadde uvektede verdier mellom 10 og 30 %. Størst lusepåvirkning på sjørreten var i PO 7 (72 %), PO 5 (71 %), PO 2 (68 %) og PO 3 (67 %).

Indikatorverdiene vektet med teoretisk sjørretproduksjon var gjennomgående lavere enn for uvektede verdier, men over 30 % for både første- og andregangsvandrere i PO 2, 3 og 5 (**Tabell 5.1.1**). I tillegg var den samlede indikatorverdien over 30 % i PO 7, 8 og 9. Det var som for den uvektede indikatoren verdier under 10 % i PO 1 og 13. Forskjellen i de samlede uvektede og vektete indikatorverdiene varierte mellom produksjonsområder, men forskjellen i prosentpoeng var spesielt store for PO 7 (38 prosentpoeng), PO 6 (27 prosentpoeng), PO 4 (26 prosentpoeng), PO 8 (21 prosentpoeng) og PO 10 (18 prosentpoeng). Denne forskjellen skyldes i hovedsak vassdragenes beliggenhet og størrelse, hvor store vassdrag langt inne fjorder og områder med lavere lusebelastning, som nasjonale laksefjorder, i større grad påvirker de vektete indikatorverdiene.

Fra PO 1 til 9 overlapper ikke 95 % konfidensintervallet til den uvektede samlede indikatorverdien grenseverdiene til kategoriene for påvirkning av lakselus (<10 %, 10-30 %, >30 %, **Tabell 5.1.1**). I PO 10, 11 og 12 overlapper konfidensintervallet kategoriene 10-30 % og >30 %, mens i PO 13 overlapper kategoriene <10 % og 10-30 %.

Ved test av ulike antakelser i modellen gjennom sensitivitetsanalyser forblir den uvektede samlede indikatorverdien for PO 1 til 10 i den samme kategorien (<10 % eller >30 %) for alle sensitivitetsanalysene, mens de andre produksjonsområdene vekslet mellom kategorier for minst en sensitivitetsanalyse (**Tabell 5.1.2**). For de vektete indikatorverdiene beholder PO 1, 2, 3, 5, 9 og 13 den samme kategorien i alle sensitivitetsanalysene, mens de andre produksjonsområdene vekslet mellom kategorier (**Tabell 5.1.2**).

For å finne ut hvilke av de underliggende variablene modellen er mest sensitiv til, sammenligner vi de relative endringene i I_{trutta} i prosent, men oppgir også den absolutte endringen i prosentpoeng. Basert på relative endringer i I_{trutta} er indikatorverdiene mest sensitiv til hvor

stor andel av den lusepåvirkede sjøørreten som tilbakevandrer eller dør (**Tabell 5.1.2**). I hovedmodellen har vi antatt at 30 % dør og resten tilbakevandrer, og ved test av yttergrensene på 0 % og 100 % endrer den uvektede samlede indikatorverdien seg i snitt -26 % (-10 prosentpoeng) når ingen av den lusepåvirkede sjøørreten dør (alle tilbakevandrer) og +46 % (+16 prosentpoeng) når alle dør, og den vektete med -29 % (-7 prosentpoeng) når alle tilbakevandrer og +53 % (+14 prosentpoeng) når alle dør.

Tabell 5.1.1. Uvektede og vektete indikatorverdier (I_{trutta}) med 95 % konfidensintervall i parentes for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (samlet) i 2024 for produksjonsområde 1-13. Farget etter kategoriene for lusepåvirket nedgang i fitness, <10 % (gul), 10-30 % (oransje) og >30 % (rød).

PO	Uvektet I_{trutta} (%)			Vektet I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet*	1. gangs	2. gangs	Samlet*
1	3,5 (2,1 – 5,4)	3,1 (1,9 – 4,7)	5,7 (4,0 – 8,0)	3,0 (1,6 – 4,9)	2,6 (1,5 – 4,1)	5,0 (3,1 – 7,0)
2	48,2 (38,1 – 56,4)	43,6 (34,9 – 51,3)	68,3 (58,6 – 75,5)	41,8 (30,2 – 53,1)	37,7 (27,4 – 48,0)	61,9 (49,7 – 72,5)
3	48,3 (38,8 – 54,9)	43,5 (34,9 – 50,1)	66,5 (58,5 – 72,0)	43,4 (34,2 – 50,6)	38,6 (30,5 – 45,8)	60,7 (52,5 – 66,7)
4	38,9 (30,6 – 46,1)	35,6 (28,0 – 42,0)	54,8 (46,8 – 61,3)	19,1 (14,8 – 23,8)	16,8 (13,0 – 21,1)	28,8 (23,9 – 34,0)
5	50,5 (39,3 – 58,4)	45,4 (36,2 – 52,5)	70,9 (61,1 – 77,4)	38,8 (29,6 – 47,7)	35,1 (27,0 – 43,1)	57,5 (47,8 – 65,9)
6	37,5 (28,6 – 45,0)	33,6 (25,8 – 40,4)	53,5 (44,4 – 60,4)	16,7 (12,4 – 21,2)	14,4 (10,8 – 19,3)	26,4 (20,8 – 32,6)
7	51,5 (39,3 – 60,4)	47,2 (36,4 – 54,6)	72,0 (61,2 – 78,2)	21,5 (15,3 – 30,6)	18,6 (13,1 – 26,5)	34,0 (26,8 – 43,4)
8	34,7 (23,4 – 45,1)	31,0 (21,4 – 39,7)	52,5 (39,9 – 62,6)	19,0 (11,6 – 28,5)	16,7 (10,6 – 24,3)	31,2 (21,6 – 41,7)
9	32,1 (18,1 – 48,3)	28,6 (16,4 – 41,7)	50,4 (33,4 – 66,6)	28,0 (15,6 – 43,2)	24,9 (14,1 – 36,6)	44,6 (29,8 – 60,0)
10	27,6 (15,1 – 44,4)	25,1 (13,8 – 38,3)	44,6 (28,2 – 61,3)	16,3 (8,7 – 28,0)	13,8 (7,6 – 25,6)	26,3 (16,6 – 39,9)
11	17,5 (8,2 – 31,1)	16,1 (8,1 – 27,4)	29,9 (16,5 – 45,1)	12,8 (6,7 – 23,7)	12,2 (6,4 – 21,4)	23,0 (13,6 – 36,4)
12	13,8 (6,6 – 24,4)	11,8 (5,5 – 20,6)	22,6 (12,8 – 34,5)	7,2 (3,1 – 15,7)	5,8 (2,6 – 13,6)	12,6 (6,2 – 23,4)
13	3,3 (1,2 – 9,1)	2,8 (0,9 – 7,9)	6,0 (2,7 – 13,3)	0,2 (0,1 – 0,7)	0,1 (0,1 – 0,6)	0,4 (0,2 – 1,1)

* Samlet indikatorverdi er gitt av $(1 - (1 - a/100) \times (1 - b/100)) \times 100$, hvor a er indikatorverdien for førstegangsvandrere og b er indikatorverdien for andregangsvandrere. Samlet ble først regnet ut per vassdrag og den fulle (bivariate) usikkerhetsfordelingen til a og b ble brukt i utregningen. Verdien oppgitt som «Samlet» er medianen av usikkerhetsfordelingen på PO-nivå som følger av denne utregningen, gjennom vektet eller uvektet snitt av alle vassdragenes verdier.

Tabell 5.1.2. Uvektede og vektete indikatorverdier (I_{trutta}) samlet for første- og andregangsvandrere i 2024 for hovedmodellen (H) og sensitivitetsanalysene (S_{1-11}). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjørørreten dør (resten tilbakevandrere) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

In Mobilie Studier												
		Romlig fordeling				Tålegrensene			Tilbakevandring		Lusedødelighet	
PO	H	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀	S ₁₁
Uvektet I_{trutta} (%)												
1	5,7	4,7	5,0	5,0	5,6	7,3	4,3	3,9	3,8	9,4	6,4	4,9
2	68,3	58,6	70,4	80,4	64,7	73,8	61,4	61,7	58,2	84,8	70,9	64,4
3	66,5	61,4	67,2	70,6	63,3	70,8	61,1	61,4	57,5	80,2	68,4	63,4
4	54,8	46,8	53,9	58,3	52,7	59,9	48,8	49,2	46,8	67,4	57,0	51,4
5	70,9	65,3	72,9	78,0	68,6	75,8	64,4	65,1	59,5	88,4	73,0	67,4
6	53,5	46,7	51,5	54,7	51,1	58,4	47,8	48,1	44,0	69,0	55,7	50,3
7	72,0	67,1	71,3	73,8	69,4	76,2	66,5	67,6	60,4	89,2	74,0	69,1
8	52,5	46,0	52,5	56,7	49,7	58,4	45,1	46,0	39,8	73,6	55,1	48,4
9	50,4	47,1	49,9	51,4	48,4	58,6	41,0	42,5	34,7	76,8	54,0	45,1
10	44,6	41,9	46,1	50,0	41,6	53,7	34,5	36,2	30,2	69,6	48,5	38,8
11	29,9	23,5	30,8	33,9	27,5	38,7	20,8	21,7	19,2	49,6	33,6	24,5
12	22,6	19,4	23,1	26,3	21,0	28,7	16,6	17,6	14,2	39,2	25,3	19,1
13	6,0	6,3	5,8	3,9	5,5	9,0	3,4	3,5	3,0	11,7	6,9	4,4
Vektet I_{trutta} (%)												
1	5,0	4,0	4,1	4,0	4,7	6,3	3,7	3,4	3,2	8,3	5,5	4,2
2	61,9	47,6	64,1	77,2	58,4	69,3	53,5	53,6	50,8	80,5	64,9	57,2
3	60,7	55,3	62,7	66,7	56,5	65,4	54,9	55,5	51,9	74,6	62,7	57,4
4	28,8	18,0	26,3	32,0	26,7	33,3	24,1	24,3	23,5	38,5	30,6	26,1
5	57,5	43,6	62,5	73,6	54,5	63,4	50,8	51,2	46,8	76,2	60,0	53,7
6	26,4	11,5	19,6	26,6	23,5	31,4	21,5	21,9	20,3	38,3	28,2	23,5
7	34,0	13,8	15,3	20,4	33,0	38,3	29,7	30,2	26,4	49,3	36,1	31,5
8	31,2	16,8	22,6	38,7	30,0	37,3	24,9	25,3	22,0	49,3	33,7	27,5
9	44,6	38,9	46,6	50,4	42,2	52,5	35,9	37,1	30,2	69,7	47,8	39,7
10	26,3	21,2	27,4	32,6	22,7	33,3	19,9	21,5	17,6	43,0	29,5	22,8
11	23,0	8,7	18,2	40,0	21,4	30,5	15,9	16,9	15,1	39,9	26,4	18,9
12	12,6	6,3	12,9	20,5	11,3	17,3	8,3	8,7	7,1	24,3	14,6	10,0
13	0,4	0,3	0,3	0,2	0,4	0,6	0,2	0,2	0,2	0,7	0,4	0,2

H: Hovedmodell

S₁: Romlig fordeling, uniform 10 km

S₂: Romlig fordeling, uniform 20 km

S₃: Romlig fordeling, uniform 30 km

S₄: Romlig fordeling, interpolerte avstander

S₅: Tålegrensene hovedmodell* halvering

S₆: Tålegrensene hovedmodell doubling

S₇: Tålegrensene lus/g**

S₈: All lusepåvirket sjørørret tilbakevandrere

S₉: All lusepåvirket sjørørret dør

S₁₀: Lusedødelighet på fisk, 20 % dør

S₁₁: Lusedødelighet på fisk, 60 % dør

* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

5.2 Resultatene for 2025

I 2025 var de uvektede indikatorverdiene (når hvert vassdrag teller likt) for lusebelastning over 30 % fra PO 2 til 7 for første- og andregangsvandrende sjøørret (**Tabell 5.2.1**). Den samlede indikatorverdien var også over 30 % i PO 8, 9 og 10. Kun i PO 1 og 13 var I_{trutta} under 10 %, mens den i PO 11 og 12 hadde uvektede verdier mellom 10 og 30 %. Størst lusepåvirkning på sjøørreten var i PO 5 (71 %), PO 7 (64 %), PO 2 (61 %), PO 3 (56 %) og PO 6 (56 %).

Indikatorverdiene vektet med teoretisk sjøørretproduksjon var som i 2024 over 30 % for første- og andregangsvandrere i PO 2, 3 og 5 (**Tabell 5.2.1**). I tillegg var den samlede indikatorverdien over 30 % i PO 7 og 9. Det var som for den uvektede indikatoren verdier under 10 % i PO 1 og 13, men i tillegg fikk PO 12 vektet indikatorverdi under 10 %. Forskjellen i de samlede uvektede og vektete indikatorverdiene varierte mellom produksjonsområder, men forskjellen i prosentpoeng var, som i 2024, store for PO 7 (34 %), PO 6 (29 %), PO 4 (25 %), PO 8 (23 %) og PO 10 (20 %). Denne forskjellen skyldes i hovedsak vassdragenes beliggenhet og størrelse, hvor store vassdrag langt inne fjorder og område med lavere lusebelastning som nasjonale laksefjorder, i større grad påvirker de vektete indikatorverdiene.

I PO 2-8, 10 og 13 overlapper ikke 95 % konfidensintervallet til den uvektede samlede indikatorverdien grenseverdiene til kategoriene for påvirkning av lakselus (<10 %, 10-30 %, >30 %, **Tabell 5.2.1**). I PO 9 og 11 overlapper konfidensintervallet kategoriene 10-30 % og >30 %, i PO 1 overlapper kategoriene <10 % og 10-30 %, mens i PO 12 overlapper konfidensintervallet alle tre kategoriene.

I likhet med 2024 så forble den uvektede samlede indikatorverdien for PO 2-8 og 10 (>30 %) i den samme kategorien for alle sensitivitetsanalysene (**Tabell 5.2.2**). I tillegg holdt PO 13 seg i samme kategori (< 10%), mens de andre produksjonsområdene vekslet mellom kategorier for minst en sensitivitetsanalyse (**Tabell 5.2.2**). For de vektete indikatorverdiene beholder PO 1, 2, 3, 5 og 13 den samme kategorien i alle sensitivitetsanalysene, mens de andre produksjonsområdene vekslet mellom kategorier (**Tabell 5.1.2**). Også i 2025 var det indikatorverdiene mest sensitiv til hvor stor andel av den lusepåvirkede sjøørreten som tilbakevandrer eller dør (**Tabell 5.2.2**).

Tabell 5.2.1. Uvektede og vektete indikatorverdier (I_{trutta}) med 95 % konfidensintervall i parentes for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet første- og andregangsvandrere (samlet) i 2025 for produksjonsområde 1-13. Farget etter kategoriene for lusepåvirket nedgang i fitness, <10 % (gul), 10-30 % (oransje) og >30 % (rød).

PO	Uvektet I_{trutta} (%)			Vektet I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet*	1. gangs	2. gangs	Samlet*
1	3,1 (1,7 – 6,6)	3,1 (1,6 – 6,2)	5,8 (3,3 – 11,0)	2,7 (1,3 – 7,0)	2,7 (1,2 – 6,7)	5,0 (2,7 – 11,3)
2	42,8 (36,4 – 49,7)	39,7 (33,5 – 46,8)	61,0 (54,4 – 68,4)	36,5 (28,2 – 46,7)	33,3 (25,3 – 43,5)	55,2 (45,1 – 65,4)
3	38,9 (29,8 – 47,7)	36,2 (27,7 – 44,5)	56,2 (46,5 – 64,6)	36,6 (27,5 – 44,8)	33,9 (25,4 – 41,2)	52,9 (43,5 – 59,9)
4	35,9 (27,1 – 44,0)	32,9 (24,6 – 40,3)	52,3 (43,2 – 60,1)	17,3 (12,2 – 23,4)	15,8 (11,1 – 21,2)	27,2 (21,3 – 34,2)
5	49,8 (39,5 – 57,8)	45,8 (36,0 – 53,3)	71,1 (61,6 – 78,2)	38,2 (28,6 – 47,4)	35,2 (26,1 – 44,3)	57,6 (47,6 – 67,1)
6	38,8 (29,5 – 46,0)	35,2 (27,0 – 41,5)	55,7 (47,2 – 61,8)	16,5 (12,0 – 21,2)	14,6 (10,3 – 19,8)	26,4 (20,7 – 32,7)
7	44,2 (32,0 – 53,7)	40,3 (28,9 – 48,2)	64,4 (52,8 – 72,4)	19,0 (12,1 – 29,6)	16,2 (10,2 – 25,8)	30,8 (21,8 – 43,1)
8	30,6 (20,2 – 40,6)	27,9 (18,5 – 37,1)	47,3 (35,6 – 57,5)	14,9 (8,7 – 23,8)	13,3 (7,8 – 21,2)	24,6 (16,7 – 35,7)
9	25,2 (13,1 – 39,4)	22,7 (12,3 – 36,4)	40,8 (26,0 – 57,2)	20,5 (11,1 – 32,8)	18,6 (10,3 – 29,9)	33,6 (21,5 – 48,0)
10	28,7 (16,5 – 42,7)	26,0 (14,5 – 39,4)	45,9 (30,7 – 60,6)	15,6 (8,1 – 25,8)	13,3 (7,0 – 24,1)	26,0 (16,0 – 39,5)
11	16,9 (8,2 – 28,9)	15,5 (7,5 – 26,4)	29,0 (16,9 – 43,3)	10,3 (5,1 – 18,7)	8,9 (4,3 – 17,3)	18,2 (10,4 – 29,1)
12	9,2 (3,9 – 19,9)	8,5 (3,3 – 18,4)	16,6 (8,4 – 30,6)	3,9 (1,7 – 11,1)	3,7 (1,6 – 10,1)	7,7 (3,6 – 17,1)
13	0,7 (0,4 – 3,2)	0,7 (0,3 – 3,5)	1,5 (0,7 – 5,9)	0,1 (0,0 – 0,2)	0,1 (0,0 – 0,3)	0,1 (0,1 – 0,4)

* Samlet er gitt av $(1 - (1 - a/100) \times (1 - b/100)) \times 100$, hvor a er indikatorverdien for førstegangsvandrere og b er indikatorverdien for andregangsvandrere. Den fulle usikkerhetsfordelingen til a og b ble brukt i utregningen. Verdien oppgitt som «Samlet» er medianen av usikkerhetsfordelingen som følger av denne utregningen.

Tabell 5.2.2. Uvektede og vektete indikatorverdier (I_{trutta}) samlet for første- og andregangsvandrere i 2025 for hovedmodellen (H) og sensitivitetsanalysene (S_{1-11}). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjørørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

In Mobilie Studier												
PO	H	Romlig fordeling				Tålegrensar			Tilbakevandring		Lusedødelighet	
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀	S ₁₁
Uvektet I_{trutta} (%)												
1	5,8	4,1	3,8	3,3	5,5	8,8	3,4	2,8	3,6	10,0	7,0	4,2
2	61,0	46,1	58,5	71,1	57,2	66,9	54,9	55,1	53,0	75,0	63,5	57,4
3	56,2	50,5	58,5	61,9	52,7	62,6	48,1	48,6	47,8	69,8	59,1	51,8
4	52,3	46,3	51,8	54,9	50,3	58,2	45,0	45,1	43,1	67,2	54,9	48,2
5	71,1	66,7	75,0	79,4	67,4	76,1	64,3	65,1	59,5	89,0	73,3	67,4
6	55,7	51,5	55,5	58,4	53,8	59,9	50,5	51,0	45,2	72,2	57,5	52,8
7	64,4	58,6	65,1	70,2	62,3	69,3	57,8	58,8	51,1	85,2	66,7	60,9
8	47,3	41,5	47,0	50,3	45,7	53,2	40,0	40,7	34,7	68,4	49,8	43,3
9	40,8	35,4	38,9	39,8	39,1	49,5	31,7	32,6	26,6	66,4	44,5	35,5
10	45,9	40,6	46,8	53,8	42,9	53,7	36,6	38,1	30,5	72,6	49,4	40,6
11	29,0	23,3	30,7	34,4	26,7	37,0	20,9	21,4	17,8	50,7	32,3	24,1
12	16,6	13,9	16,8	18,4	15,7	23,6	10,5	11,1	9,3	30,8	19,3	12,7
13	1,5	2,0	1,6	0,6	1,3	3,3	0,7	0,7	0,6	3,4	2,1	1,0
Vektet I_{trutta} (%)												
1	5,0	3,3	3,6	3,5	4,8	8,5	2,7	2,3	3,1	9,1	6,4	3,5
2	55,2	33,6	53,7	70,0	51,4	62,5	47,3	47,5	46,1	72,2	58,0	50,8
3	52,9	49,3	55,0	58,2	48,6	58,3	45,8	46,3	45,0	65,7	55,4	49,1
4	27,2	16,9	25,2	30,9	25,6	32,8	21,4	21,7	21,4	38,3	29,5	24,0
5	57,6	42,9	60,9	77,1	54,0	64,0	50,3	50,9	46,8	76,5	60,3	53,6
6	26,4	14,7	22,8	29,9	24,4	31,0	21,9	21,8	19,5	39,6	28,2	23,9
7	30,8	11,7	15,3	28,9	29,3	34,5	25,4	26,0	21,8	47,9	32,5	27,8
8	24,6	14,6	17,8	23,2	23,5	29,8	19,3	19,6	16,5	40,4	26,9	21,6
9	33,6	26,9	32,2	35,9	32,2	41,4	25,9	26,4	21,8	55,5	36,8	29,1
10	26,0	14,8	20,5	30,5	23,9	31,0	19,2	20,2	15,8	44,4	28,2	22,1
11	18,2	6,9	12,7	28,6	17,5	24,4	12,0	12,6	10,7	33,7	20,5	14,6
12	7,7	3,1	8,6	13,3	7,5	11,9	4,3	4,5	4,0	15,8	9,6	5,6
13	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,1

H: Hovedmodell

S₁: Romlig fordeling, uniform 10 km

S₂: Romlig fordeling, uniform 20 km

S₃: Romlig fordeling, uniform 30 km

S₄: Romlig fordeling, interpolerte avstander

S₅: Tålegrensar hovedmodell* halvering

S₆: Tålegrensar hovedmodell dobling

S₇: Tålegrensar lus/g**

S₈: All lusepåvirket sjørørret tilbakevandrer

S₉: All lusepåvirket sjørørret dør

S₁₀: Lusedødelighet på fisk, 20 % dør

S₁₁: Lusedødelighet på fisk, 60 % dør

* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

5.3 Resultatene for 2024 smoltkohorten

For å se på lusebelastningen til en kohort (smoltårgang) over tid, dvs. to år, har vi beregnet den samlede indikatorverdien for førtegangsvandrende sjørørret i 2024 og andregangsvandrende i 2025. For både uvektede og vektete indikatorverdier hadde smoltkohorten som vandret ut i sjøen første gang i 2024 høyere lusepåvirkning ved første sjøvandring (i 2024) enn ved andre sjøvandring (i 2025) (**Tabell 5.3.1**).

Den samlede påvirkningen fra begge sjøvandringene på kohorten (Kohort samlet, **Tabell 5.3.1**) førte både til en økning og reduksjon i indikatorverdiene innenfor en endring på 0 til 8 prosentpoeng (**Tabell 5.1.1**). Størst endringer var det mellom kohort indikatorverdiene og de samlede vektete og uvektede indikatorverdiene for 2025.

Tabell 5.3.1. Uvektede og vektete indikatorverdier (I_{trutta}) med 95 % konfidensintervall i parentes for førtegangsvandrere i 2024 (1. gangs 2024), andregangsvandrere i 2025 (2. gangs 2025) og samlet for disse, smoltkohorten 2024 (kohort samlet), for produksjonsområde 1-13.

PO	Uvektet I_{trutta} (%)			Vektet I_{trutta} (%)		
	1. gangs 2024*	2. gangs 2025**	Kohort samlet***	1. gangs 2024*	2. gangs 2025**	Kohort Samlet***
1	3,5 (2,1 – 5,4)	3,1 (1,6 – 6,2)	6,0 (3,8 – 9,8)	3,0 (1,6 – 4,9)	2,7 (1,2 – 6,7)	5,2 (3,0 – 9,7)
2	48,2 (38,1 – 56,4)	39,7 (33,5 – 46,8)	68,6 (59,8 – 75,2)	41,8 (30,2 – 53,1)	33,3 (25,3 – 43,5)	61,0 (49,0 – 71,8)
3	48,3 (38,8 – 54,9)	36,2 (27,7 – 44,5)	63,0 (53,7 – 69,3)	43,4 (34,2 – 50,6)	33,9 (25,4 – 41,2)	57,8 (49,0 – 64,4)
4	38,9 (30,6 – 46,1)	32,9 (24,6 – 40,3)	54,3 (45,6 – 61,1)	19,1 (14,8 – 23,8)	15,8 (11,1 – 21,2)	28,7 (23,1 – 34,3)
5	50,5 (39,3 – 58,4)	45,8 (36,0 – 53,3)	71,7 (60,8 – 78,7)	38,8 (29,6 – 47,7)	35,2 (26,1 – 44,3)	58,1 (47,9 – 67,2)
6	37,5 (28,6 – 45,0)	35,2 (27,0 – 41,5)	55,6 (46,5 – 62,0)	16,7 (12,4 – 21,2)	14,6 (10,3 – 19,8)	26,7 (21,2 – 33,1)
7	51,5 (39,3 – 60,4)	40,3 (28,9 – 48,2)	69,7 (58,7 – 76,9)	21,5 (15,3 – 30,6)	16,2 (10,2 – 25,8)	32,6 (24,2 – 43,2)
8	34,7 (23,4 – 45,1)	27,9 (18,5 – 37,1)	50,9 (38,5 – 61,2)	19,0 (11,6 – 28,5)	13,3 (7,8 – 21,2)	28,5 (19,5 – 39,5)
9	32,1 (18,1 – 48,3)	22,7 (12,3 – 36,4)	47,5 (30,6 – 63,8)	28,0 (15,6 – 43,2)	18,6 (10,3 – 29,9)	40,9 (26,2 – 56,4)
10	27,6 (15,1 – 44,4)	26,0 (14,5 – 39,4)	45,7 (29,7 – 62,4)	16,3 (8,7 – 28,0)	13,3 (7,0 – 24,1)	26,4 (16,5 – 40,5)
11	17,5 (8,2 – 31,1)	15,5 (7,5 – 26,4)	29,7 (17,3 – 45,5)	12,8 (6,7 – 23,7)	8,9 (4,3 – 17,3)	20,3 (11,7 – 33,8)
12	13,8 (6,6 – 24,4)	8,5 (3,3 – 18,4)	20,7 (11,2 – 34,5)	7,2 (3,1 – 15,7)	3,7 (1,6 – 10,1)	11,0 (5,2 – 21,1)
13	3,3 (1,2 – 9,1)	0,7 (0,3 – 3,5)	4,0 (1,6 – 10,5)	0,2 (0,1 – 0,7)	0,1 (0,0 – 0,3)	0,3 (0,1 – 0,8)

* Kopiert fra Tabell 5.1.1. ** Kopiert fra Tabell 5.2.1. *** Samlet indikatorverdi er gitt av $(1 - (1 - a/100) \times (1 - b/100)) \times 100$, hvor a er indikatorverdien for førtegangsvandrere og b er indikatorverdien for andregangsvandrere. Samlet ble først regnet ut per vassdrag og den fulle (bivariate) usikkerhetsfordelingen til a og b ble brukt i utregningen. Verdien oppgitt som «Kohort samlet» er medianen av usikkerhetsfordelingen på PO-nivå som følger av denne utregningen, gjennom vektet eller uvektet snitt av alle vassdragenes verdier.

Sensitivitetsanalysen for 2024 kohorten (**Tabell 5.3.2**) viser de samme mønstrene som sensitivitetsanalysene for 2024 og 2025. For uvektede indikatorverdier var det uendrede kategorier for lusepåvirkning fra PO 2 til 10 (>30 %) og 13 (< 10 %). For vektete indikatorverdier var det uendrede kategorier for PO 1, 2, 3, 5 og 13.

Tabell 5.3.2. Uvektede og vektete indikatorverdier (I_{trutta}) for kohort samlet med førstegangsvandrere i 2024 og andregangsvandrere i 2025 for hovedmodellen (H) og sensitivitetsanalysene (S_{1-11}). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjørreten dør (resten tilbakevandr) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

		Romlig fordeling				Tålegrens			Tilbakevandring		Lusedødelighet	
PO	H	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀	S ₁₁
Uvektet I_{trutta} (%)												
1	6,0	4,6	4,7	4,4	5,8	8,3	4,0	3,5	3,9	10,2	6,9	4,8
2	68,6	60,1	70,1	79,1	65,2	73,7	62,5	63,1	58,8	86,0	70,7	65,0
3	63,0	58,8	64,4	68,0	60,0	67,8	56,5	57,1	54,2	77,0	65,1	59,3
4	54,3	47,5	53,7	57,8	52,4	59,6	48,0	48,3	45,7	68,4	56,6	50,9
5	71,7	67,4	75,1	79,0	69,2	76,5	65,1	65,8	60,0	89,6	73,8	68,0
6	55,6	50,4	54,7	57,7	53,7	60,0	50,3	50,7	45,3	72,1	57,5	52,5
7	69,7	65,8	70,5	73,3	67,5	74,0	64,2	65,3	57,3	88,9	71,6	66,6
8	50,9	45,1	51,0	54,3	48,5	56,8	43,4	44,6	38,0	72,2	53,5	46,7
9	47,5	44,7	47,7	48,6	46,3	55,7	38,2	39,8	31,9	75,4	51,0	42,1
10	45,7	42,1	47,5	52,4	43,8	54,1	35,6	37,8	30,7	72,1	49,4	40,0
11	29,7	23,9	31,0	34,5	28,1	38,0	20,7	21,9	18,6	50,8	33,0	24,5
12	20,7	18,3	20,8	23,3	19,6	27,4	14,3	15,4	12,4	37,5	23,4	16,9
13	4,0	4,6	4,0	2,2	3,7	6,8	2,3	2,5	2,1	8,2	5,1	2,9
Vektet I_{trutta} (%)												
1	5,2	3,8	4,1	3,8	5,0	7,6	3,4	3,0	3,3	9,2	6,1	4,1
2	61,0	45,9	65,0	77,3	58,3	68,4	52,9	53,7	50,8	80,8	64,2	56,6
3	57,8	54,4	60,3	63,9	53,7	62,8	51,8	52,4	49,4	71,7	60,2	54,5
4	28,7	18,1	27,0	32,3	26,8	33,6	23,6	23,7	23,0	39,3	30,7	25,8
5	58,1	44,5	62,8	75,9	55,0	64,1	51,2	51,6	47,2	77,0	60,6	54,2
6	26,7	13,4	21,8	29,0	24,2	31,4	22,2	22,3	20,3	39,7	28,7	24,1
7	32,6	13,2	15,7	24,8	31,9	36,6	27,5	28,3	24,3	48,7	34,6	29,9
8	28,5	15,8	20,9	32,6	27,0	34,1	22,5	23,3	19,7	45,1	30,7	25,1
9	40,9	35,5	41,9	45,7	39,0	48,6	32,7	33,7	27,3	65,9	44,0	36,2
10	26,4	19,0	25,2	32,1	24,2	32,5	19,9	21,2	16,9	43,9	29,3	22,5
11	20,3	8,0	15,5	36,1	20,0	27,3	13,6	14,8	13,0	36,2	23,4	16,8
12	11,0	5,1	11,8	18,2	9,8	15,4	6,8	7,4	6,0	21,1	12,7	8,5
13	0,3	0,2	0,2	0,1	0,3	0,5	0,1	0,1	0,1	0,5	0,3	0,2

H: Hovedmodell

S₁: Romlig fordeling, uniform 10 km

S₂: Romlig fordeling, uniform 20 km

S₃: Romlig fordeling, uniform 30 km

S₄: Romlig fordeling, interpolerte avstander

S₅: Tålegrens hovedmodell* halvering

S₆: Tålegrens hovedmodell doubling

S₇: Tålegrens lus/g**

S₈: All lusepåvirket sjørreten tilbakevandr

S₉: All lusepåvirket sjørreten dør

S₁₀: Lusedødelighet på fisk, 20 % dør

S₁₁: Lusedødelighet på fisk, 60 % dør

* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

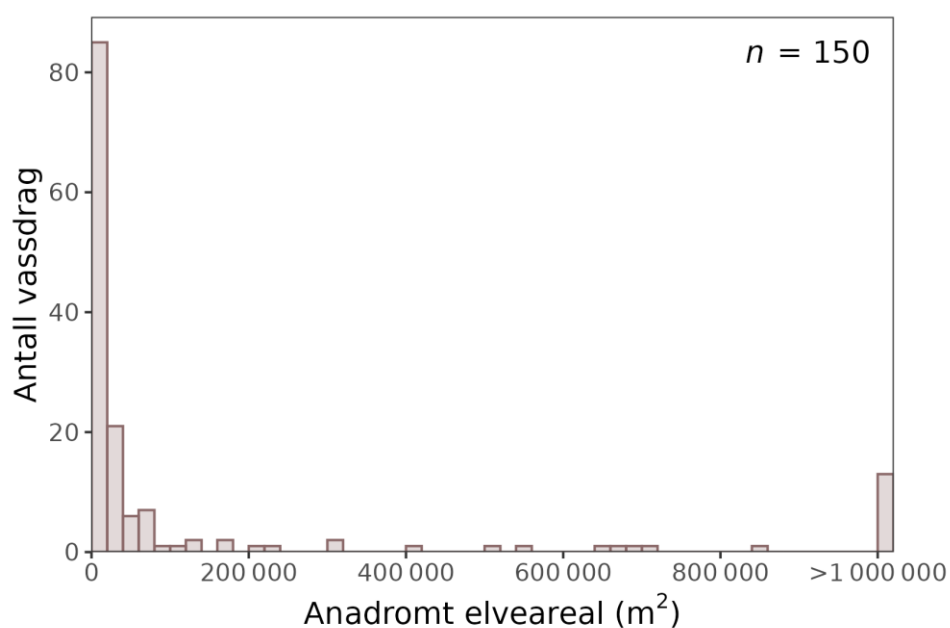
** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

6 Resultater for produksjonsområdene 2024

6.1 Produksjonsområde 1: Svenskegrensa til Jæren

Vassdrag

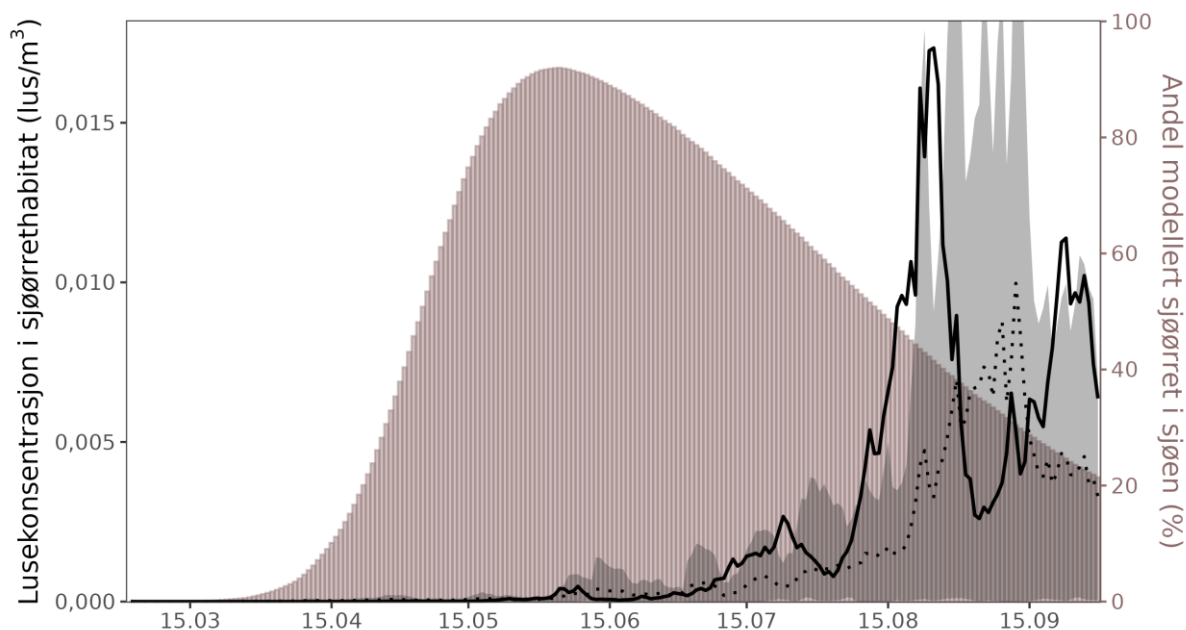
I PO 1 er det vurdert 150 vassdrag hvor 13 har et anadromt elveareal på mer enn en million kvadratmeter. Det største vassdraget er Numedalslågen med 8 673 190 m² elveareal. De fleste vassdragene i produksjonsområdet (75 %) har et anadromt elveareal på under 59 500 m² (**Figur 6.1.1**).



Figur 6.1.1. Fordeling av anadromt elveareal for de ulike vassdragene i PO 1. Den siste stolpen representerer vassdrag med anadromt elveareal på over 1 000 000 m².

Lusekonsentrasjon og andel sjørret i sjøen

I 2024 i PO 1 var det noe høyere lusenivå i sjørrethabitatet i sjøen sammenlignet med gjennomsnittet av de fem foregående årene (**Figur 6.1.2**, heltrukket sort linje sammenlignet med prikket linje). Andel sjørret i sjøen (søylediagram) sammenlignet med utviklingen av gjennomsnittlig lusenivå (heltrukket sort linje) viser at den høyeste lusekonsentrasjonen var på 0,02 lus per kubikk meter i snitt, ble nådd den 25.08, og at det på dette tidspunktet var 42 % av den modellerte sjørreten igjen i sjøen (**Figur 6.1.2**).

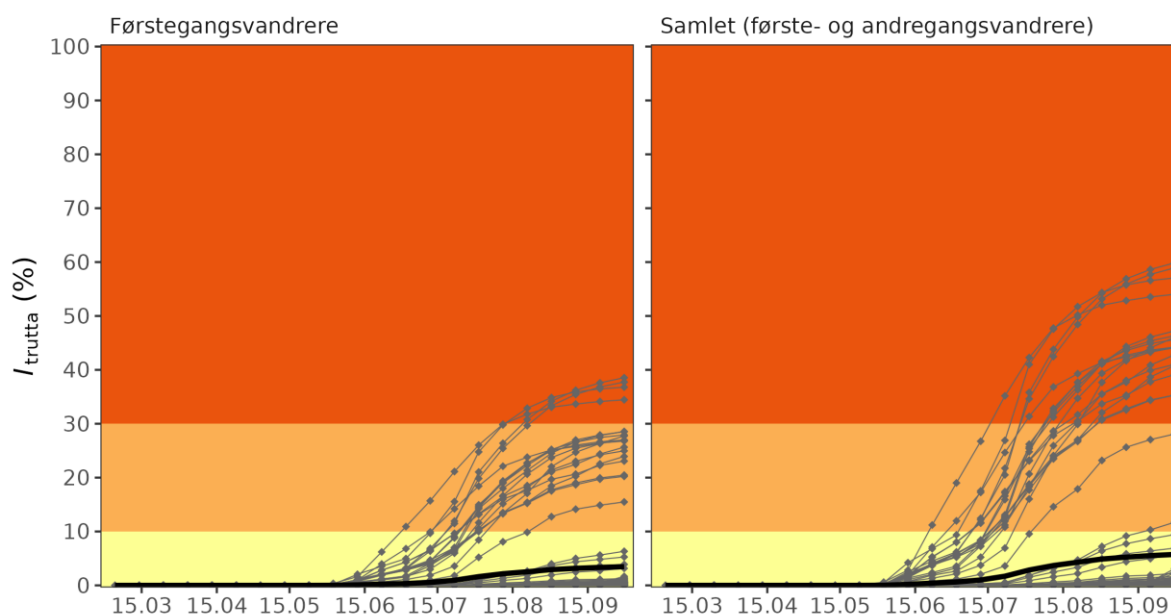


Figur 6.1.2. Lusekonsentrasjon (lus m^{-3}) i sjørrethabitatet i PO 1 per dag i 2024 (sort linje). Dette er den gjennomsnittlige lusekonsentrasjonen i 20 km radius fra elvemunningene til alle vassdragene i produksjonsområdet for en gitt dag i 2024. Lusekonsentrasjonen for de siste fem årene er vist med gjennomsnitt (prikket linje) og minimum/maksimum (skravert område). De brune stolpene viser andelen i prosent av den modellerte sjørreten i sjøen per dag dersom det ikke er noen prematur tilbakevandring eller død. Andelen sjørret i sjøen gjelder både første- og andregangsvandrere.

6.1.1 Uvektede indikatorverdier

Endring i I_{trutta} gjennom sesongen

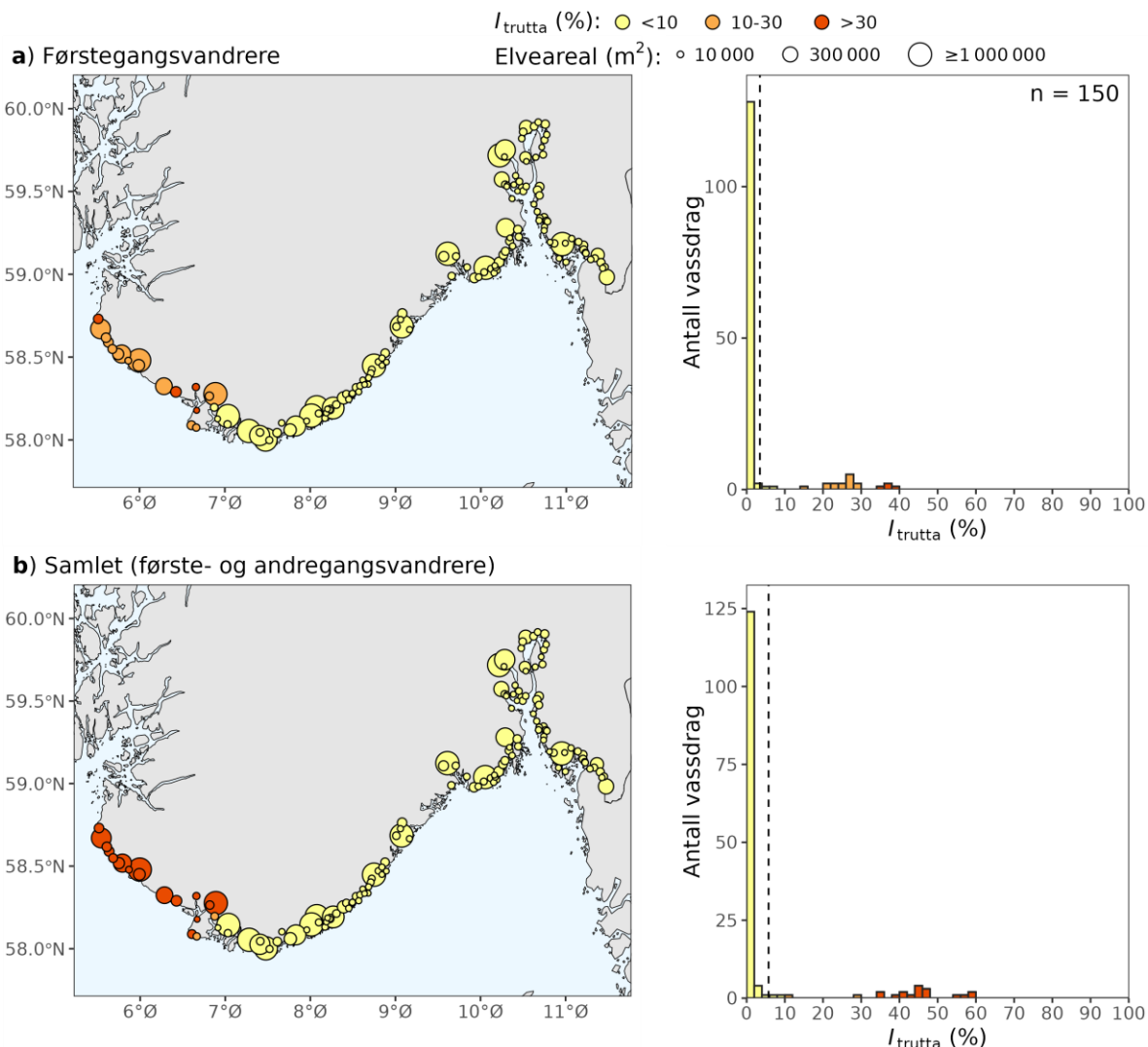
Sjørørreten i de ulike vassdragene i PO 1 var lite påvirket av lus frem til 23.05 (**Figur 6.1.3**). Derfra økte den gjennomsnittlige indikatorverdien (I_{trutta}) og endte på 3 % for førstegangsvandrere og 6 % for den samlede påvirkningen på både første- og andregangsvandrere. Etter august var det liten endring i I_{trutta} i PO 1, og fra 01.09 til 30.09 var økningen på kun 0,5 prosentpoeng for førstegangsvandrere og 0,9 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 6.1.3. Utviklingen i I_{trutta} over tid i PO 1 i 2024. Hvert vassdrag er representert med en grå linje der hvert punkt er estimert I_{trutta} (hver tiende dag). Den svarte linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} for hele produksjonsområdet over tid. Bakgrunnen er farget etter kategoriseringen av I_{trutta} .

Fordeling av I_{trutta} per vassdrag (geografisk og antall)

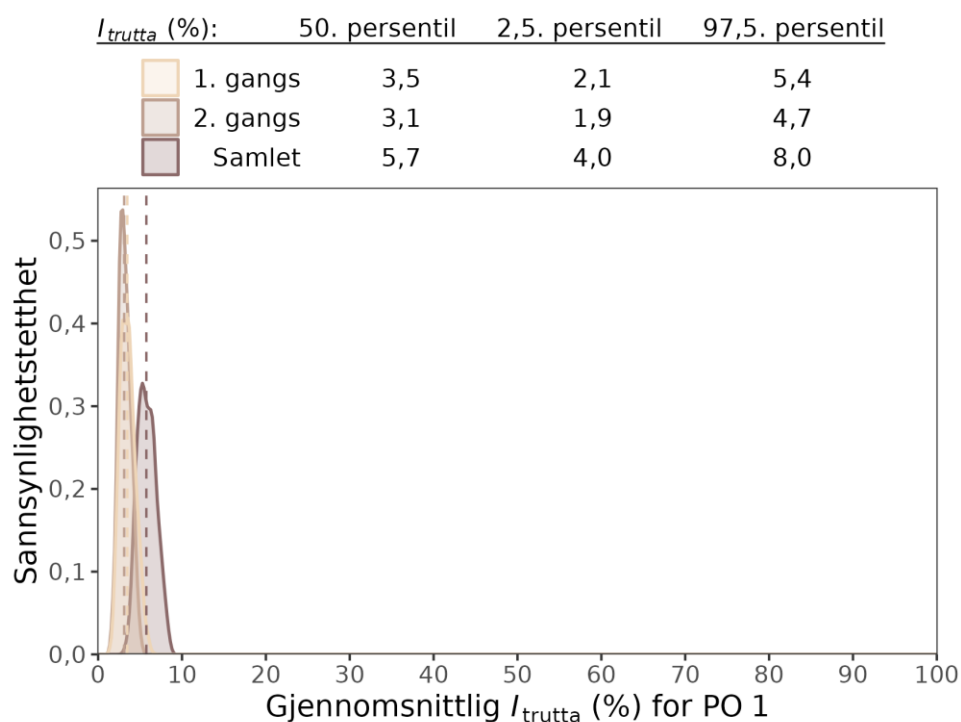
Den geografiske fordelingen og lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene i PO 1 er vist i **Figur 6.1.4**. Sjøørreten oppholder seg hovedsakelig i nærheten av vassdraget den vandrer ut fra (kap. 9.3). Vassdragets nærhet til oppdrettsaktivitet vil derfor være en viktig faktor for lusepåvirkningen (I_{trutta}).



Figur 6.1.4. Geografisk plassering av vassdragene i PO 1, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m^2 eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet). **a)** er for førstegangsvandrere og **b)** er for samlet påvirkning på første- og andregangsvandrere.

Uvektet I_{trutta} med usikkerhet

De uvektede indikatorverdiene (I_{trutta}) for produksjonsområdet er estimert med usikkerhet. I denne usikkerheten er både statistisk usikkerhet og biologisk variasjon (årsvariasjon og romlig variasjon) inkludert fra de underliggende variablene der vi hadde god informasjon om denne variasjonen (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus). Usikkerhetsfordelingene til det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet for begge gruppene er basert på 1000 kjøring av den virtuelle sjørretmodellen der ulike parameterverdier er trukket fra usikkerhetsfordelingene til de underliggende variablene (se kap. 9.13). For hver kjøring estimeres det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} på tvers av alle vassdrag, og det er disse 1000 I_{trutta} -verdiene som utgjør usikkerhetsfordelingene (**Figur 6.1.5**). Medianen til fordelingene angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien er større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Uvektet I_{trutta} (median) for PO 1 var 3,5 % for førstegangsvandrere, 3,1 % for andregangsvandrere og 5,7 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 6.1.5**).



Figur 6.1.5. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 1 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

For å teste robustheten til modellen har vi gjort sensitivitetsanalyser for underliggende variabler der vi ikke hadde god informasjon om usikkerheten (**Tabell 6.1.1**). Dette gjelder den romlige fordelingen av sjøørreten, tålegrensene for lus på sjøørreten før den blir påvirket, hvor stor andelen av den lusepåvirkede sjøørreten som tilbakevandrer og hvor stor andel som dør, og hvor stor andel av lusen som fester seg på sjøørreten som dør. Størst påvirkning på modellresultatet for de uvektede indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjøørret døde (samlet I_{trutta} økte med 3,7 prosentpoeng, **Tabell 6.1.1**).

Tabell 6.1.1. Sensitivitetsanalyser for uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 1 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	3,5	3,1	5,7
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	2,7	2,5	4,7
S ₂ : Uniform 20 km	2,9	2,6	5,0
S ₃ : Uniform 30 km	2,9	2,7	5,0
S ₄ : Interpolerte avstander	3,3	3,1	5,6
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	4,6	4,0	7,3
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	2,5	2,3	4,3
S ₇ : Alternativ tålegrense**	2,4	1,9	3,9
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørret tilbakevandrer	2,3	1,9	3,8
S ₉ : All lusepåvirket sjøørret dør	6,2	6,0	9,4
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	3,9	3,5	6,4
S ₁₁ : 60 % dør	2,9	2,6	4,9

* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

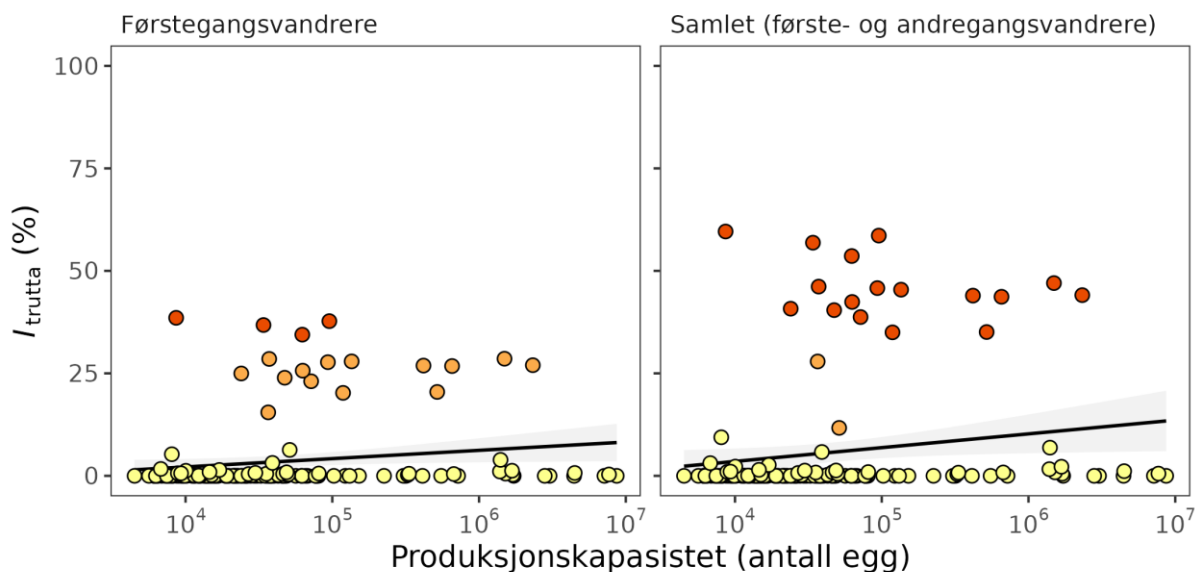
** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

6.1.2 Vektete indikatorverdier

Sjørretvassdragene i PO 1 har ulikt anadromt elveareal (**Figur 6.1.1**). Dette vil kunne påvirke produksjonskapasiteten til vassdraget. For å vekte indikatorverdiene på produksjonskapasitet har vi estimert antall egg hvert vassdrag teoretisk kan produsere basert på anadromt elveareal, samt tilstedeværelse av laks i vassdraget (kap. 3.2). Dette målet tar ikke hensyn til tilstanden til vassdraget, men gir en indikasjon på hvor mye hvert enkelt vassdrag bidrar til den totale produksjonskapasiteten til produksjonsområdet. Vi kan dermed bruke dette målet på produksjonskapasitet for å beregne vektet indikatorverdi for PO 1.

Sammenheng mellom produksjonskapasitet og I_{trutta}

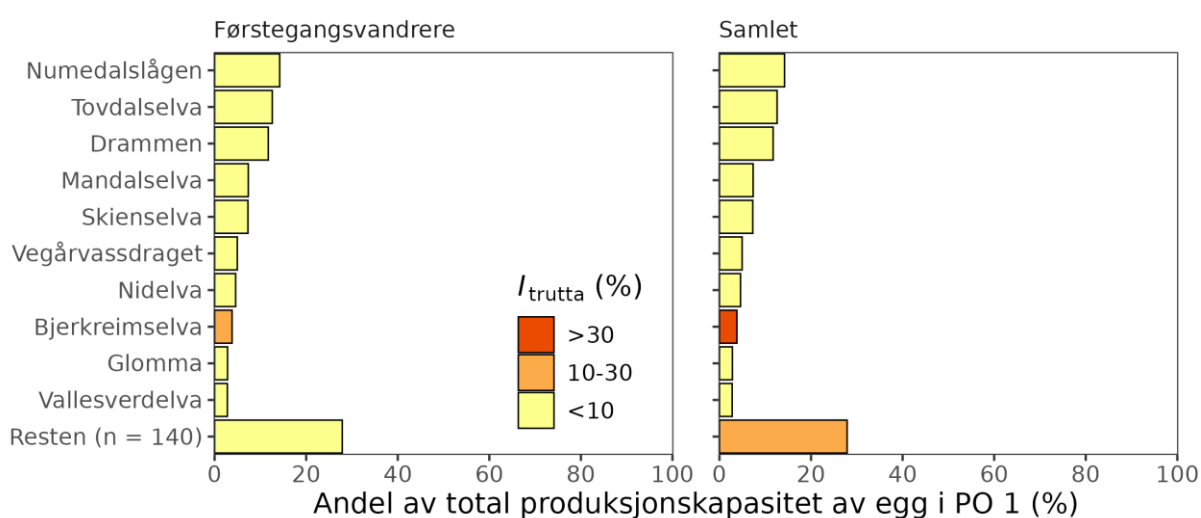
I PO 1 var det en svak sammenheng mellom den teoretiske produksjonskapasiteten og I_{trutta} for førstegangsvandrere ($r^2 = 3\%$) og samlet for første- og andregangsvandrere ($r^2 = 3\%$, **Figur 6.1.6**). En økning i antall egg som teoretisk kan produseres i vassdraget med en faktor på 10 tilsvarer en endring i I_{trutta} på +2 prosentpoeng for førstegangsvandrere og +3,4 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 6.1.6. Nedgang i sjørretens fitness, I_{trutta} (%), som en funksjon av vassdragets teoretiske produksjonskapasitet estimert som antall egg vassdraget teoretisk sett kan produsere basert på anadromt elveareal og tilstedeværelse av laks. For førstegangsvandrere er $I_{trutta} = -5,9 (\pm 4,6) + 2 (\pm 1) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 3\%$, og samlet for første- og andregangsvandrere er $I_{trutta} = -9,9 (\pm 7,4) + 3,4 (\pm 1,6) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 3\%$.

Andel av teoretisk produksjonskapasitet

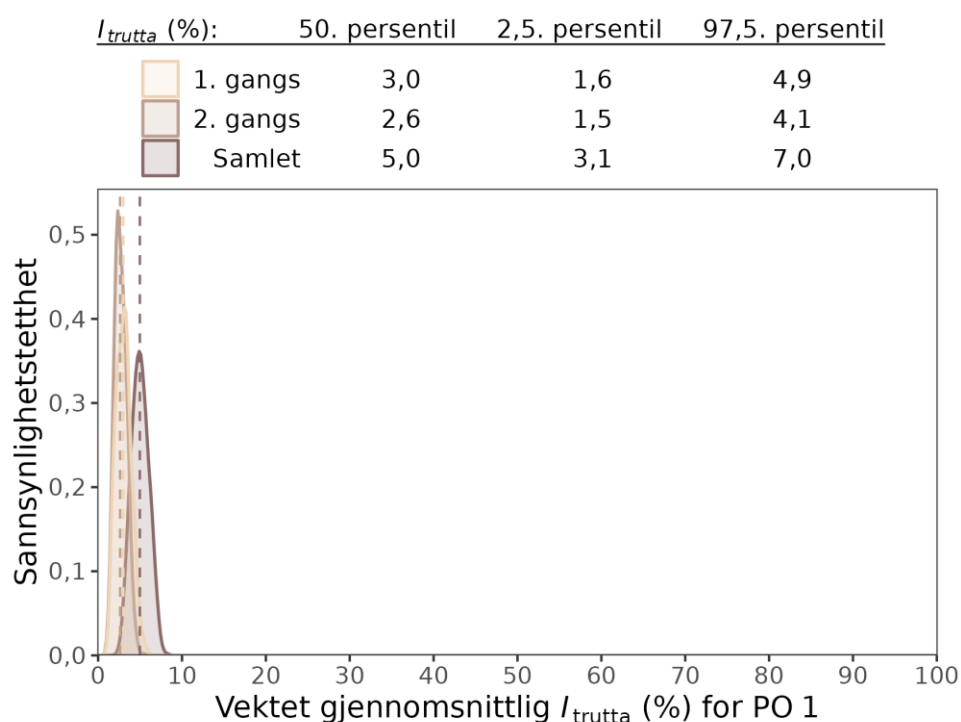
PO 1 har 150 sjørretvassdrag. Numedalslågen har størst andel av den teoretiske produksjonskapasiteten, med en andel på 14 % av produksjonen (**Figur 6.1.7**). Samlet utgjør de ti største vassdragene 72 % av den totale produksjonskapasiteten. Av de ti største vassdragene i PO 1 hadde Bjerkreimselva en I_{trutta} på mellom 10 og 30 % og de resterende ni vassdragene en $I_{trutta} < 10\%$ for førstegangsvandrende. Bjerkreimselva byttet kategori for I_{trutta} fra mellom 10 og 30 % til $> 30\%$ for den samlede påvirkningen på første- og andregangsvandrende. Resten av de 140 vassdragene i PO 1 hadde et vektet snitt for $I_{trutta} < 10\%$ for førstegangsvandrende og mellom 10 og 30 % for samlet (første- og andregangsvandrende) (**Figur 6.1.7**).



Figur 6.1.7. Andelen av den totale produksjonskapasiteten i produksjonsområdet for de 10 største vassdragene i PO 1. Stolpene er farget etter kategoriene for I_{trutta} vassdraget havnet i for førstegangsvandrende og samlet (første- og andregangsvandrende). Stolpen for «Resten» er farget etter det vektete snittet av I_{trutta} for resten av vassdragene.

Vektet I_{trutta} med usikkerhet

Usikkerhetsfordelingen for de vektete indikatorverdiene (I_{trutta}) er basert på usikkerheten i de samme underliggende variablene som for de vektete indikatorverdiene (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus) og likt antall kjøring (1000) av den virtuelle sjørretmodellen. Usikkerhetsfordelingene i **Figur 6.1.8** viser fordelingene til de vektete snittene av I_{trutta} på tvers av alle vassdragene for hver kjøring for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet første- og andregangsvandrere i PO 1. Medianen til fordelingene angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Vektet I_{trutta} (median) for PO 1 var 3,0 % for førstegangsvandrere, 2,6 % for andregangsvandrere og 5,0 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 6.1.8**).



Figur 6.1.8. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 1 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir den vektete I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

Det er gjort sensitivitetsanalyser med de samme underliggende variablene som er benyttet for de uvektede indikatorverdiene. Størst påvirkning på modellresultatet for de vektete indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjøørret dør (samlet I_{trutta} økte med 3,3 prosentpoeng, **Tabell 6.1.2**).

Tabell 6.1.2. Sensitivitetsanalyser for vektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 1 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	Vektet I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	3,0	2,6	5,0
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	2,4	2,1	4,0
S ₂ : Uniform 20 km	2,4	2,3	4,1
S ₃ : Uniform 30 km	2,3	2,2	4,0
S ₄ : Interpolerte avstander	2,7	2,5	4,7
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	3,9	3,4	6,3
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	2,1	1,9	3,7
S ₇ : Alternativ tålegrense**	2,1	1,6	3,4
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørret tilbakevandrer	1,9	1,5	3,2
S ₉ : All lusepåvirket sjøørret dør	5,4	5,2	8,3
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	3,4	2,9	5,5
S ₁₁ : 60 % dør	2,4	2,2	4,2

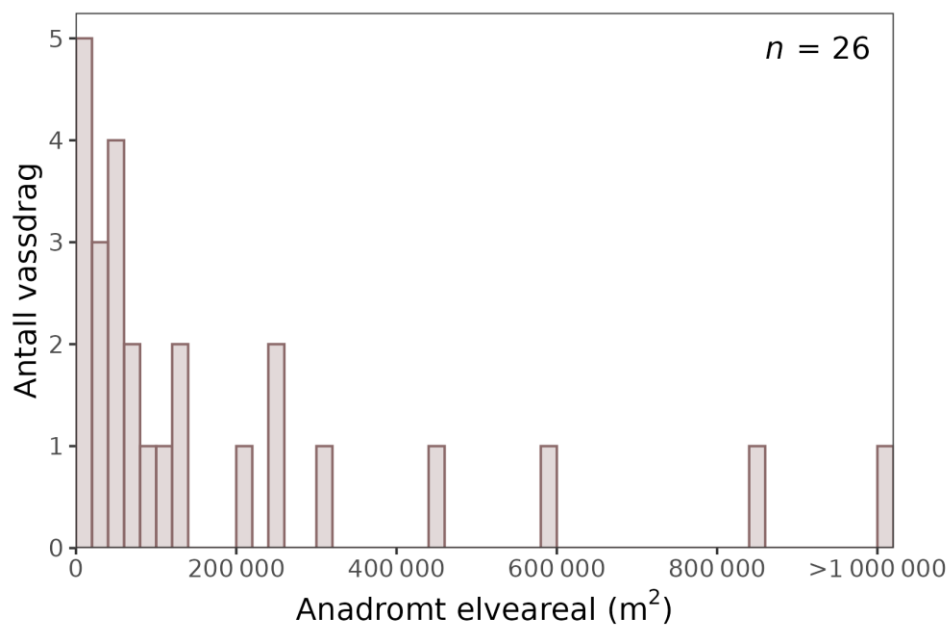
* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

6.2 Produksjonsområde 2: Ryfylke

Vassdrag

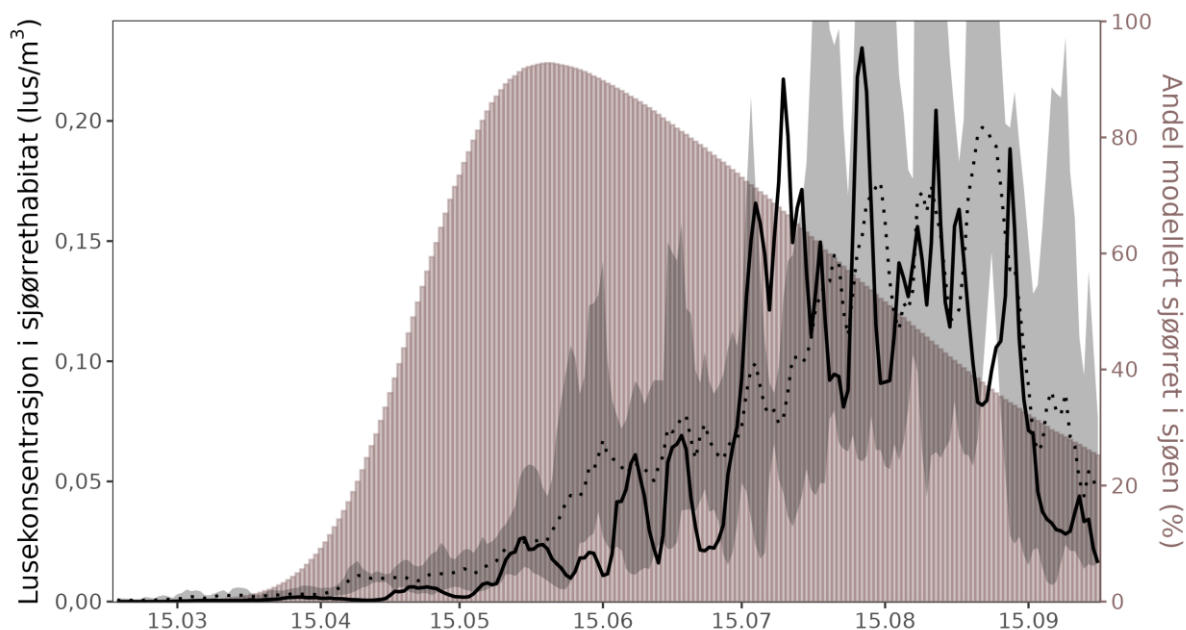
I PO 2 er det vurdert 26 vassdrag hvor 1 har et anadromt elveareal på mer enn en million kvadratmeter. Det største vassdraget er Suldalslågen med 1 667 562 m² elveareal. De fleste vassdragene i produksjonsområdet (75 %) har et anadromt elveareal på under 240 000 m² (Figur 6.2.1).



Figur 6.2.1. Fordeling av anadromt elveareal for de ulike vassdragene i PO 2. Den siste stolpen representerer vassdrag med anadromt elveareal på over 1 000 000 m².

Lusekonsentrasjon og andel sjørret i sjøen

I 2024 i PO 2 var det relativt likt lusenivå i sjørrethabitatet i sjøen sammenlignet med gjennomsnittet av de fem foregående årene (**Figur 6.2.2**, heltrukket sort linje sammenlignet med prikket linje). Andel sjørret i sjøen (søylediagram) sammenlignet med utviklingen av gjennomsnittlig lusenivå (heltrukket sort linje) viser at den høyeste lusekonsentrasjonen var på 0,2 lus per kubikkmeter i snitt, ble nådd den 10.08, og at det på dette tidspunktet var 55 % av den modellerte sjørreten igjen i sjøen (**Figur 6.2.2**).

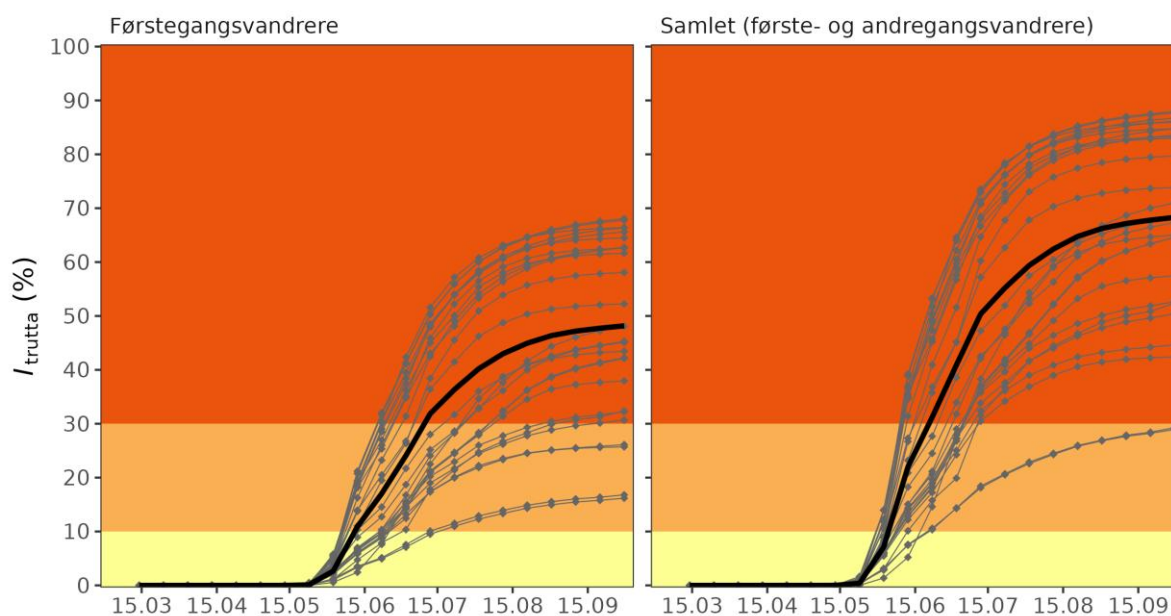


Figur 6.2.2. Lusekonsentrasjon (lus m^{-3}) i sjørrethabitatet i PO 2 per dag i 2024 (sort linje). Dette er den gjennomsnittlige lusekonsentrasjonen i en 20 km radius fra elvemunningene til alle vassdragene i produksjonsområdet for en gitt dag i 2024. Lusekonsentrasjonen for de siste fem årene er vist med gjennomsnitt (prikket linje) og minimum/maksimum (skravert område). De brune stolpene viser andelen i prosent av den modellerte sjørreten i sjøen per dag dersom det ikke er noen prematur tilbakevandring eller død. Andelen sjørret i sjøen gjelder både første- og andregangsvandrere.

6.2.1 Uvektede indikatorverdier

Endring i I_{trutta} gjennom sesongen

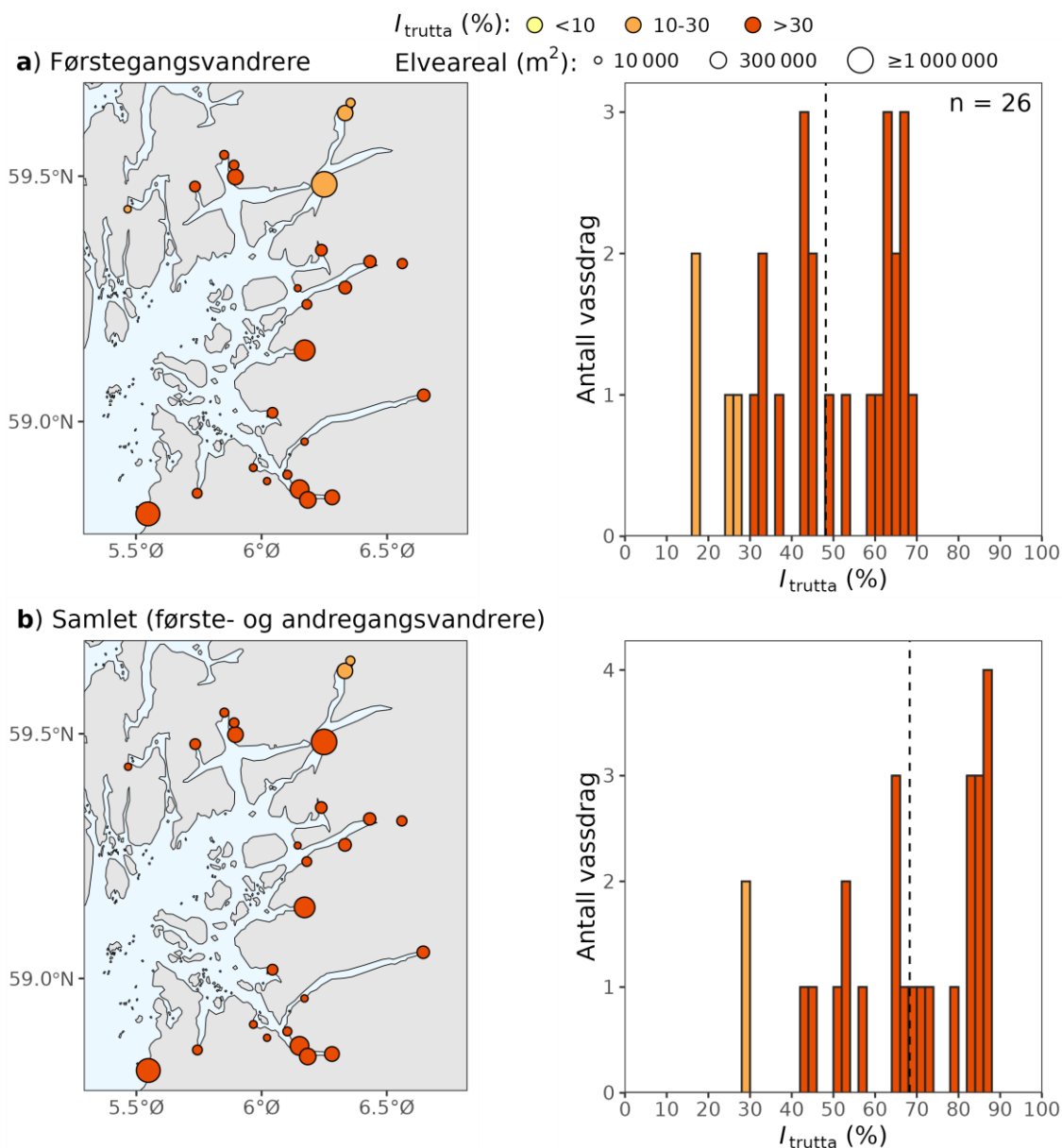
Sjørørreten i de ulike vassdragene i PO 2 var lite påvirket av lus frem til 13.05 (**Figur 6.2.3**). Derfra økte den gjennomsnittlige indikatorverdien (I_{trutta}) og endte på 48 % for førstegangsvandrere og 68 % for den samlede påvirkningen på både første- og andregangsvandrere. Etter august var det liten endring i I_{trutta} i PO 2, og fra 01.09 til 30.09 var økningen på kun 2 prosentpoeng for førstegangsvandrere og 2 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 6.2.3. Utviklingen i I_{trutta} over tid i PO 2 i 2024. Hvert vassdrag er representert med en grå linje der hvert punkt er estimert I_{trutta} (hver tiende dag). Den svarte linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} for hele produksjonsområdet over tid. Bakgrunnen er farget etter kategoriseringen av I_{trutta} .

Fordeling av I_{trutta} per vassdrag (geografisk og antall)

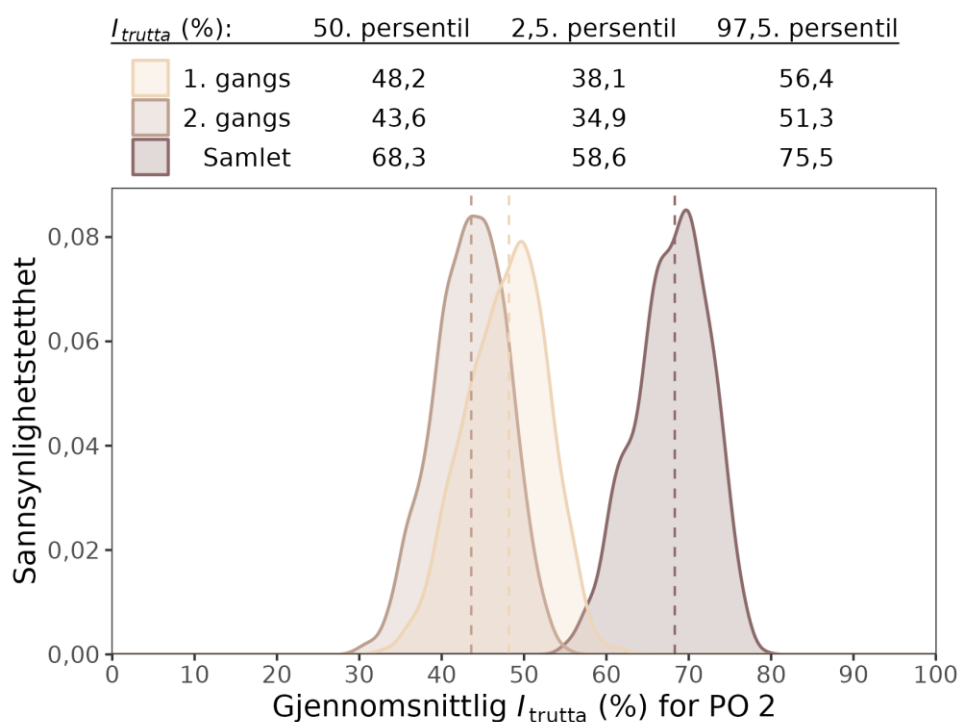
Den geografiske fordelingen og lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene i PO 2 er vist i **Figur 6.2.4**. Sjøørreten oppholder seg hovedsakelig i nærheten av vassdraget den vandrer ut fra (kap. 9.3). Vassdragets nærhet til oppdrettsaktivitet vil derfor være en viktig faktor for lusepåvirkningen (I_{trutta}).



Figur 6.2.4. Geografisk plassering av vassdragene i PO 2, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m² eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet). **a)** er for førstegangsvandrere og **b)** er for samlet påvirkning på første- og andregangsvandrere.

Uvektet I_{trutta} med usikkerhet

De uvektede indikatorverdiene (I_{trutta}) for produksjonsområdet er estimert med usikkerhet. I denne usikkerheten er både statistisk usikkerhet og biologisk variasjon (årsvariasjon og romlig variasjon) inkludert fra de underliggende variablene der vi hadde god informasjon om denne variasjonen (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus). Usikkerhetsfordelingene til det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet for begge gruppene er basert på 1000 kjøring av den virtuelle sjørretmodellen der ulike parameterverdier er trukket fra usikkerhetsfordelingene til de underliggende variablene (se kap. 9.13). For hver kjøring estimeres det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} på tvers av alle vassdrag, og det er disse 1000 I_{trutta} -verdiene som utgjør usikkerhetsfordelingene (**Figur 6.2.5**). Medianen til fordelingene angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien er større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Uvektet I_{trutta} (median) for PO 2 var 48,2 % for førstegangsvandrere, 43,6 % for andregangsvandrere og 68,3 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 6.2.5**).



Figur 6.2.5. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 2 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

For å teste robustheten til modellen har vi gjort sensitivitetsanalyser for underliggende variabler der vi ikke hadde god informasjon om usikkerheten (**Tabell 6.2.1**). Dette gjelder den romlige fordelingen av sjøørreten, tålegrensene for lus på sjøørreten før den blir påvirket, hvor stor andelen av den lusepåvirkede sjøørreten som tilbakevandrer og hvor stor andel som dør, og hvor stor andel av lusen som fester seg på sjøørreten som dør. Størst påvirkning på modellresultatet for de uvektede indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjøørret døde (samlet I_{trutta} økte med 16,5 prosentpoeng, **Tabell 6.2.1**).

Tabell 6.2.1. Sensitivitetsanalyser for uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 2 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	48,2	43,6	68,3
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	41,3	36,5	58,6
S ₂ : Uniform 20 km	51,3	45,8	70,4
S ₃ : Uniform 30 km	59,8	53,0	80,4
S ₄ : Interpolerte avstander	43,1	41,9	64,7
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	53,5	48,8	73,8
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	41,9	38,0	61,4
S ₇ : Alternativ tålegrense**	43,7	36,3	61,7
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørret tilbakevandrer	39,5	33,8	58,2
S ₉ : All lusepåvirket sjøørret dør	68,2	66,9	84,8
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	50,4	45,8	70,9
S ₁₁ : 60 % dør	44,5	40,5	64,4

* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

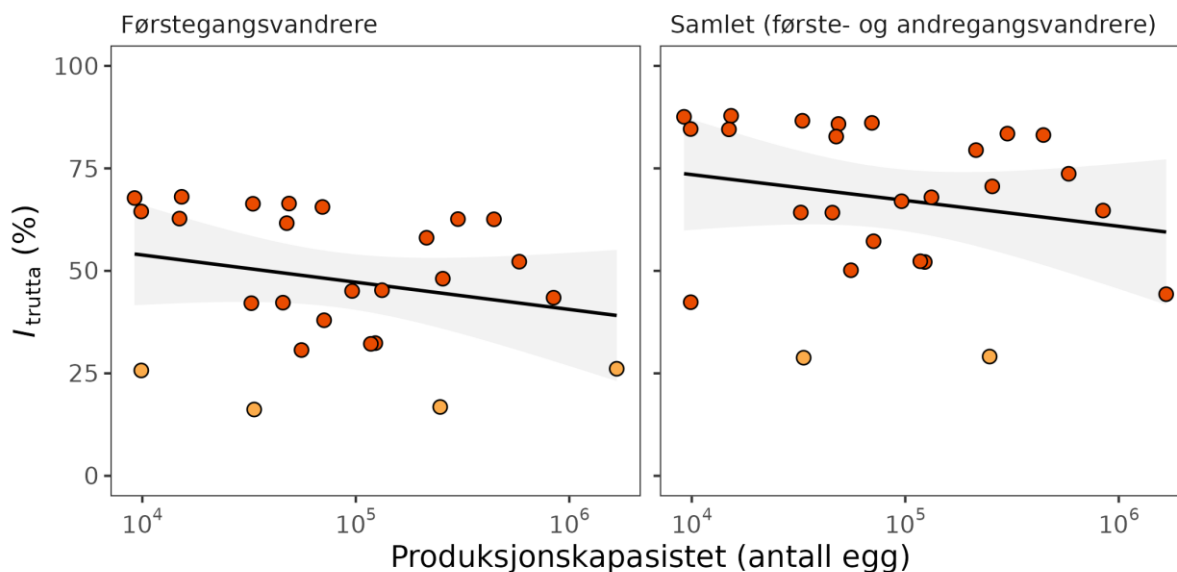
** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

6.2.2 Vektete indikatorverdier

Sjørretvassdragene i PO 2 har ulikt anadromt elveareal (**Figur 6.2.1**). Dette vil kunne påvirke produksjonskapasiteten til vassdraget. For å vekte indikatorverdiene på produksjonskapasitet har vi estimert antall egg hvert vassdrag teoretisk kan produsere basert på anadromt elveareal, samt tilstedeværelse av laks i vassdraget (kap. 3.2). Dette målet tar ikke hensyn til tilstanden til vassdraget, men gir en indikasjon på hvor mye hvert enkelt vassdrag bidrar til den totale produksjonskapasiteten til produksjonsområdet. Vi kan dermed bruke dette målet på produksjonskapasitet for å beregne vektet indikatorverdi for PO 2.

Sammenheng mellom produksjonskapasitet og I_{trutta}

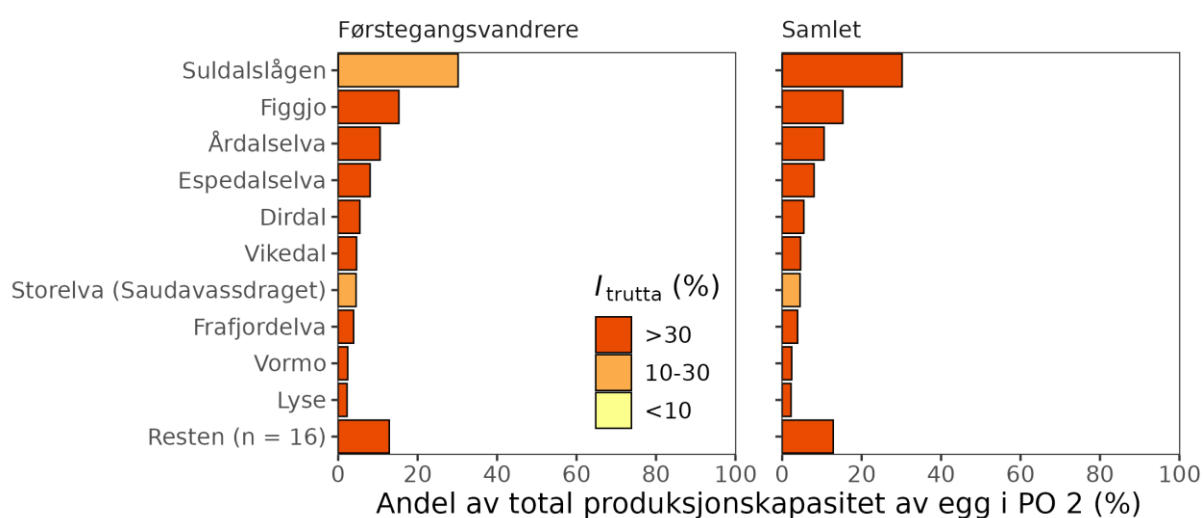
I PO 2 var det en svak sammenheng mellom den teoretiske produksjonskapasiteten og I_{trutta} for førstegangsvandrere ($r^2 = 6\%$) og samlet for første- og andregangsvandrere ($r^2 = 4\%$, **Figur 6.2.6**). En økning i antall egg som teoretisk kan produseres i vassdraget med en faktor på 10 tilsvarer en endring i I_{trutta} på -6,6 prosentpoeng for førstegangsvandrere og -6,3 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 6.2.6. Nedgang i sjørretens fitness, I_{trutta} (%), som en funksjon av vassdragets teoretiske produksjonskapasitet estimert som antall egg vassdraget teoretisk sett kan produsere basert på anadromt elveareal og tilstedeværelse av laks. For førstegangsvandrere er $I_{trutta} = 80,4 (\pm 26,6) - 6,6 (\pm 5,4) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 6\%$, og samlet for første- og andregangsvandrere er $I_{trutta} = 98,7 (\pm 29,5) - 6,3 (\pm 6) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 4\%$.

Andel av teoretisk produksjonskapasitet

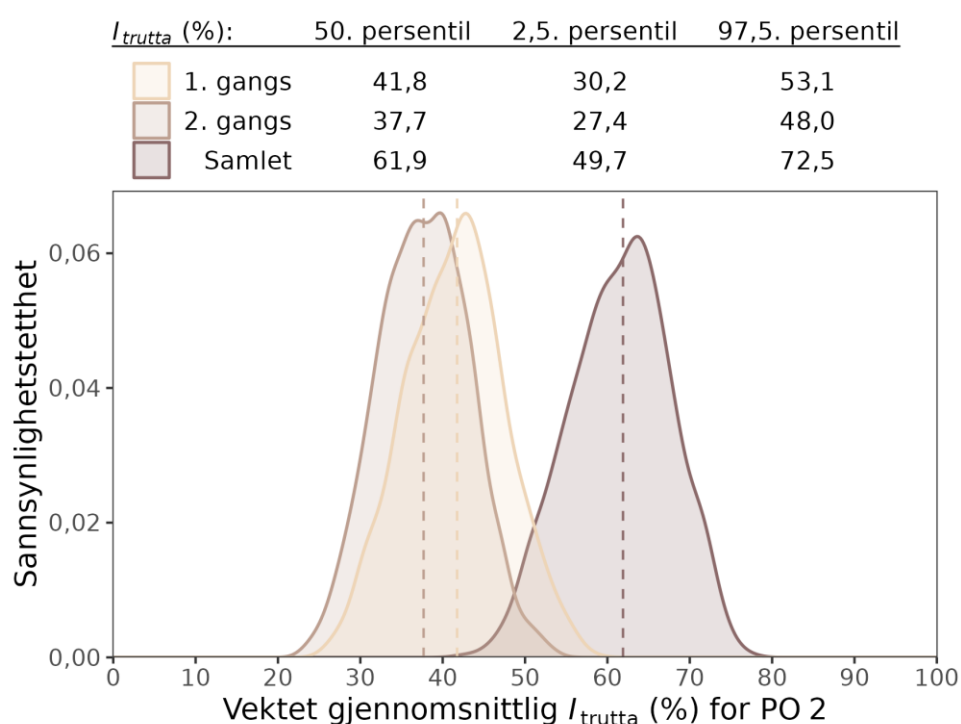
PO 2 har 26 sjørretvassdrag. Suldalslågen har størst andel av den teoretiske produksjonskapasiteten, med en andel på 30 % av produksjonen (**Figur 6.2.7**). Samlet utgjør de ti største vassdragene 87 % av den totale produksjonskapasiteten. Av de ti største vassdragene i PO 2 hadde Suldalslågen og Storelva (Saudavassdraget) en I_{trutta} mellom 10 og 30 % og de resterende åtte vassdragene en $I_{trutta} > 30\%$ for førstegangsvandrende. Suldalslågen byttet kategori for I_{trutta} fra mellom 10 og 30 % til $> 30\%$ for den samlede påvirkningen på første- og andregangsvandrende. Resten av de 16 vassdragene i PO 2 hadde et vektet snitt for $I_{trutta} > 30\%$ både for førstegangsvandrende og samlet (første- og andregangsvandrende) (**Figur 6.2.7**).



Figur 6.2.7. Andelen av den totale produksjonskapasiteten i produksjonsområdet for de 10 største vassdragene i PO 2. Stolpene er farget etter kategoriene for I_{trutta} vassdraget havnet i for førstegangsvandrerne og samlet (første- og andregangsvandrerne). Stolpen for «Resten» er farget etter det vektete snittet av I_{trutta} for resten av vassdragene.

Vektet I_{trutta} med usikkerhet

Usikkerhetsfordelingen for de vektete indikatorverdiene (I_{trutta}) er basert på usikkerheten i de samme underliggende variablene som for de vektete indikatorverdiene (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus) og likt antall kjøring (1000) av den virtuelle sjørretmodellen. Usikkerhetsfordelingene i **Figur 6.2.8** viser fordelingene til de vektete snittene av I_{trutta} på tvers av alle vassdragene for hver kjøring for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet første- og andregangsvandrere i PO 2. Medianen til fordelingene angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Vektet I_{trutta} (median) for PO 2 var 41,8 % for førstegangsvandrere, 37,7 % for andregangsvandrere og 61,9 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 6.2.8**).



Figur 6.2.8. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 2 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir den vektete I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

Det er gjort sensitivitetsanalyser med de samme underliggende variablene som er benyttet for de uvektede indikatorverdiene. Størst påvirkning på modellresultatet for de vektete indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjøørret dør (samlet I_{trutta} økte med 18,6 prosentpoeng, **Tabell 6.2.2**).

Tabell 6.2.2. Sensitivitetsanalyser for vektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 2 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	Vektet I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	41,8	37,7	61,9
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	32,1	28,2	47,6
S ₂ : Uniform 20 km	44,6	39,8	64,1
S ₃ : Uniform 30 km	56,6	49,5	77,2
S ₄ : Interpolerte avstander	36,7	36,6	58,4
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	48,3	43,5	69,3
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	34,8	31,2	53,5
S ₇ : Alternativ tålegrense**	36,6	29,3	53,6
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørret tilbakevandrer	33,4	28,0	50,8
S ₉ : All lusepåvirket sjøørret dør	61,4	60,2	80,5
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	44,4	40,1	64,9
S ₁₁ : 60 % dør	37,6	34,2	57,2

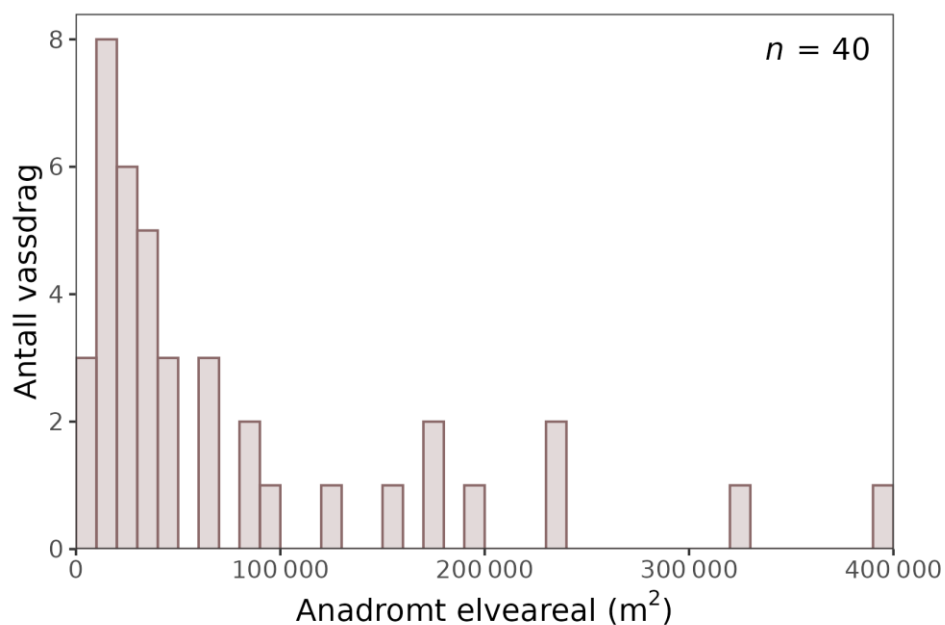
* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

6.3 Produksjonsområde 3: Karmøy til Sotra

Vassdrag

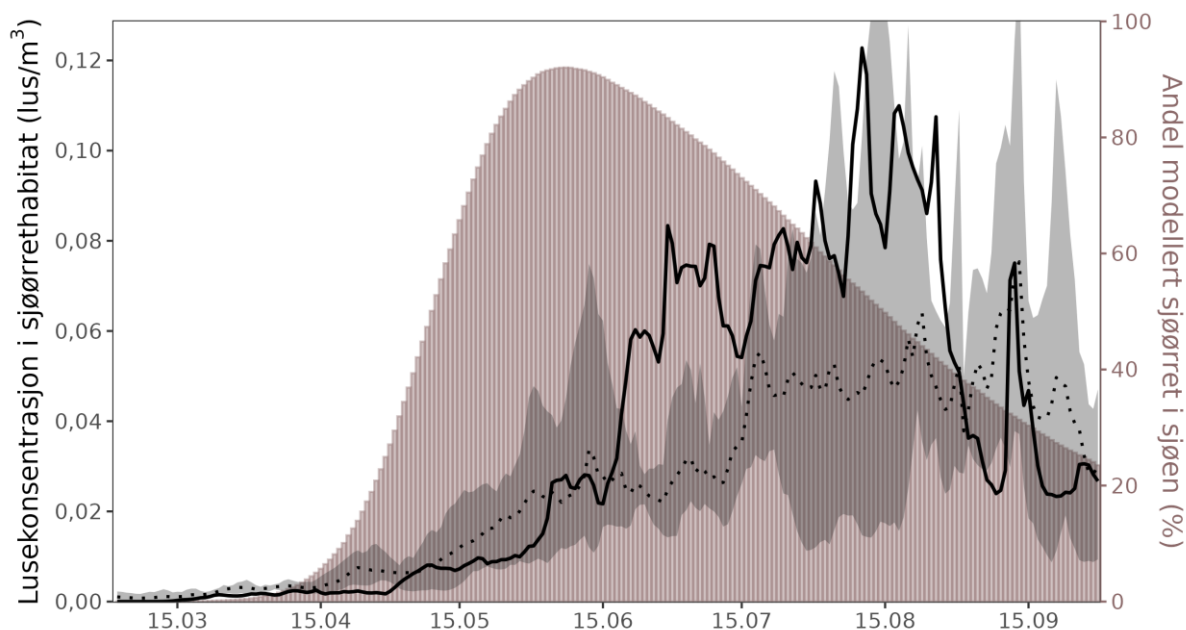
I PO 3 er det vurdert 40 vassdrag. De fleste vassdragene i produksjonsområdet (75 %) har et anadromt elveareal på under 87 900 m² (**Figur 6.3.1**).



Figur 6.3.1. Fordeling av anadromt elveareal for de ulike vassdragene i PO 3.

Lusekonsentrasjon og andel sjørret i sjøen

I 2024 i PO 3 var det noe høyere lusenivå i sjørrethabitatet i sjøen sammenlignet med gjennomsnittet av de fem foregående årene (**Figur 6.3.2**, heltrukket sort linje sammenlignet med prikket linje). Andel sjørret i sjøen (søylediagram) sammenlignet med utviklingen av gjennomsnittlig lusenivå (heltrukket sort linje) viser at den høyeste lusekonsentrasjonen var på 0,1 lus per kubikkmeter i snitt, ble nådd den 10.08, og at det på dette tidspunktet var 53 % av den modellerte sjørreten igjen i sjøen (**Figur 6.3.2**).

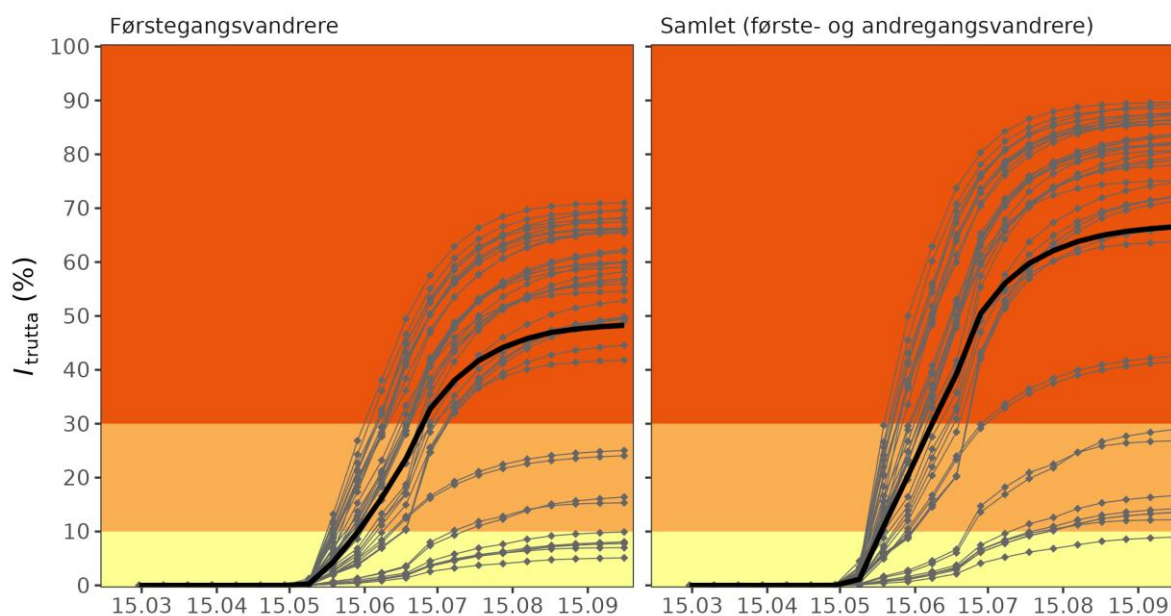


Figur 6.3.2. Lusekonsentrasjon (lus m^{-3}) i sjørrethabitatet i PO 3 per dag i 2024 (sort linje). Dette er den gjennomsnittlige lusekonsentrasjonen i en 20 km radius fra elvemunningene til alle vassdragene i produksjonsområdet for en gitt dag i 2024. Lusekonsentrasjonen for de siste fem årene er vist med gjennomsnitt (prikket linje) og minimum/maksimum (skravert område). De brune stolpene viser andelen i prosent av den modellerte sjørreten i sjøen per dag dersom det ikke er noen prematur tilbakevandring eller død. Andelen sjørret i sjøen gjelder både første- og andregangsvandrere.

6.3.1 Uvektede indikatorverdier

Endring i I_{trutta} gjennom sesongen

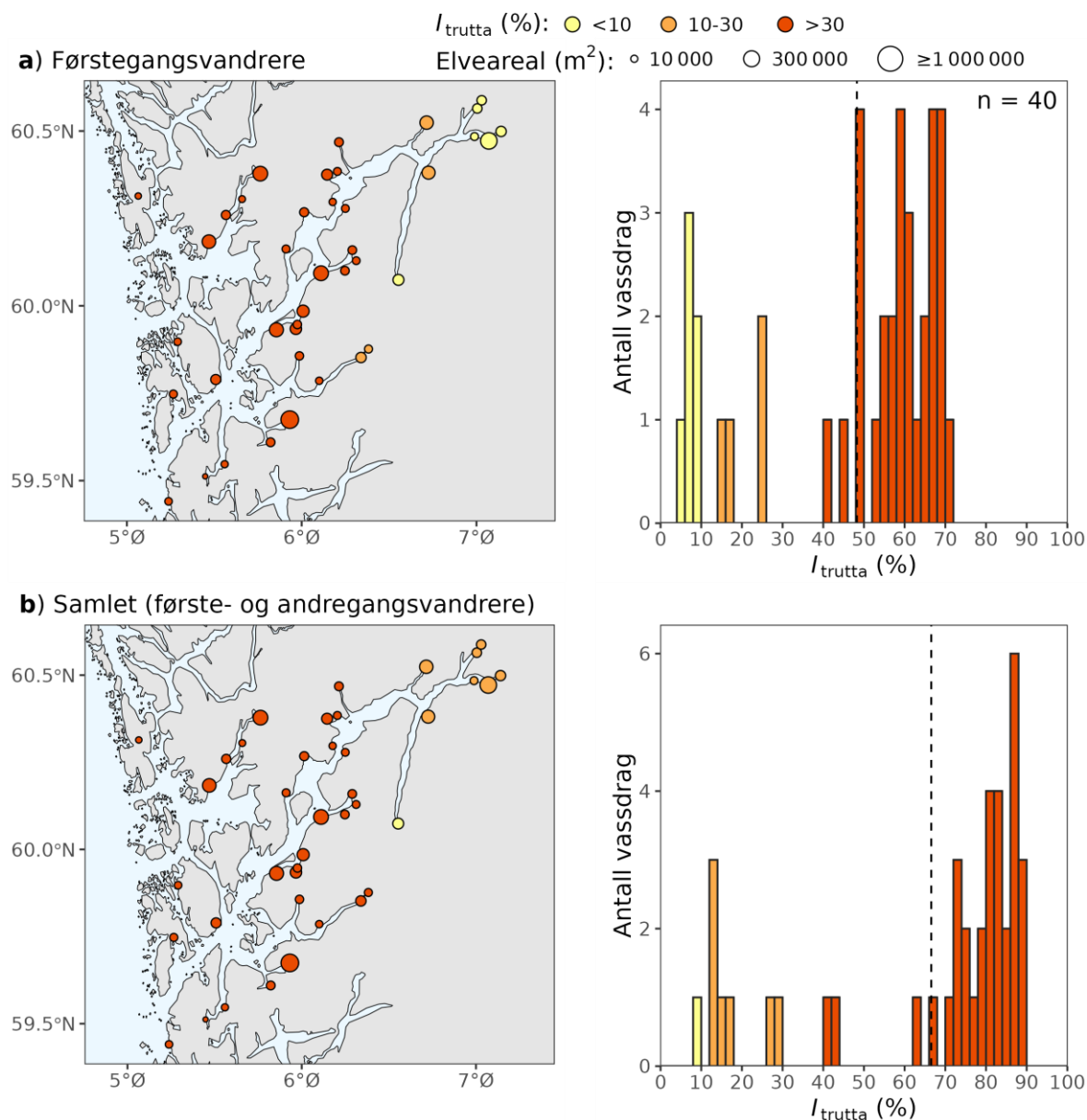
Sjørørreten i de ulike vassdragene i PO 3 var lite påvirket av lus frem til 03.05 (**Figur 6.3.3**). Derfra økte den gjennomsnittlige indikatorverdien (I_{trutta}) og endte på 48 % for førstegangsvandrere og 67 % for den samlede påvirkningen på både første- og andregangsvandrere. Etter august var det liten endring i I_{trutta} i PO 3, og fra 01.09 til 30.09 var økningen på kun 1 prosentpoeng for førstegangsvandrere og 2 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 6.3.3. Utviklingen i I_{trutta} over tid i PO 3 i 2024. Hvert vassdrag er representert med en grå linje der hvert punkt er estimert I_{trutta} (hver tiende dag). Den svarte linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} for hele produksjonsområdet over tid. Bakgrunnen er farget etter kategoriseringen av I_{trutta} .

Fordeling av I_{trutta} per vassdrag (geografisk og antall)

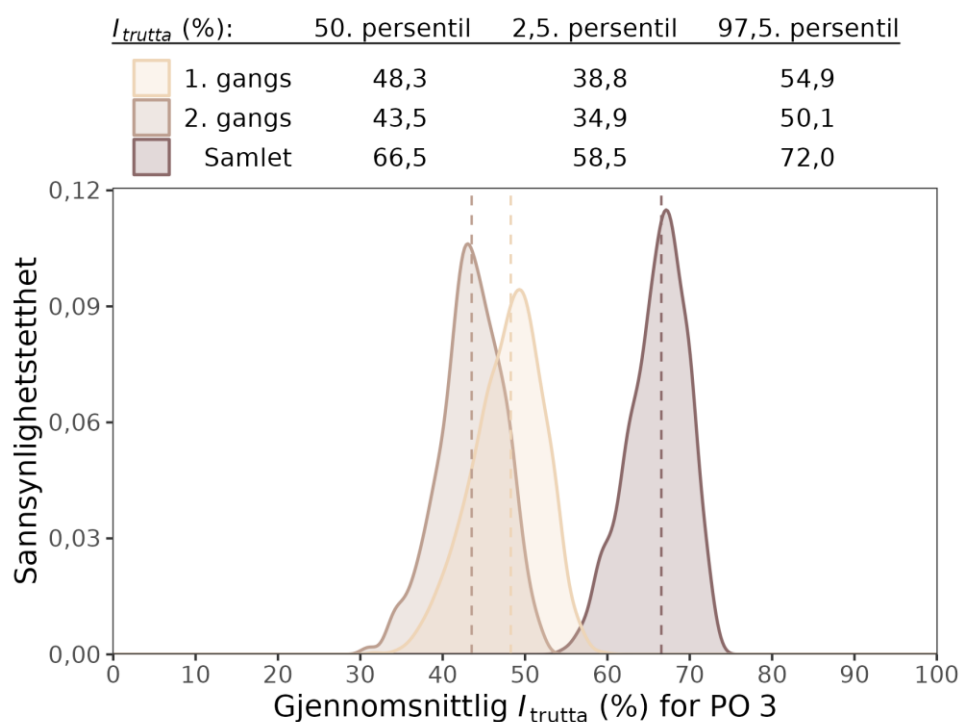
Den geografiske fordelingen og lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene i PO 3 er vist i **Figur 6.3.4**. Sjøørreten oppholder seg hovedsakelig i nærheten av vassdraget den vandrer ut fra (kap. 9.3). Vassdragets nærhet til oppdrettsaktivitet vil derfor være en viktig faktor for lusepåvirkningen (I_{trutta}).



Figur 6.3.4. Geografisk plassering av vassdragene i PO 3, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m² eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet). **a)** er for førstegangsvandrere og **b)** er for samlet påvirkning på første- og andregangsvandrere.

Uvektet I_{trutta} med usikkerhet

De uvektede indikatorverdiene (I_{trutta}) for produksjonsområdet er estimert med usikkerhet. I denne usikkerheten er både statistisk usikkerhet og biologisk variasjon (årsvariasjon og romlig variasjon) inkludert fra de underliggende variablene der vi hadde god informasjon om denne variasjonen (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus). Usikkerhetsfordelingene til det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet for begge gruppene er basert på 1000 kjøringar av den virtuelle sjørretmodellen der ulike parameterverdier er trukket fra usikkerhetsfordelingene til de underliggende variablene (se kap. 9.13). For hver kjøring estimeres det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} på tvers av alle vassdrag, og det er disse 1000 I_{trutta} -verdiene som utgjør usikkerhetsfordelingene (**Figur 6.3.5**). Medianen til fordelingene angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien er større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Uvektet I_{trutta} (median) for PO 3 var 48,3 % for førstegangsvandrere, 43,5 % for andregangsvandrere og 66,5 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 6.3.5**).



Figur 6.3.5. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 3 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

For å teste robustheten til modellen har vi gjort sensitivitetsanalyser for underliggende variabler der vi ikke hadde god informasjon om usikkerheten (**Tabell 6.3.1**). Dette gjelder den romlige fordelingen av sjøørreten, tålegrensene for lus på sjøørreten før den blir påvirket, hvor stor andelen av den lusepåvirkede sjøørreten som tilbakevandrer og hvor stor andel som dør, og hvor stor andel av lusen som fester seg på sjøørreten som dør. Størst påvirkning på modellresultatet for de uvektede indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjøørret døde (samlet I_{trutta} økte med 13,7 prosentpoeng, **Tabell 6.3.1**).

Tabell 6.3.1. Sensitivitetsanalyser for uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 3 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	48,3	43,5	66,5
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	46,1	40,5	61,4
S ₂ : Uniform 20 km	50,3	44,8	67,2
S ₃ : Uniform 30 km	53,3	47,8	70,6
S ₄ : Interpolerte avstander	44,4	40,9	63,3
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	52,9	47,8	70,8
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	42,9	38,5	61,1
S ₇ : Alternativ tålegrense**	45,0	37,2	61,4
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørret tilbakevandrer	40,2	33,9	57,5
S ₉ : All lusepåvirket sjøørret dør	67,5	65,9	80,2
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	50,4	45,4	68,4
S ₁₁ : 60 % dør	45,3	40,8	63,4

* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

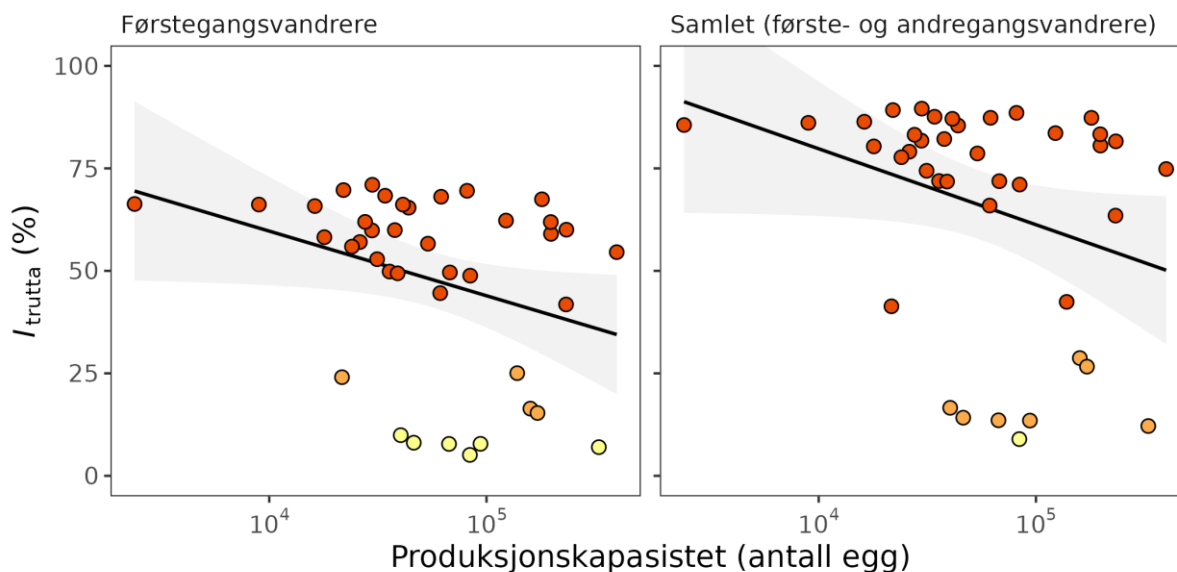
** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

6.3.2 Vektete indikatorverdier

Sjørretvassdragene i PO 3 har ulikt anadromt elveareal (**Figur 6.3.1**). Dette vil kunne påvirke produksjonskapasiteten til vassdraget. For å vekte indikatorverdiene på produksjonskapasitet har vi estimert antall egg hvert vassdrag teoretisk kan produsere basert på anadromt elveareal, samt tilstedeværelse av laks i vassdraget (kap. 3.2). Dette målet tar ikke hensyn til tilstanden til vassdraget, men gir en indikasjon på hvor mye hvert enkelt vassdrag bidrar til den totale produksjonskapasiteten til produksjonsområdet. Vi kan dermed bruke dette målet på produksjonskapasitet for å beregne vektet indikatorverdi for PO 3.

Sammenheng mellom produksjonskapasitet og I_{trutta}

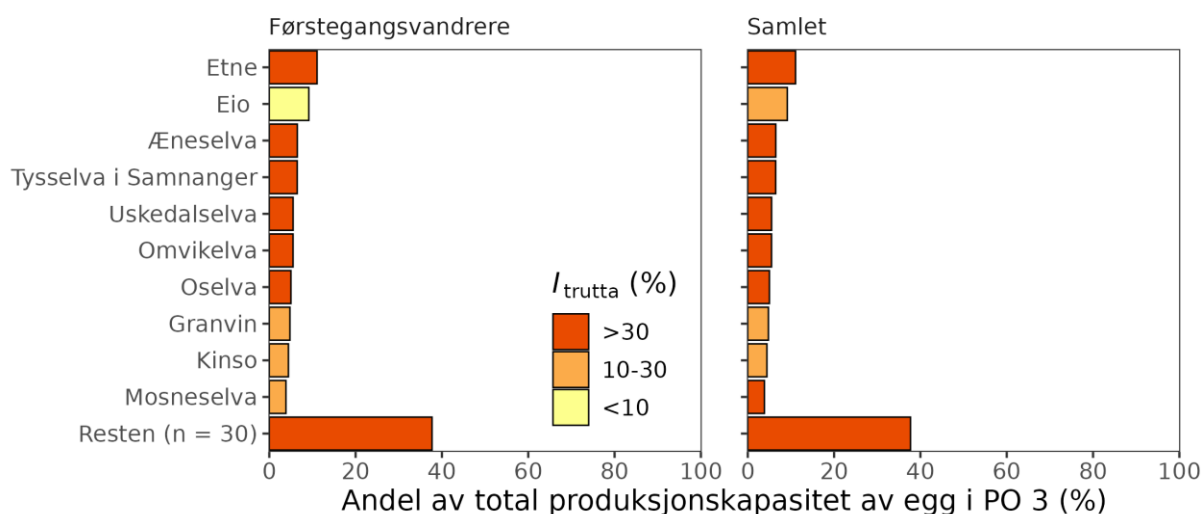
I PO 3 var det en sammenheng mellom den teoretiske produksjonskapasiteten og I_{trutta} for førstegangsvandrere ($r^2 = 10\%$) og samlet for første- og andregangsvandrere ($r^2 = 9\%$, **Figur 6.3.6**). En økning i antall egg som teoretisk kan produseres i vassdraget med en faktor på 10 tilsvarer en endring i I_{trutta} på -15,8 prosentpoeng for førstegangsvandrere og -18,5 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 6.3.6. Nedgang i sjørretens fitness, I_{trutta} (%), som en funksjon av vassdragets teoretiske produksjonskapasitet estimert som antall egg vassdraget teoretisk sett kan produsere basert på anadromt elveareal og tilstedeværelse av laks. For førstegangsvandrere er $I_{trutta} = 122,8 (\pm 35,7) - 15,8 (\pm 7,5) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 10\%$, og samlet for første- og andregangsvandrere er $I_{trutta} = 153,9 (\pm 44,3) - 18,5 (\pm 9,3) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 9\%$.

Andel av teoretisk produksjonskapasitet

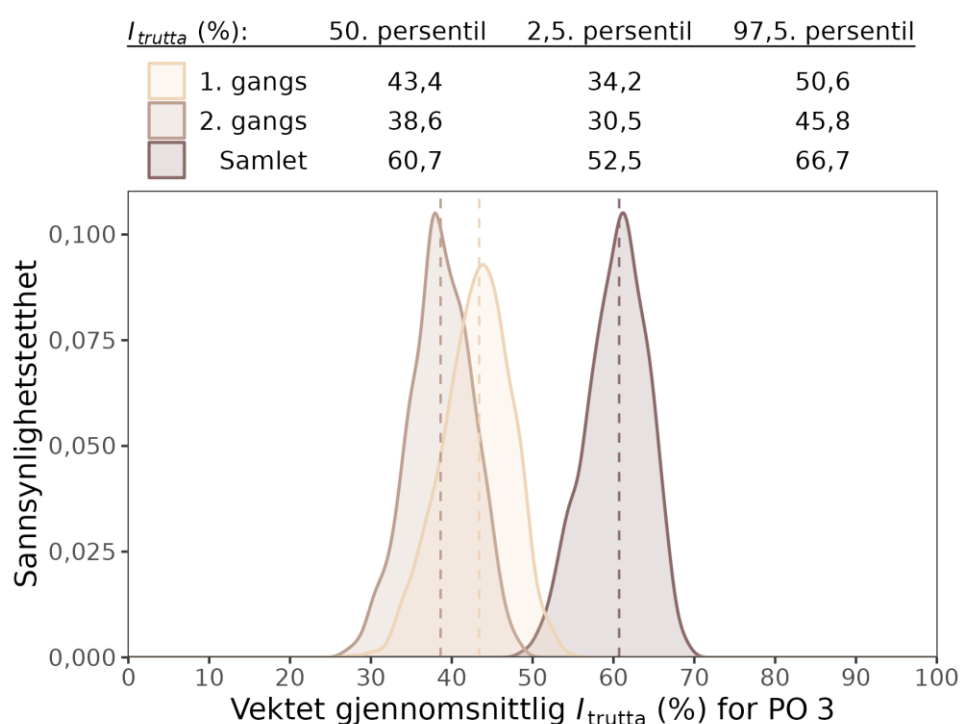
PO 3 har 40 sjørretvassdrag. Etne har størst andel av den teoretiske produksjonskapasiteten, med en andel på 11 % av produksjonen (**Figur 6.3.7**). Samlet utgjør de ti største vassdragene 62 % av den totale produksjonskapasiteten. Av de ti største vassdragene i PO 3 hadde Eio en I_{trutta} på <10 %, Mosneselva, Kinso og Granvin en I_{trutta} mellom 10 og 30 % og de resterende seks vassdragene en I_{trutta} >30 % for førstegangsvandrende. Mosneselva og Eio gikk opp en kategori for I_{trutta} for den samlede påvirkningen på første- og andregangsvandrende. Resten av de 30 vassdragene i PO 3 hadde et vektet snitt for I_{trutta} >30 % både for førstegangsvandrende og samlet (første- og andregangsvandrende) (**Figur 6.3.7**).



Figur 6.3.7. Andelen av den totale produksjonskapasiteten i produksjonsområdet for de 10 største vassdragene i PO 3. Stolpene er farget etter kategoriene for I_{trutta} vassdraget havnet i for førstegangsvandrere og samlet (første- og andregangsvandrere). Stolpen for «Resten» er farget etter det vektete snittet av I_{trutta} for resten av vassdragene.

Vektet I_{trutta} med usikkerhet

Usikkerhetsfordelingen for de vektete indikatorverdiene (I_{trutta}) er basert på usikkerheten i de samme underliggende variablene som for de vektete indikatorverdiene (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus) og likt antall kjøring (1000) av den virtuelle sjørretmodellen. Usikkerhetsfordelingene i **Figur 6.3.8** viser fordelingene til de vektete snittene av I_{trutta} på tvers av alle vassdragene for hver kjøring for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet første- og andregangsvandrere i PO 3. Medianen til fordelingene angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Vektet I_{trutta} (median) for PO 3 var 43,4 % for førstegangsvandrere, 38,6 % for andregangsvandrere og 60,7 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 6.3.8**).



Figur 6.3.8. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 3 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir den vektete I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

Det er gjort sensitivitetsanalyser med de samme underliggende variablene som er benyttet for de uvektede indikatorverdiene. Størst påvirkning på modellresultatet for de vektete indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjøørret dør (samlet I_{trutta} økte med 13,9 prosentpoeng, **Tabell 6.3.2**).

Tabell 6.3.2. Sensitivitetsanalyser for vektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 3 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	Vektet I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	43,4	38,6	60,7
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	41,3	36,4	55,3
S ₂ : Uniform 20 km	46,6	41,7	62,7
S ₃ : Uniform 30 km	49,9	44,9	66,7
S ₄ : Interpolerte avstander	37,9	36,1	56,5
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	48,1	43,0	65,4
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	38,1	33,6	54,9
S ₇ : Alternativ tålegrense**	40,0	32,7	55,5
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørret tilbakevandrer	35,8	29,8	51,9
S ₉ : All lusepåvirket sjøørret dør	61,1	59,1	74,6
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	45,5	40,5	62,7
S ₁₁ : 60 % dør	40,5	35,9	57,4

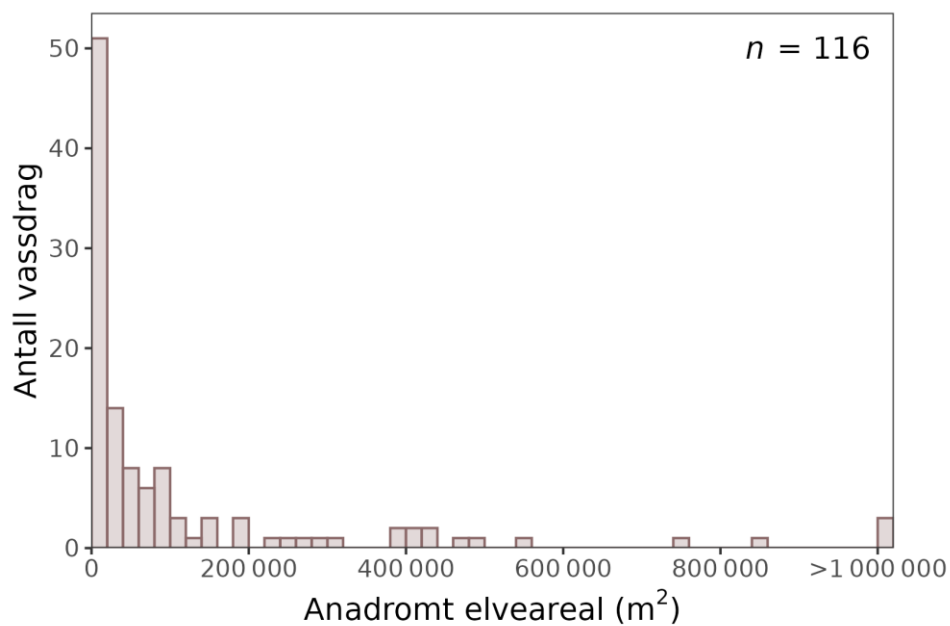
* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

6.4 Produksjonsområde 4: Nordhordaland til Stad

Vassdrag

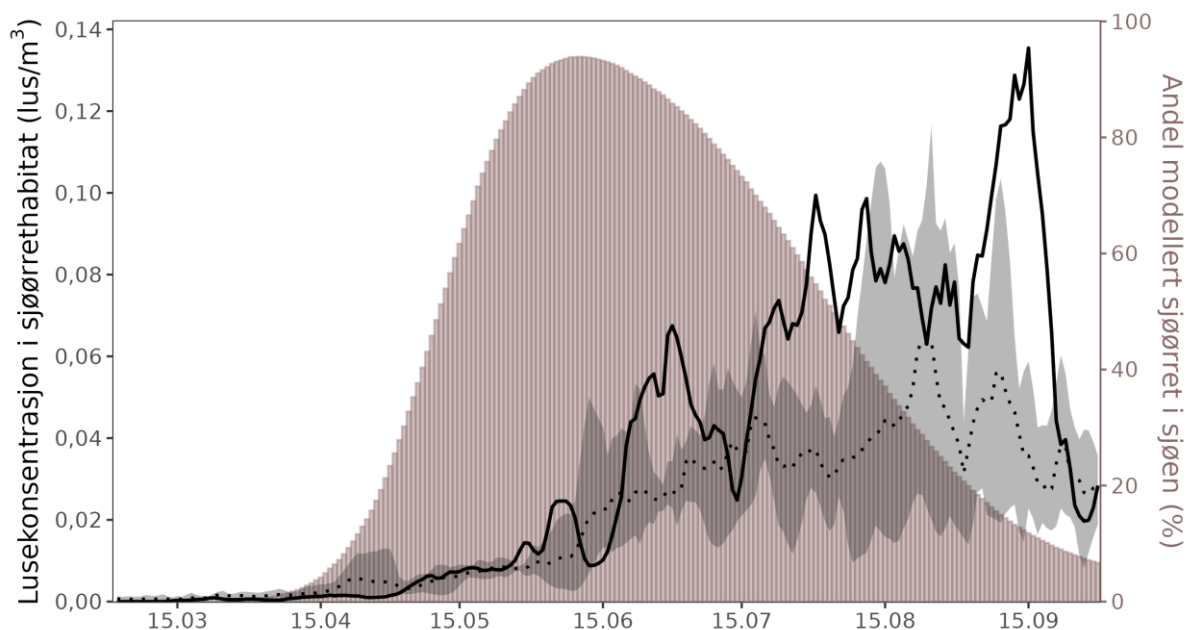
I PO 4 er det vurdert 116 vassdrag hvor 3 har et anadromt elveareal på mer enn en million kvadratmeter. Det største vassdraget er Jostedalselva med 1 260 478 m² elveareal. De fleste vassdragene i produksjonsområdet (75 %) har et anadromt elveareal på under 102 900 m² (**Figur 6.4.1**).



Figur 6.4.1. Fordeling av anadromt elveareal for de ulike vassdragene i PO 4. Den siste stolpen representerer vassdrag med anadromt elveareal på over 1 000 000 m².

Lusekonsentrasjon og andel sjørret i sjøen

I 2024 i PO 4 var det noe høyere lusenivå i sjørrethabitatet i sjøen sammenlignet med gjennomsnittet av de fem foregående årene (**Figur 6.4.2**, heltrukket sort linje sammenlignet med prikket linje). Andel sjørret i sjøen (søylediagram) sammenlignet med utviklingen av gjennomsnittlig lusenivå (heltrukket sort linje) viser at den høyeste lusekonsentrasjonen var på 0,1 lus per kubikkmeter i snitt, ble nådd den 15.09, og at det på dette tidspunktet var 12 % av den modellerte sjørreten i sjøen (Figur 6.4.2).

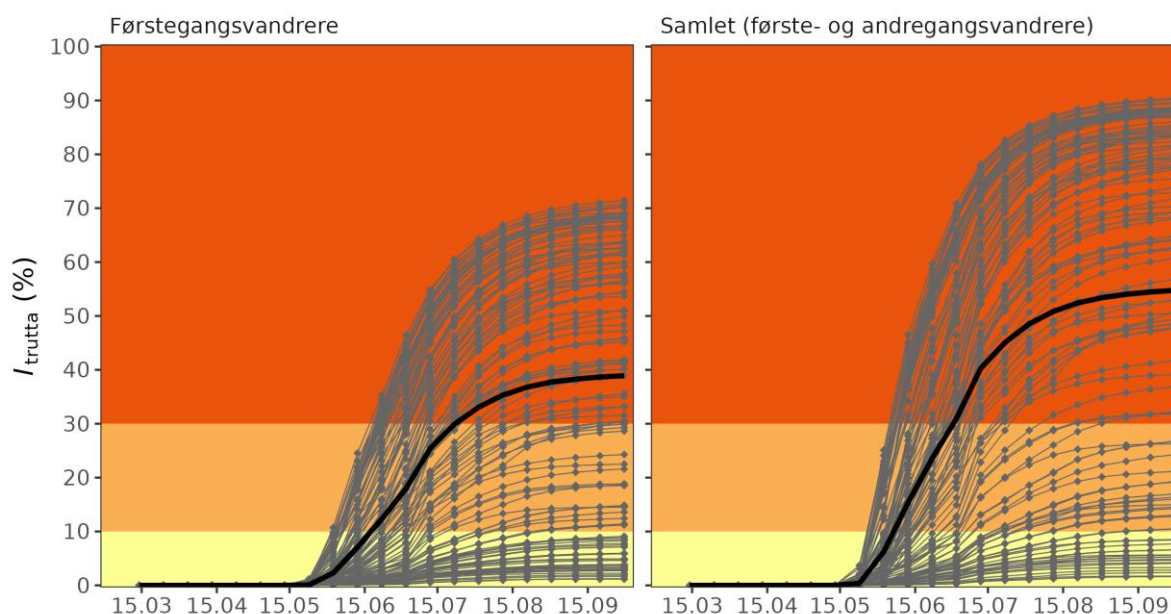


Figur 6.4.2. Lusekonsentrasjon (lus m^{-3}) i sjørrethabitatet i PO 4 per dag i 2024 (sort linje). Dette er den gjennomsnittlige lusekonsentrasjonen i en 20 km radius fra elvemunningene til alle vassdragene i produksjonsområdet for en gitt dag i 2024. Lusekonsentrasjonen for de siste fem årene er vist med gjennomsnitt (prikket linje) og minimum/maksimum (skravert område). De brune stolpene viser andelen i prosent av den modellerte sjørreten i sjøen per dag dersom det ikke er noen prematur tilbakevandring eller død. Andelen sjørret i sjøen gjelder både første- og andregangsvandrere.

6.4.1 Uvektede indikatorverdier

Endring i I_{trutta} gjennom sesongen

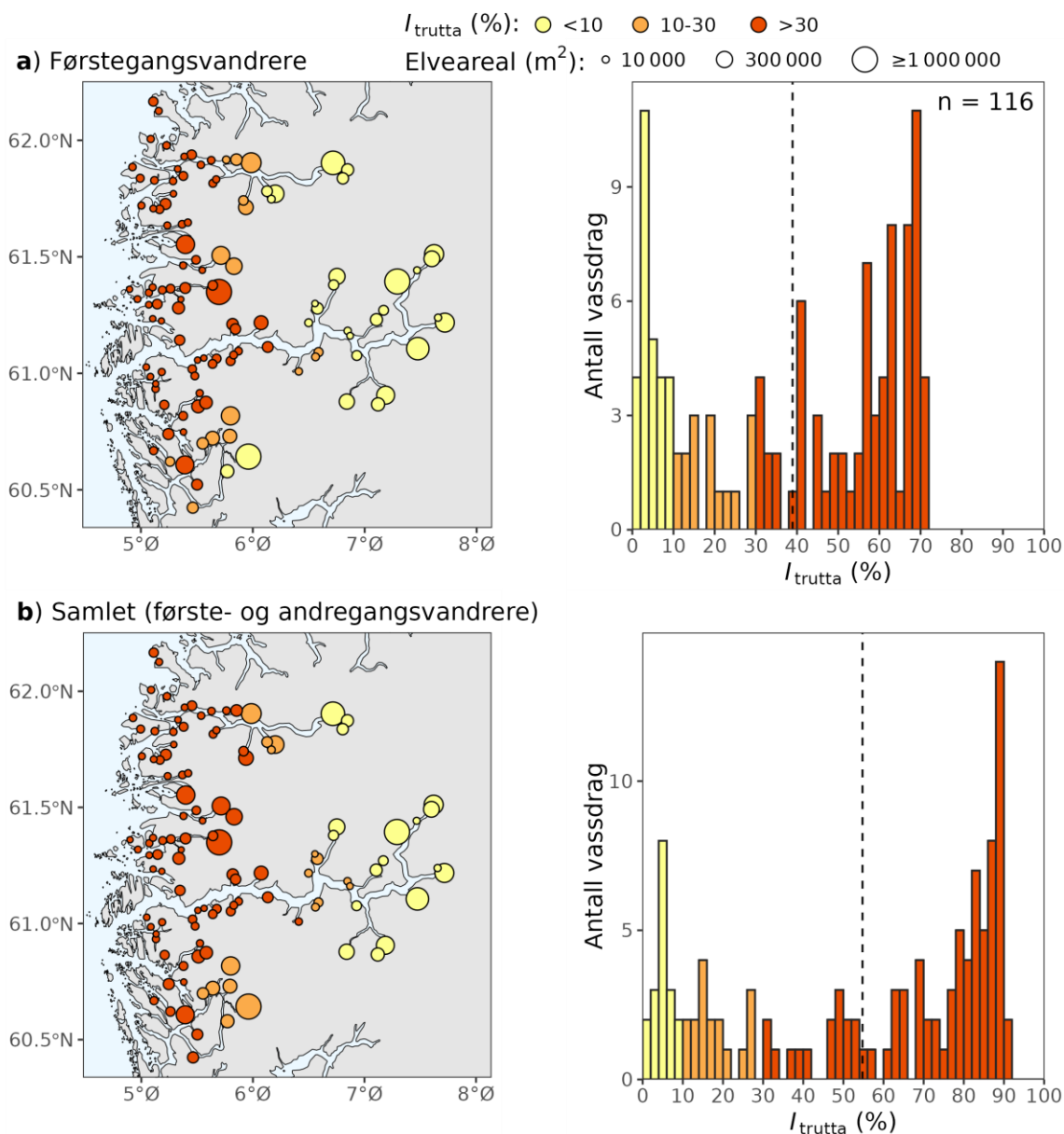
Sjørørreten i de ulike vassdragene i PO 4 var lite påvirket av lus frem til 03.05 (**Figur 6.4.3**). Derfra økte den gjennomsnittlige indikatorverdien (I_{trutta}) og endte på 39 % for førstegangsvandrere og 55 % for den samlede påvirkningen på både første- og andregangsvandrere. Etter august var det liten endring i I_{trutta} i PO 4, og fra 01.09 til 30.09 var økningen på kun 1 prosentpoeng for førstegangsvandrere og 1 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 6.4.3. Utviklingen i I_{trutta} over tid i PO 4 i 2024. Hvert vassdrag er representert med en grå linje der hvert punkt er estimert I_{trutta} (hver tiende dag). Den svarte linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} for hele produksjonsområdet over tid. Bakgrunnen er farget etter kategoriseringen av I_{trutta} .

Fordeling av I_{trutta} per vassdrag (geografisk og antall)

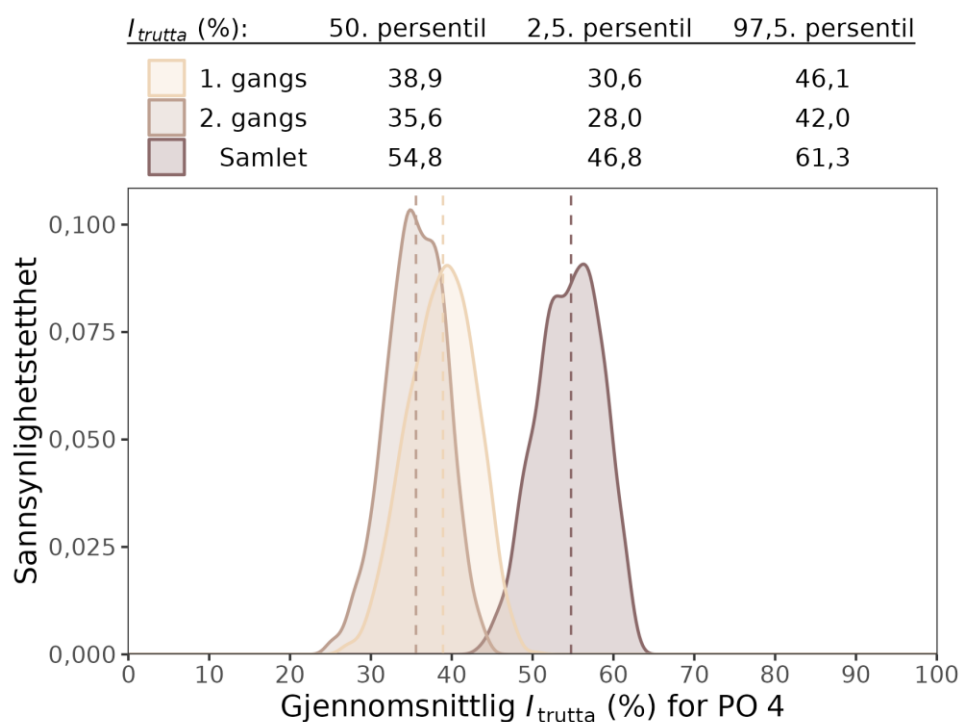
Den geografiske fordelingen og lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene i PO 4 er vist i **Figur 6.4.4**. Sjørørreten oppholder seg hovedsakelig i nærheten av vassdraget den vandrer ut fra (kap. 9.3). Vassdragets nærhet til oppdrettsaktivitet vil derfor være en viktig faktor for lusepåvirkningen (I_{trutta}).



Figur 6.4.4. Geografisk plassering av vassdragene i PO 4, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m² eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet). **a)** er for førstegangsvandrere og **b)** er for samlet påvirkning på første- og andregangsvandrere.

Uvektet I_{trutta} med usikkerhet

De uvektede indikatorverdiene (I_{trutta}) for produksjonsområdet er estimert med usikkerhet. I denne usikkerheten er både statistisk usikkerhet og biologisk variasjon (årsvariasjon og romlig variasjon) inkludert fra de underliggende variablene der vi hadde god informasjon om denne variasjonen (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus). Usikkerhetsfordelingene til det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet for begge gruppene er basert på 1000 kjøring av den virtuelle sjørretmodellen der ulike parameterverdier er trukket fra usikkerhetsfordelingene til de underliggende variablene (se kap. 9.13). For hver kjøring estimeres det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} på tvers av alle vassdrag, og det er disse 1000 I_{trutta} -verdiene som utgjør usikkerhetsfordelingene (**Figur 6.4.5**). Medianen til fordelingene angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien er større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Uvektet I_{trutta} (median) for PO 4 var 38,9 % for førstegangsvandrere, 35,6 % for andregangsvandrere og 54,8 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 6.4.5**).



Figur 6.4.5. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 4 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

For å teste robustheten til modellen har vi gjort sensitivitetsanalyser for underliggende variabler der vi ikke hadde god informasjon om usikkerheten (**Tabell 6.4.1**). Dette gjelder den romlige fordelingen av sjørreten, tålegrensene for lus på sjørreten før den blir påvirket, hvor stor andelen av den lusepåvirkede sjørreten som tilbakevandrer og hvor stor andel som dør, og hvor stor andel av lusen som fester seg på sjørreten som dør. Størst påvirkning på modellresultatet for de uvektede indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjørret døde (samlet I_{trutta} økte med 12,6 prosentpoeng, **Tabell 6.4.1**).

Tabell 6.4.1. Sensitivitetsanalyser for uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 4 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	38,9	35,6	54,8
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	33,5	30,7	46,8
S ₂ : Uniform 20 km	39,4	35,3	53,9
S ₃ : Uniform 30 km	42,6	38,5	58,3
S ₄ : Interpolerte avstander	36,5	34,2	52,7
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	43,6	39,9	59,9
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	33,7	30,8	48,8
S ₇ : Alternativ tålegrense**	35,6	29,6	49,2
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjørret tilbakevandrer	32,2	27,6	46,8
S ₉ : All lusepåvirket sjørret dør	55,0	54,0	67,4
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	41,0	37,5	57,0
S ₁₁ : 60 % dør	35,9	32,9	51,4

* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

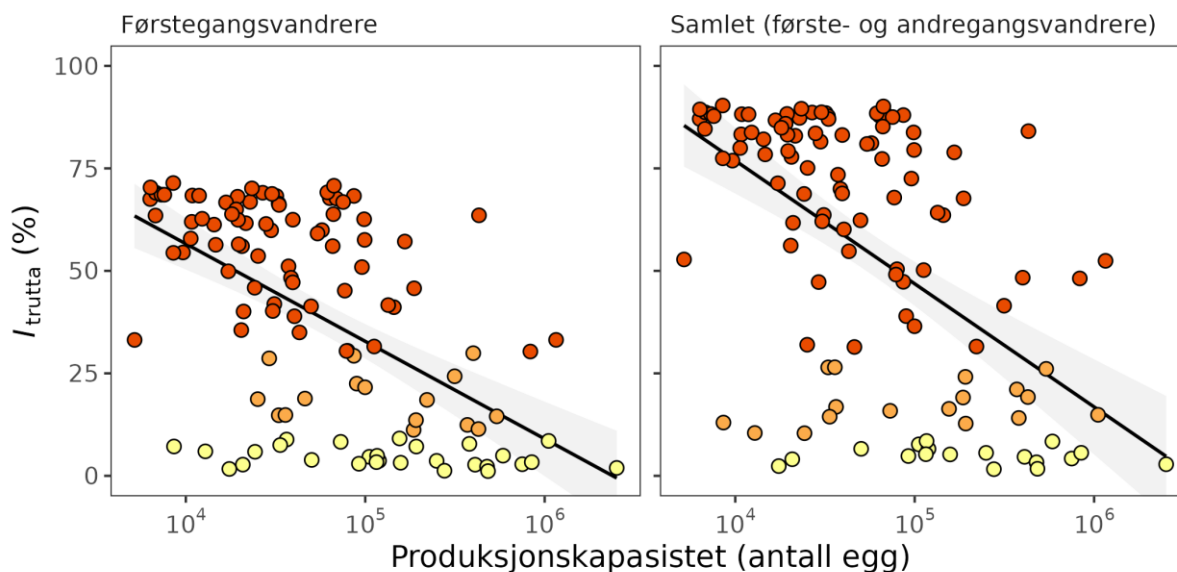
** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

6.4.2 Vektete indikatorverdier

Sjørretvassdragene i PO 4 har ulikt anadromt elveareal (**Figur 6.4.1**). Dette vil kunne påvirke produksjonskapasiteten til vassdraget. For å vekte indikatorverdiene på produksjonskapasitet har vi estimert antall egg hvert vassdrag teoretisk kan produsere basert på anadromt elveareal, samt tilstedeværelse av laks i vassdraget (kap. 3.2). Dette målet tar ikke hensyn til tilstanden til vassdraget, men gir en indikasjon på hvor mye hvert enkelt vassdrag bidrar til den totale produksjonskapasiteten til produksjonsområdet. Vi kan dermed bruke dette målet på produksjonskapasitet for å beregne vektet indikatorverdi for PO 4.

Sammenheng mellom produksjonskapasitet og I_{trutta}

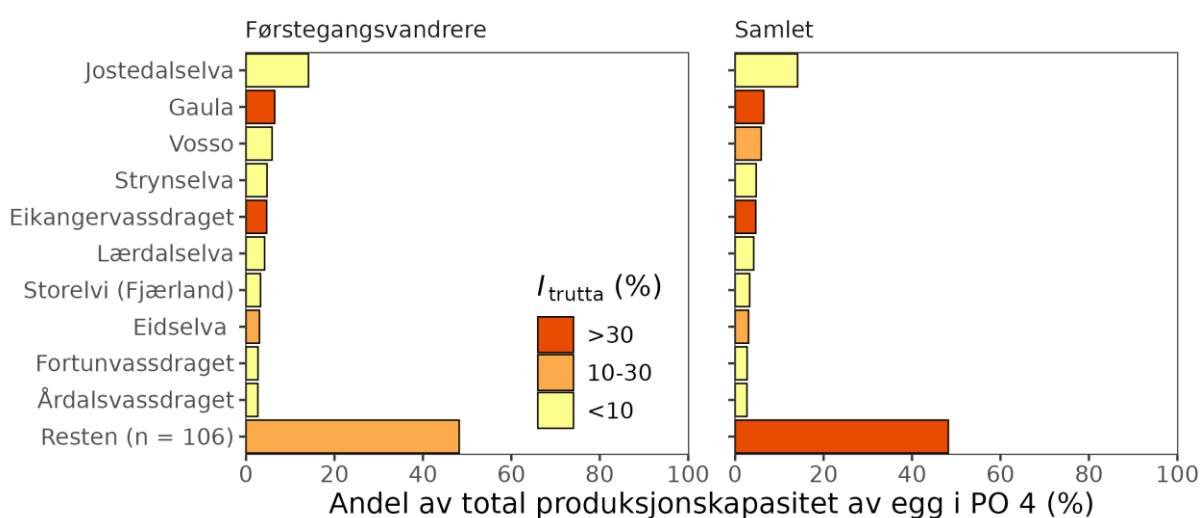
I PO 4 var det en sammenheng mellom den teoretiske produksjonskapasiteten og I_{trutta} for førstegangsvandrere ($r^2 = 31\%$) og samlet for første- og andregangsvandrere ($r^2 = 31\%$, **Figur 6.4.6**). En økning i antall egg som teoretisk kan produseres i vassdraget med en faktor på 10 tilsvarer en endring i I_{trutta} på -23,8 prosentpoeng for førstegangsvandrere og -30 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 6.4.6. Nedgang i sjørretens fitness, I_{trutta} (%), som en funksjon av vassdragets teoretiske produksjonskapasitet estimert som antall egg vassdraget teoretisk sett kan produsere basert på anadromt elveareal og tilstedeværelse av laks. For førstegangsvandrere er $I_{trutta} = 151,8 (\pm 15,9) - 23,8 (\pm 3,3) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 31\%$, og samlet for første- og andregangsvandrere er $I_{trutta} = 197 (\pm 20,3) - 30 (\pm 4,2) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 31\%$.

Andel av teoretisk produksjonskapasitet

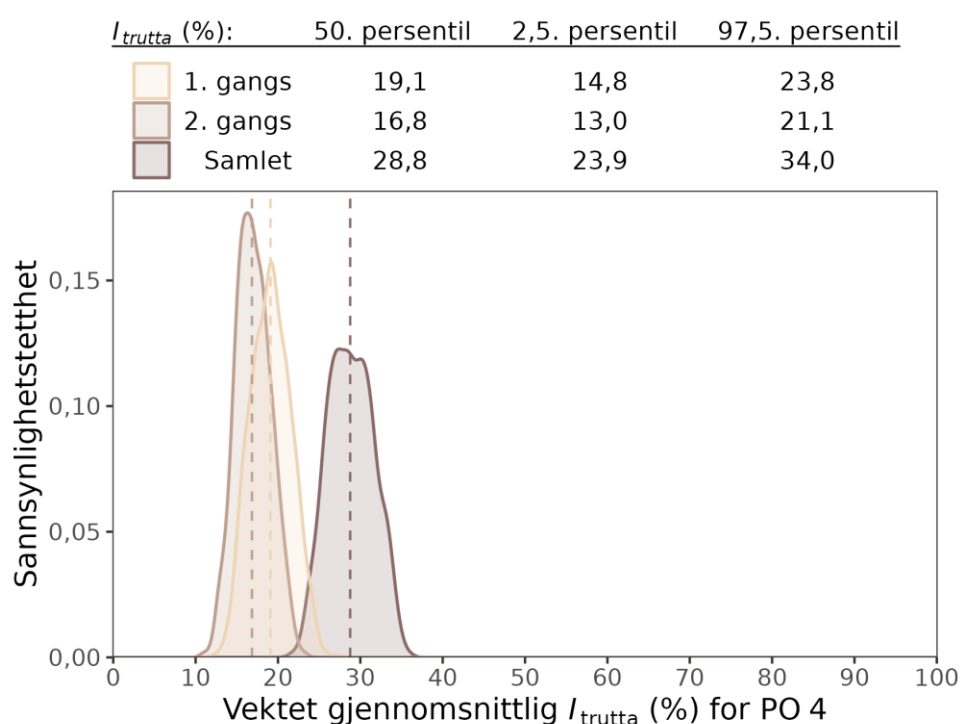
PO 4 har 116 sjørretvassdrag. Jostedalselva har størst andel av den teoretiske produksjonskapasiteten, med en andel på 14 % av produksjonen (**Figur 6.4.7**). Samlet utgjør de ti største vassdragene 52 % av den totale produksjonskapasiteten. Av de ti største vassdragene i PO 4 hadde Eidselva en I_{trutta} på mellom 10 og 30 %, Eikangervassdraget og Gaula en $I_{trutta} > 30$ % og de resterende syv vassdragene en $I_{trutta} < 10$ % for førstegangsvandrende. Vosso byttet kategori for I_{trutta} fra < 10 % til mellom 10 og 30 % for den samlede påvirkningen på første- og andregangsvandrende. Resten av de 106 vassdragene i PO 4 hadde et vektet snitt for I_{trutta} mellom 10 og 30 % for førstegangsvandrende og > 30 % for samlet (første- og andregangsvandrende) (**Figur 6.4.7**).



Figur 6.4.7. Andelen av den totale produksjonskapasiteten i produksjonsområdet for de 10 største vassdragene i PO 4. Stolpene er farget etter kategoriene for I_{trutta} vassdraget havnet i for førstegangsvandrende og samlet (første- og andregangsvandrende). Stolpen for «Resten» er farget etter det vektete snittet av I_{trutta} for resten av vassdragene.

Vektet I_{trutta} med usikkerhet

Usikkerhetsfordelingen for de vektete indikatorverdiene (I_{trutta}) er basert på usikkerheten i de samme underliggende variablene som for de vektete indikatorverdiene (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus) og likt antall kjøring (1000) av den virtuelle sjørretmodellen. Usikkerhetsfordelingene i **Figur 6.4.8** viser fordelingene til de vektete snittene av I_{trutta} på tvers av alle vassdragene for hver kjøring for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet første- og andregangsvandrere i PO 4. Medianen til fordelingene angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Vektet I_{trutta} (median) for PO 4 var 19,1 % for førstegangsvandrere, 16,8 % for andregangsvandrere og 28,8 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 6.4.8**).



Figur 6.4.8. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 4 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir den vektete I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

Det er gjort sensitivitetsanalyser med de samme underliggende variablene som er benyttet for de uvektede indikatorverdiene. Størst påvirkning på modellresultatet for de vektete indikatorverdiene var det om sjøørreten var uniformt fordelt med en radius på 10 km fra elvemunning (samlet I_{trutta} minket med 10,8 prosentpoeng, **Tabell 6.4.2**).

Tabell 6.4.2. Sensitivitetsanalyser for vektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 4 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	Vektet I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	19,1	16,8	28,8
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	12,1	10,9	18,0
S ₂ : Uniform 20 km	18,4	16,3	26,3
S ₃ : Uniform 30 km	23,2	20,6	32,0
S ₄ : Interpolerte avstander	16,4	16,3	26,7
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	22,5	20,0	33,3
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	15,6	13,8	24,1
S ₇ : Alternativ tålegrense**	16,7	13,0	24,3
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørret tilbakevandrer	15,3	12,6	23,5
S ₉ : All lusepåvirket sjøørret dør	27,9	26,6	38,5
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	20,5	18,1	30,6
S ₁₁ : 60 % dør	17,1	15,0	26,1

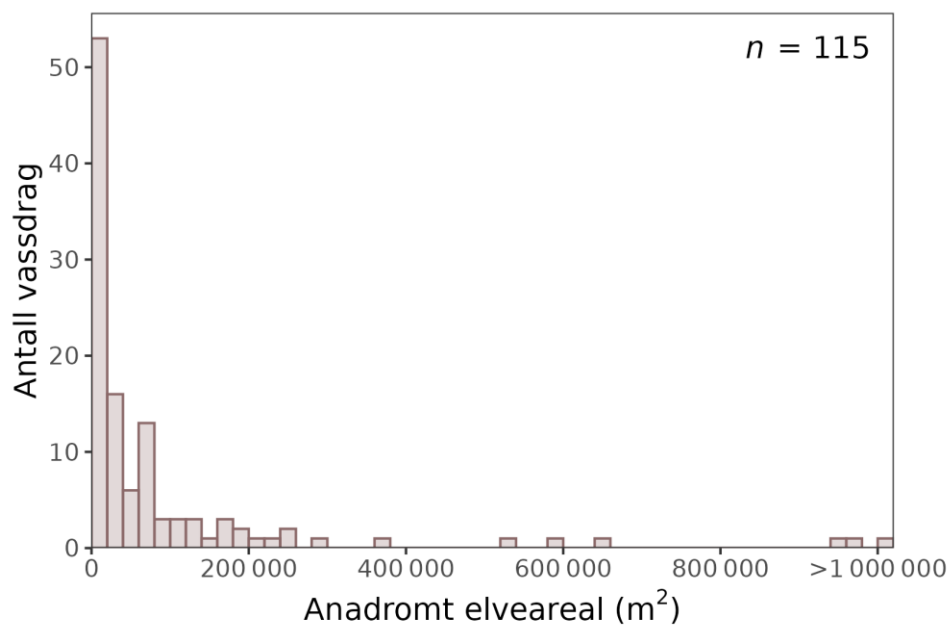
* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

6.5 Produksjonsområde 5: Stad til Hustadvika

Vassdrag

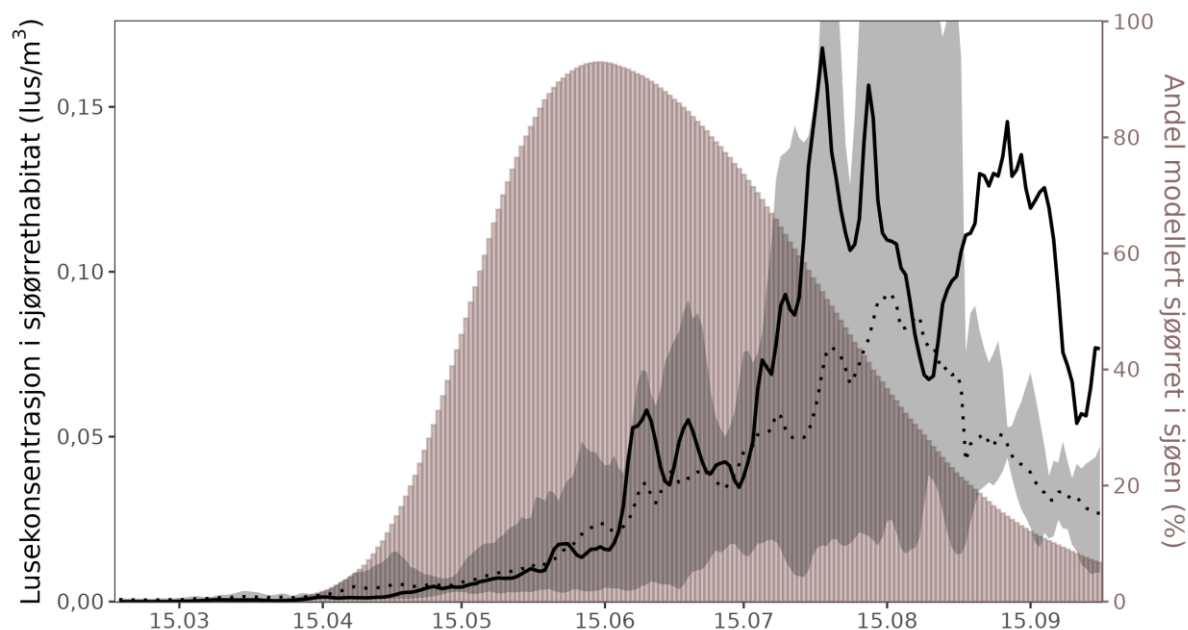
I PO 5 er det vurdert 115 vassdrag hvor 1 har et anadromt elveareal på mer enn en million kvadratmeter. Det største vassdraget er Rauma med 4 650 334 m² elveareal. De fleste vassdragene i produksjonsområdet (75 %) har et anadromt elveareal på under 76 700 m² (**Figur 6.5.1**).



Figur 6.5.1. Fordeling av anadromt elveareal for de ulike vassdragene i PO 5. Den siste stolpen representerer vassdrag med anadromt elveareal på over 1 000 000 m².

Lusekonsentrasjon og andel sjørret i sjøen

I 2024 i PO 5 var det noe høyere lusenivå i sjørrethabitatet i sjøen sammenlignet med gjennomsnittet av de fem foregående årene (**Figur 6.5.2**, heltrukket sort linje sammenlignet med prikket linje). Andel sjørret i sjøen (søylediagram) sammenlignet med utviklingen av gjennomsnittlig lusenivå (heltrukket sort linje) viser at den høyeste lusekonsentrasjonen var på 0,2 lus per kubikkmeter i snitt, ble nådd den 01.08, og at det på dette tidspunktet var 53 % av den modellerte sjørreten igjen i sjøen (**Figur 6.5.2**).

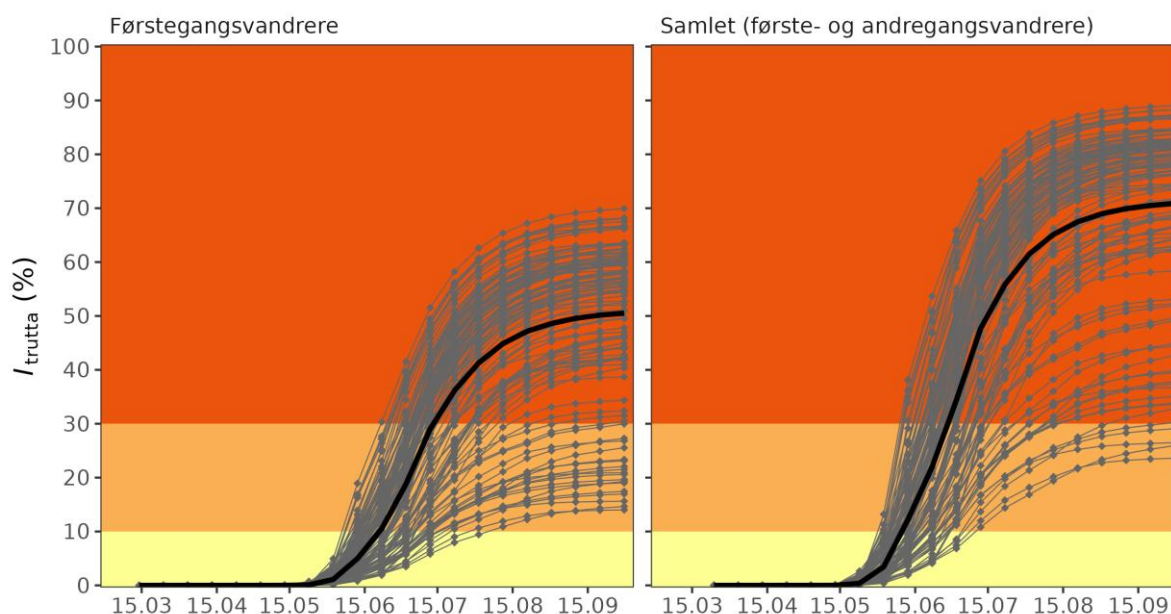


Figur 6.5.2. Lusekonsentrasjon (lus m^{-3}) i sjørrethabitatet i PO 5 per dag i 2024 (sort linje). Dette er den gjennomsnittlige lusekonsentrasjonen i en 20 km radius fra elvemunningene til alle vassdragene i produksjonsområdet for en gitt dag i 2024. Lusekonsentrasjonen for de siste fem årene er vist med gjennomsnitt (prikket linje) og minimum/maksimum (skravert område). De brune stolpene viser andelen i prosent av den modellerte sjørreten i sjøen per dag dersom det ikke er noen prematur tilbakevandring eller død. Andelen sjørret i sjøen gjelder både første- og andregangsvandrere.

6.5.1 Uvektede indikatorverdier

Endring i I_{trutta} gjennom sesongen

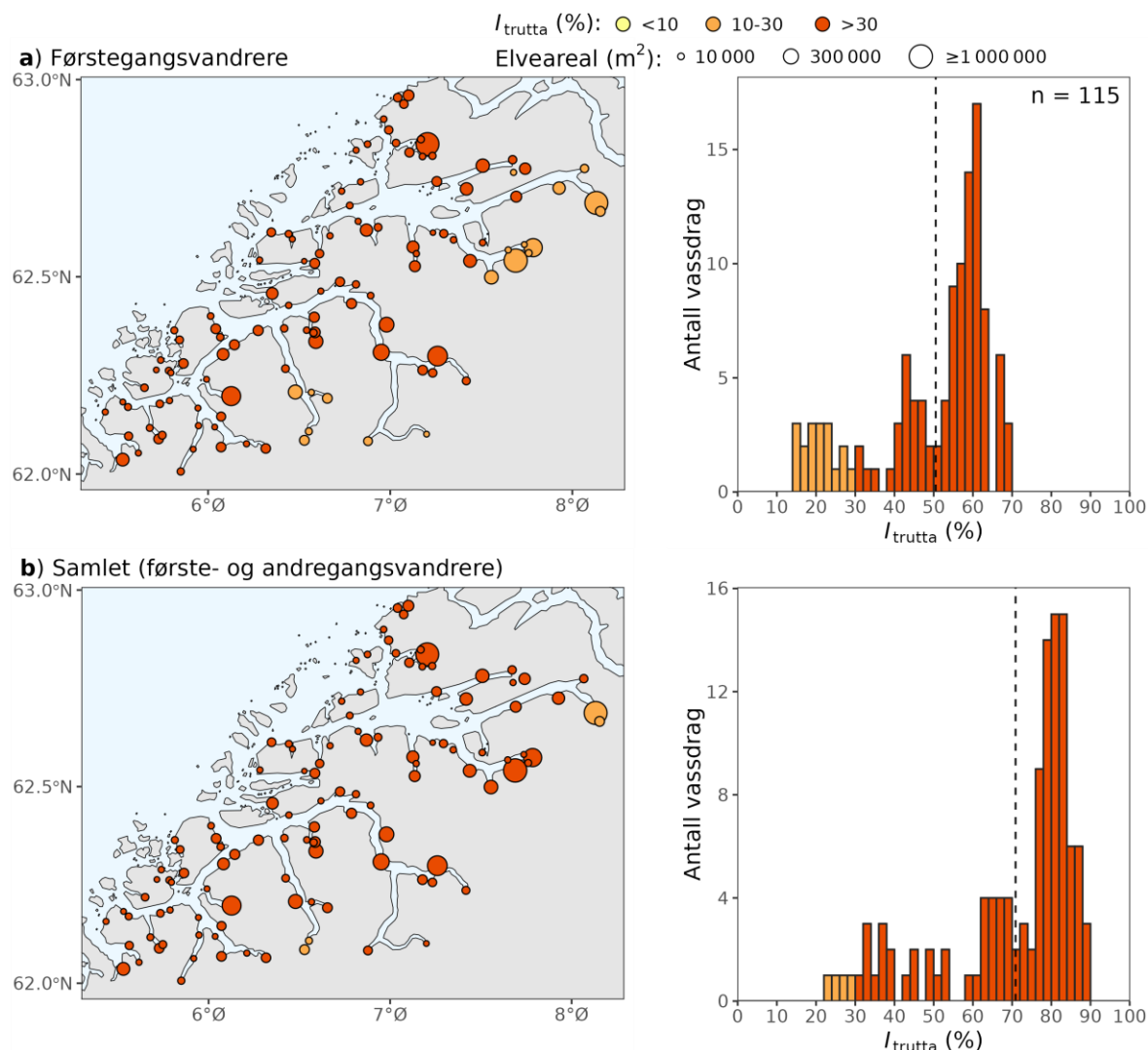
Sjørørreten i de ulike vassdragene i PO 5 var lite påvirket av lus frem til 03.05 (**Figur 6.5.3**). Derfra økte den gjennomsnittlige indikatorverdien (I_{trutta}) og endte på 51 % for førstegangsvandrere og 71 % for den samlede påvirkningen på både første- og andregangsvandrere. Etter august var det liten endring i I_{trutta} i PO 5, og fra 01.09 til 30.09 var økningen på kun 2 prosentpoeng for førstegangsvandrere og 2 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 6.5.3. Utviklingen i I_{trutta} over tid i PO 5 i 2024. Hvert vassdrag er representert med en grå linje der hvert punkt er estimert I_{trutta} (hver tiende dag). Den svarte linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} for hele produksjonsområdet over tid. Bakgrunnen er farget etter kategoriseringen av I_{trutta} .

Fordeling av I_{trutta} per vassdrag (geografisk og antall)

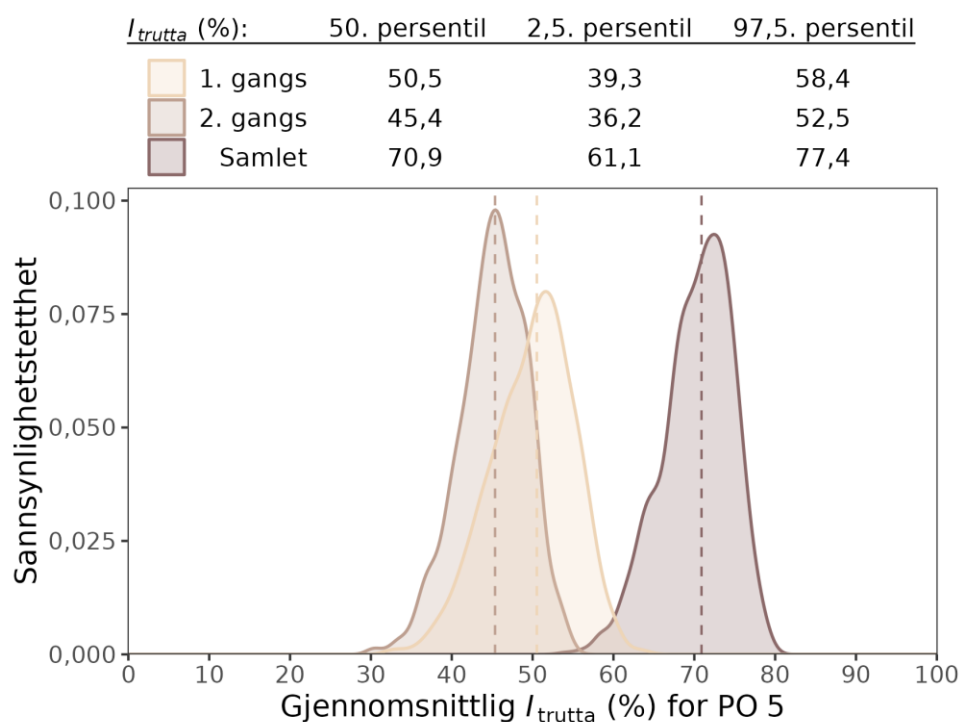
Den geografiske fordelingen og lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene i PO 5 er vist i **Figur 6.5.4**. Sjøørreten oppholder seg hovedsakelig i nærheten av vassdraget den vandrer ut fra (kap. 9.3). Vassdragets nærhet til oppdrettsaktivitet vil derfor være en viktig faktor for lusepåvirkningen (I_{trutta}).



Figur 6.5.4. Geografisk plassering av vassdragene i PO 5, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m^2 eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet). **a)** er for førstegangsvandrere og **b)** er for samlet påvirkning på første- og andregangsvandrere.

Uvektet I_{trutta} med usikkerhet

De uvektede indikatorverdiene (I_{trutta}) for produksjonsområdet er estimert med usikkerhet. I denne usikkerheten er både statistisk usikkerhet og biologisk variasjon (årsvariasjon og romlig variasjon) inkludert fra de underliggende variablene der vi hadde god informasjon om denne variasjonen (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus). Usikkerhetsfordelingene til det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet for begge gruppene er basert på 1000 kjøringar av den virtuelle sjørretmodellen der ulike parameterverdier er trukket fra usikkerhetsfordelingene til de underliggende variablene (se kap. 9.13). For hver kjøring estimeres det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} på tvers av alle vassdrag, og det er disse 1000 I_{trutta} -verdiene som utgjør usikkerhetsfordelingene (**Figur 6.5.5**). Medianen til fordelingene angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien er større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Uvektet I_{trutta} (median) for PO 5 var 50,5 % for førstegangsvandrere, 45,4 % for andregangsvandrere og 70,9 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 6.5.5**).



Figur 6.5.5. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 5 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

For å teste robustheten til modellen har vi gjort sensitivitetsanalyser for underliggende variabler der vi ikke hadde god informasjon om usikkerheten (**Tabell 6.5.1**). Dette gjelder den romlige fordelingen av sjøørreten, tålegrensene for lus på sjøørreten før den blir påvirket, hvor stor andelen av den lusepåvirkede sjøørreten som tilbakevandrer og hvor stor andel som dør, og hvor stor andel av lusen som fester seg på sjøørreten som dør. Størst påvirkning på modellresultatet for de uvektede indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjøørret døde (samlet I_{trutta} økte med 17,5 prosentpoeng, **Tabell 6.5.1**).

Tabell 6.5.1. Sensitivitetsanalyser for uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 5 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	50,5	45,4	70,9
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	47,3	41,9	65,3
S ₂ : Uniform 20 km	52,8	47,0	72,9
S ₃ : Uniform 30 km	56,6	50,7	78,0
S ₄ : Interpolerte avstander	47,0	44,0	68,6
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	55,5	49,9	75,8
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	44,2	39,6	64,4
S ₇ : Alternativ tålegrense**	46,9	38,4	65,1
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørret tilbakevandrer	40,8	34,1	59,5
S ₉ : All lusepåvirket sjøørret dør	73,4	71,5	88,4
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	52,6	47,4	73,0
S ₁₁ : 60 % dør	47,0	42,1	67,4

* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

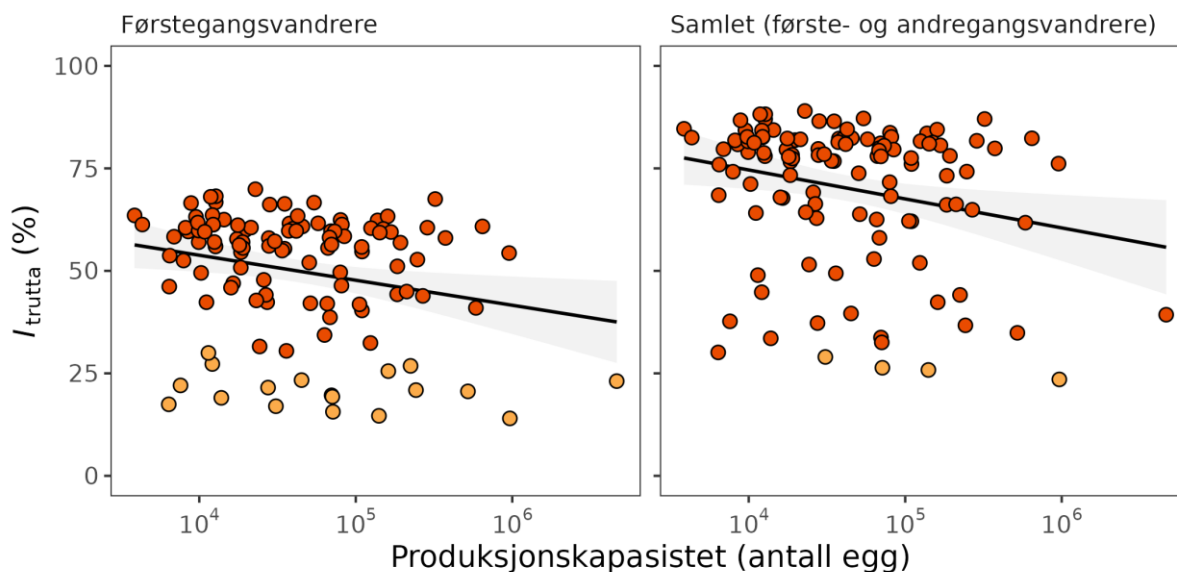
** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

6.5.2 Vektete indikatorverdier

Sjørretvassdragene i PO 5 har ulikt anadromt elveareal (**Figur 6.5.1**). Dette vil kunne påvirke produksjonskapasiteten til vassdraget. For å vekte indikatorverdiene på produksjonskapasitet har vi estimert antall egg hvert vassdrag teoretisk kan produsere basert på anadromt elveareal, samt tilstedeværelse av laks i vassdraget (kap. 3.2). Dette målet tar ikke hensyn til tilstanden til vassdraget, men gir en indikasjon på hvor mye hvert enkelt vassdrag bidrar til den totale produksjonskapasiteten til produksjonsområdet. Vi kan dermed bruke dette målet på produksjonskapasitet for å beregne vektet indikatorverdi for PO 5.

Sammenheng mellom produksjonskapasitet og I_{trutta}

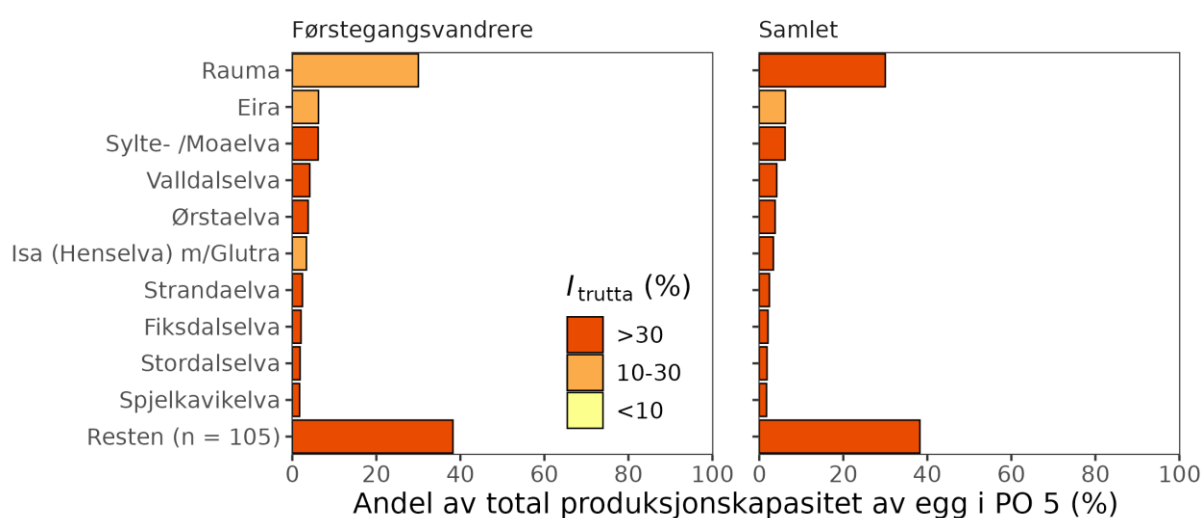
I PO 5 var det en svak sammenheng mellom den teoretiske produksjonskapasiteten og I_{trutta} for førstegangsvandrere ($r^2 = 5\%$) og samlet for første- og andregangsvandrere ($r^2 = 6\%$, **Figur 6.5.6**). En økning i antall egg som teoretisk kan produseres i vassdraget med en faktor på 10 tilsvarer en endring i I_{trutta} på -6,1 prosentpoeng for førstegangsvandrere og -7,1 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 6.5.6. Nedgang i sjørretens fitness, I_{trutta} (%), som en funksjon av vassdragets teoretiske produksjonskapasitet estimert som antall egg vassdraget teoretisk sett kan produsere basert på anadromt elveareal og tilstedeværelse av laks. For førstegangsvandrere er $I_{trutta} = 78,2 (\pm 11,2) - 6,1 (\pm 2,4) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 5\%$, og samlet for første- og andregangsvandrere er $I_{trutta} = 102,9 (\pm 12,8) - 7,1 (\pm 2,7) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 6\%$.

Andel av teoretisk produksjonskapasitet

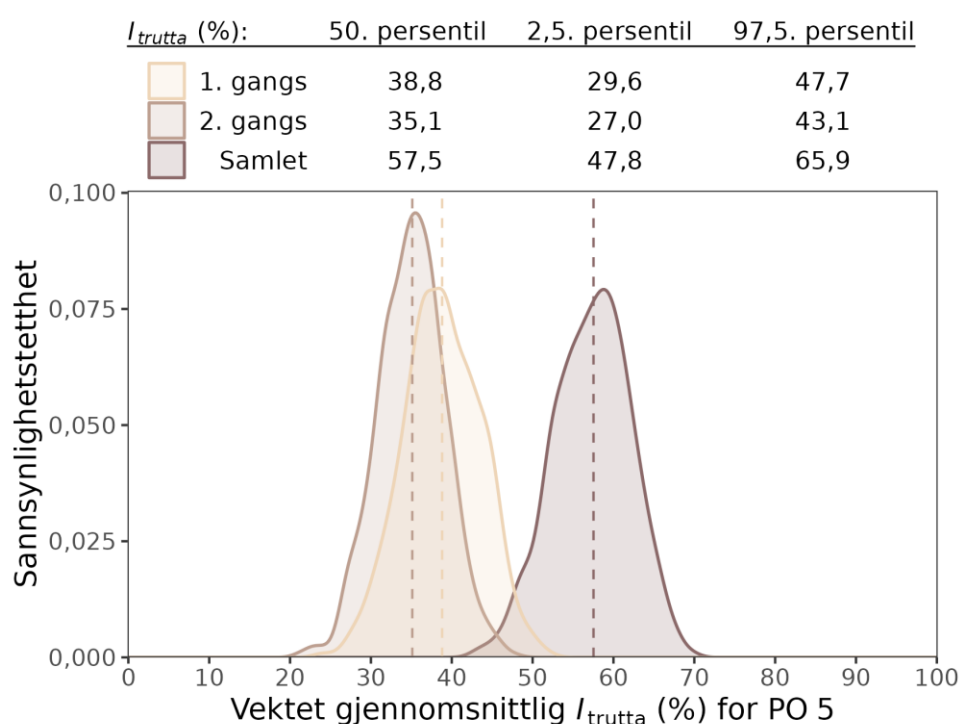
PO 5 har 115 sjørretvassdrag. Rauma har størst andel av den teoretiske produksjonskapasiteten, med en andel på 30 % av produksjonen (**Figur 6.5.7**). Samlet utgjør de ti største vassdragene 62 % av den totale produksjonskapasiteten. Av de ti største vassdragene i PO 5 hadde Isa (Henselva) m/Glutra, Rauma og Eira en I_{trutta} mellom 10 og 30 % og de resterende syv vassdragene en $I_{trutta} > 30\%$ for førstegangsvandrende. Isa (Henselva) m/Glutra og Rauma gikk opp en kategori for I_{trutta} for den samlede påvirkningen på første- og andregangsvandrende. Resten av de 105 vassdragene i PO 5 hadde et vektet snitt for $I_{trutta} > 30\%$ både for førstegangsvandrende og samlet (første- og andregangsvandrende) (**Figur 6.5.7**).



Figur 6.5.7. Andelen av den totale produksjonskapasiteten i produksjonsområdet for de 10 største vassdragene i PO 5. Stolpene er farget etter kategoriene for I_{trutta} vassdraget havnet i for førstegangsvandrerne og samlet (første- og andregangsvandrerne). Stolpen for «Resten» er farget etter det vektete snittet av I_{trutta} for resten av vassdragene.

Vektet I_{trutta} med usikkerhet

Usikkerhetsfordelingen for de vektete indikatorverdiene (I_{trutta}) er basert på usikkerheten i de samme underliggende variablene som for de vektete indikatorverdiene (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus) og likt antall kjøring (1000) av den virtuelle sjørretmodellen. Usikkerhetsfordelingene i **Figur 6.5.8** viser fordelingene til de vektete snittene av I_{trutta} på tvers av alle vassdragene for hver kjøring for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet første- og andregangsvandrere i PO 5. Medianen til fordelingene angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Vektet I_{trutta} (median) for PO 5 var 38,8 % for førstegangsvandrere, 35,1 % for andregangsvandrere og 57,5 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 6.5.8**).



Figur 6.5.8. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 5 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir den vektete I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

Det er gjort sensitivitetsanalyser med de samme underliggende variablene som er benyttet for de uvektede indikatorverdiene. Størst påvirkning på modellresultatet for de vektete indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjøørret dør (samlet I_{trutta} økte med 18,7 prosentpoeng, **Tabell 6.5.2**).

Tabell 6.5.2. Sensitivitetsanalyser for vektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 5 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	Vektet I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	38,8	35,1	57,5
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	30,8	27,1	43,6
S ₂ : Uniform 20 km	43,3	38,2	62,5
S ₃ : Uniform 30 km	52,3	46,8	73,6
S ₄ : Interpolerte avstander	34,9	34,2	54,5
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	44,1	39,8	63,4
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	33,2	30,0	50,8
S ₇ : Alternativ tålegrense**	35,2	28,8	51,2
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørret tilbakevandrer	30,8	25,9	46,8
S ₉ : All lusepåvirket sjøørret dør	57,9	56,9	76,2
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	41,1	37,3	60,0
S ₁₁ : 60 % dør	35,6	32,2	53,7

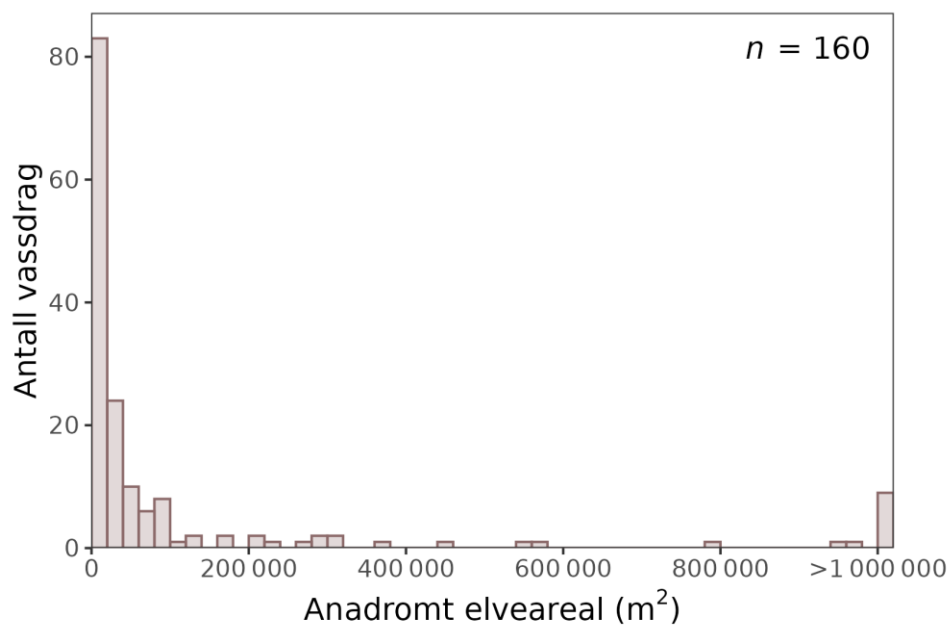
* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

6.6 Produksjonsområde 6: Nordmøre og Sør-Trøndelag

Vassdrag

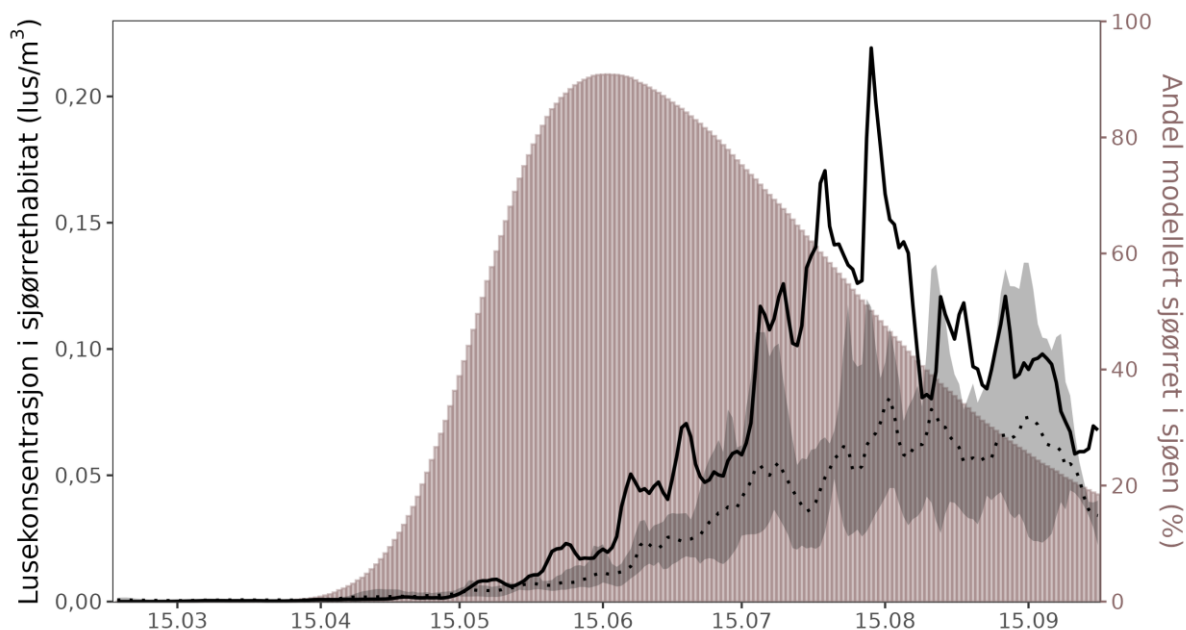
I PO 6 er det vurdert 160 vassdrag hvor 9 har et anadromt elveareal på mer enn en million kvadratmeter. Det største vassdraget er Gaula med 9 737 396 m² elveareal. De fleste vassdragene i produksjonsområdet (75 %) har et anadromt elveareal på under 71 200 m² (**Figur 6.6.1**).



Figur 6.6.1. Fordeling av anadromt elveareal for de ulike vassdragene i PO 6. Den siste stolpen representerer vassdrag med anadromt elveareal på over 1 000 000 m².

Lusekonsentrasjon og andel sjørret i sjøen

I 2024 i PO 6 var det generelt høyt lusenivå i sjørrethabitatet i sjøen sammenlignet med gjennomsnittet av de fem foregående årene (**Figur 6.6.2**, heltrukket sort linje sammenlignet med prikket linje). Andel sjørret i sjøen (søylediagram) sammenlignet med utviklingen av gjennomsnittlig lusenivå (heltrukket sort linje) viser at den høyeste lusekonsentrasjonen var på 0,2 lus per kubikkmeter i snitt, ble nådd den 12.08, og at det på dette tidspunktet var 50 % av den modellerte sjørreten i sjøen (Figur 6.6.2).

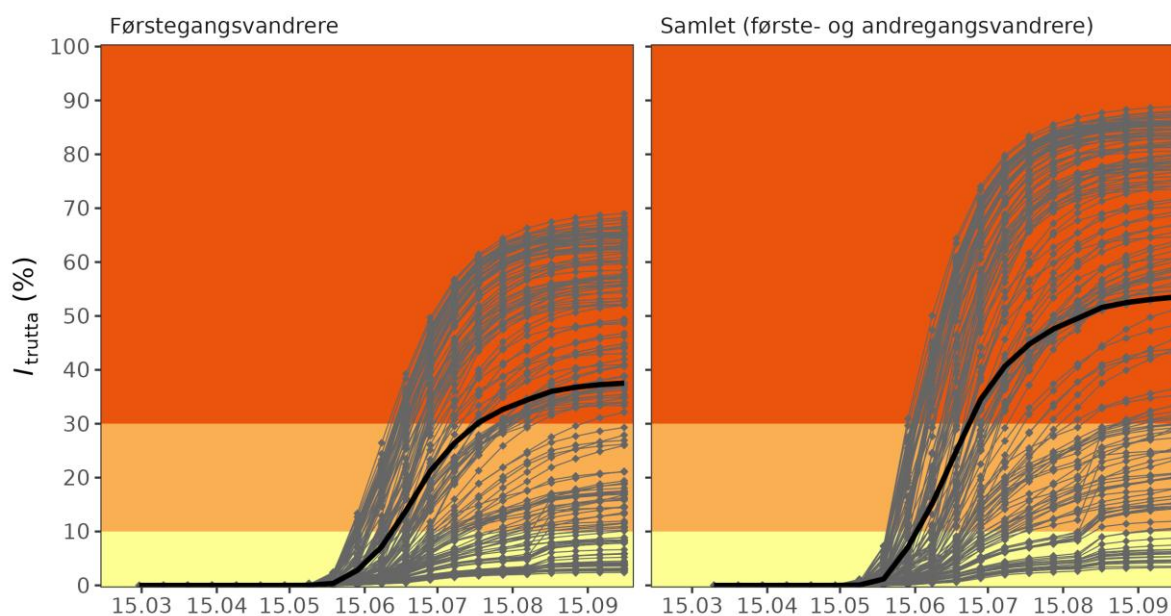


Figur 6.6.2. Lusekonsentrasjon (lus m^{-3}) i sjørrethabitatet i PO 6 per dag i 2024 (sort linje). Dette er den gjennomsnittlige lusekonsentrasjonen i en 20 km radius fra elvemunningene til alle vassdragene i produksjonsområdet for en gitt dag i 2024. Lusekonsentrasjonen for de siste fem årene er vist med gjennomsnitt (prikket linje) og minimum/maksimum (skravert område). De brune stolpene viser andelen i prosent av den modellerte sjørreten i sjøen per dag dersom det ikke er noen prematur tilbakevandring eller død. Andelen sjørret i sjøen gjelder både første- og andregangsvandrere.

6.6.1 Uvektede indikatorverdier

Endring i I_{trutta} gjennom sesongen

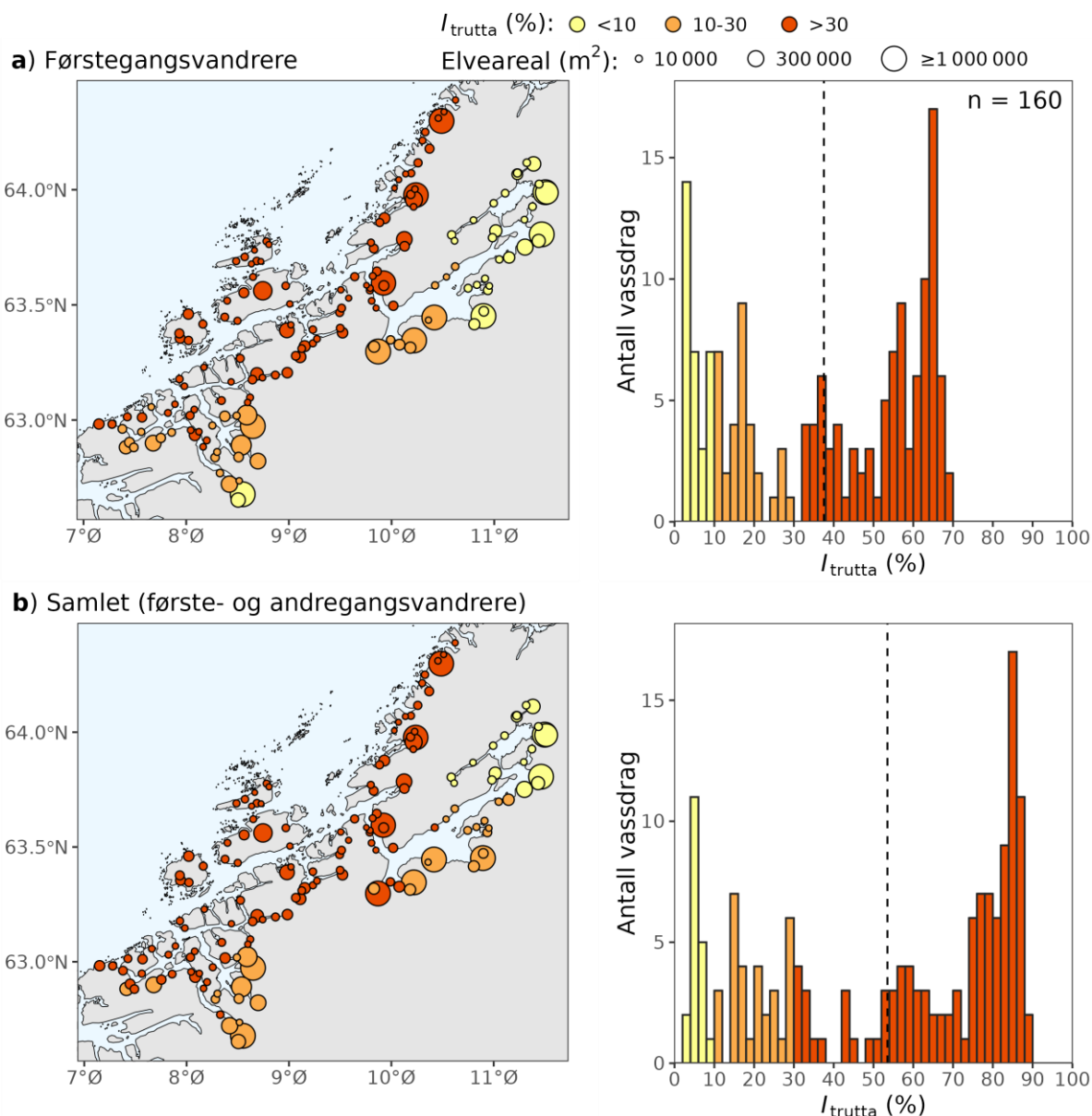
Sjørørreten i de ulike vassdragene i PO 6 var lite påvirket av lus frem til 13.05 (**Figur 6.6.3**). Derfra økte den gjennomsnittlige indikatorverdien (I_{trutta}) og endte på 38 % for førstegangsvandrere og 54 % for den samlede påvirkningen på både første- og andregangsvandrere. Etter august var det liten endring i I_{trutta} i PO 6, og fra 01.09 til 30.09 var økningen på kun 2 prosentpoeng for førstegangsvandrere og 2 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 6.6.3. Utviklingen i I_{trutta} over tid i PO 6 i 2024. Hvert vassdrag er representert med en grå linje der hvert punkt er estimert I_{trutta} (hver tiende dag). Den svarte linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} for hele produksjonsområdet over tid. Bakgrunnen er farget etter kategoriseringen av I_{trutta} .

Fordeling av I_{trutta} per vassdrag (geografisk og antall)

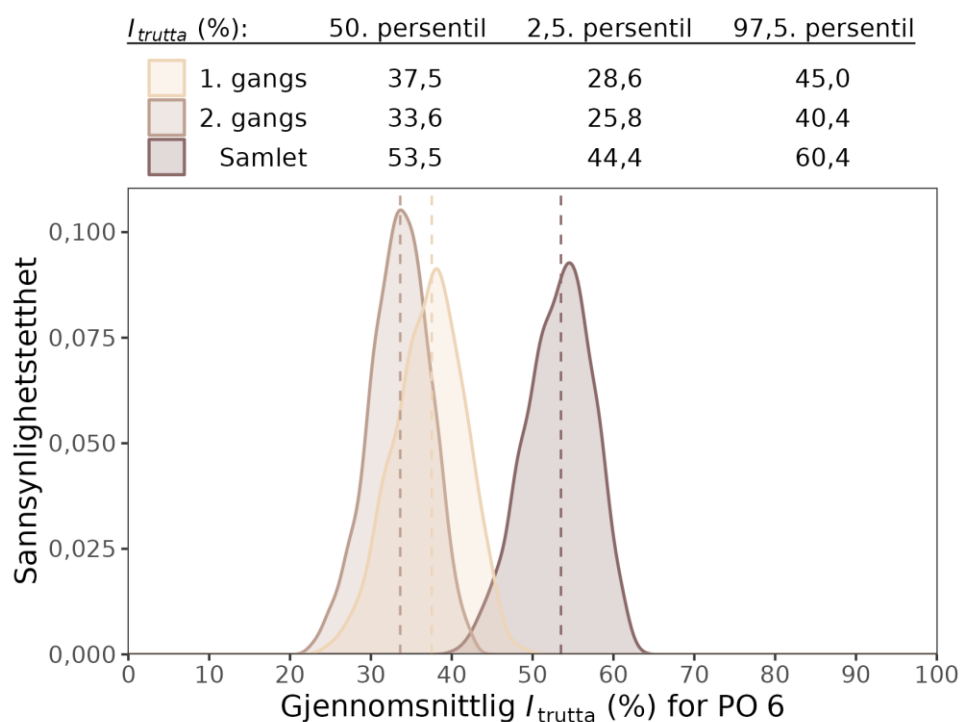
Den geografiske fordelingen og lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene i PO 6 er vist i **Figur 6.6.4**. Sjørørreten oppholder seg hovedsakelig i nærheten av vassdraget den vandrer ut fra (kap. 9.3). Vassdragets nærhet til oppdrettsaktivitet vil derfor være en viktig faktor for lusepåvirkningen (I_{trutta}).



Figur 6.6.4. Geografisk plassering av vassdragene i PO 6, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m² eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linje viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet). **a)** er for førstegangsvandrere og **b)** er for samlet påvirkning på første- og andregangsvandrere.

Uvektet I_{trutta} med usikkerhet

De uvektede indikatorverdiene (I_{trutta}) for produksjonsområdet er estimert med usikkerhet. I denne usikkerheten er både statistisk usikkerhet og biologisk variasjon (årsvariasjon og romlig variasjon) inkludert fra de underliggende variablene der vi hadde god informasjon om denne variasjonen (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus). Usikkerhetsfordelingene til det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet for begge gruppene er basert på 1000 kjøring av den virtuelle sjørretmodellen der ulike parameterverdier er trukket fra usikkerhetsfordelingene til de underliggende variablene (se kap. 9.13). For hver kjøring estimeres det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} på tvers av alle vassdrag, og det er disse 1000 I_{trutta} -verdiene som utgjør usikkerhetsfordelingene (**Figur 6.6.5**). Medianen til fordelingene angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien er større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Uvektet I_{trutta} (median) for PO 6 var 37,5 % for førstegangsvandrere, 33,6 % for andregangsvandrere og 53,5 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 6.6.5**).



Figur 6.6.5. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 6 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

For å teste robustheten til modellen har vi gjort sensitivitetsanalyser for underliggende variabler der vi ikke hadde god informasjon om usikkerheten (**Tabell 6.6.1**). Dette gjelder den romlige fordelingen av sjøørreten, tålegrensene for lus på sjøørreten før den blir påvirket, hvor stor andelen av den lusepåvirkede sjøørreten som tilbakevandrer og hvor stor andel som dør, og hvor stor andel av lusen som fester seg på sjøørreten som dør. Størst påvirkning på modellresultatet for de uvektede indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjøørret døde (samlet I_{trutta} økte med 15,5 prosentpoeng, **Tabell 6.6.1**).

Tabell 6.6.1. Sensitivitetsanalyser for uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 6 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	37,5	33,6	53,5
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	33,1	29,4	46,7
S ₂ : Uniform 20 km	36,3	32,4	51,5
S ₃ : Uniform 30 km	38,6	34,3	54,7
S ₄ : Interpolerte avstander	34,8	32,0	51,1
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	41,7	37,5	58,4
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	32,7	29,2	47,8
S ₇ : Alternativ tålegrense**	34,5	28,2	48,1
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørret tilbakevandrer	29,6	24,7	44,0
S ₉ : All lusepåvirket sjøørret dør	55,6	54,4	69,0
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	39,4	35,2	55,7
S ₁₁ : 60 % dør	34,8	31,1	50,3

* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

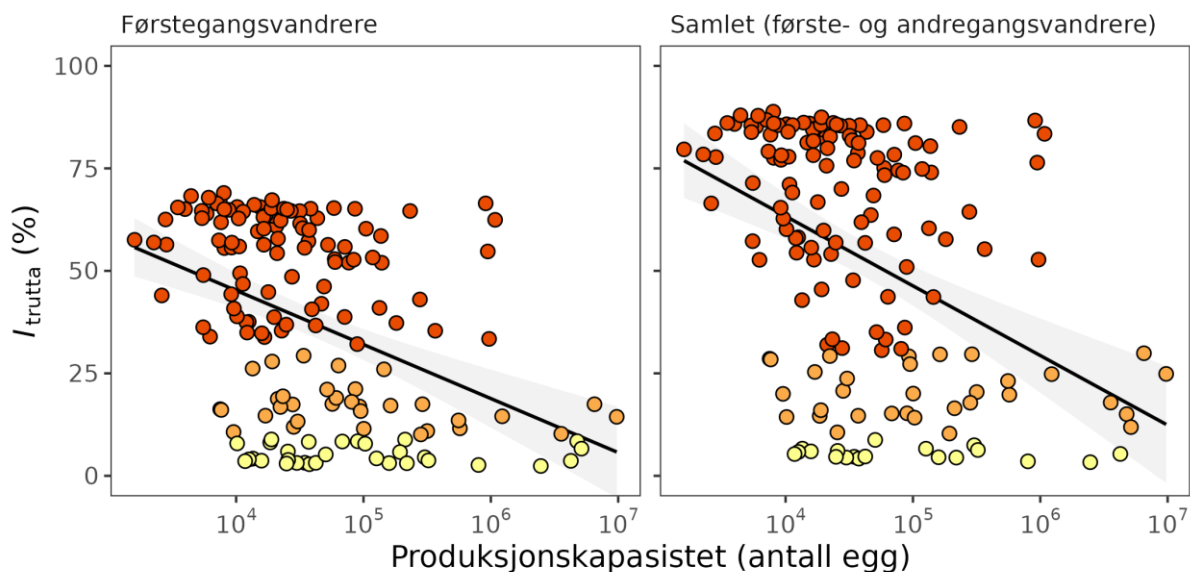
** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

6.6.2 Vektete indikatorverdier

Sjørretvassdragene i PO 6 har ulikt anadromt elveareal (**Figur 6.6.1**). Dette vil kunne påvirke produksjonskapasiteten til vassdraget. For å vekte indikatorverdiene på produksjonskapasitet har vi estimert antall egg hvert vassdrag teoretisk kan produsere basert på anadromt elveareal, samt tilstedeværelse av laks i vassdraget (kap. 3.2). Dette målet tar ikke hensyn til tilstanden til vassdraget, men gir en indikasjon på hvor mye hvert enkelt vassdrag bidrar til den totale produksjonskapasiteten til produksjonsområdet. Vi kan dermed bruke dette målet på produksjonskapasitet for å beregne vektet indikatorverdi for PO 6.

Sammenheng mellom produksjonskapasitet og I_{trutta}

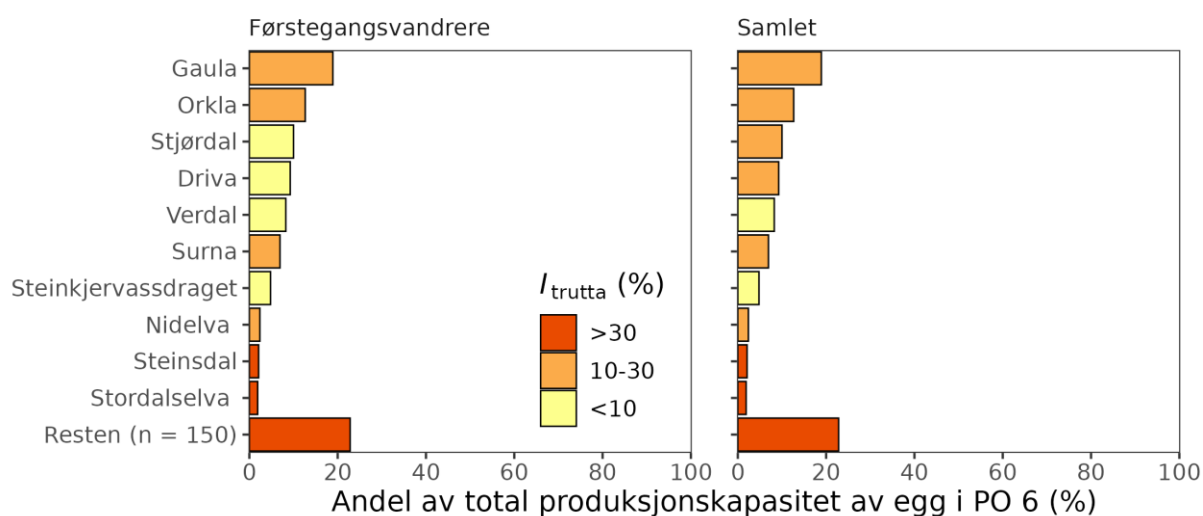
I PO 6 var det en sammenheng mellom den teoretiske produksjonskapasiteten og I_{trutta} for førstegangsvandrere ($r^2 = 18\%$) og samlet for første- og andregangsvandrere ($r^2 = 18\%$, **Figur 6.6.6**). En økning i antall egg som teoretisk kan produseres i vassdraget med en faktor på 10 tilsvarer en endring i I_{trutta} på -13,2 prosentpoeng for førstegangsvandrere og -17 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 6.6.6. Nedgang i sjørretens fitness, I_{trutta} (%), som en funksjon av vassdragets teoretiske produksjonskapasitet estimert som antall egg vassdraget teoretisk sett kan produsere basert på anadromt elveareal og tilstedeværelse av laks. For førstegangsvandrere er $I_{trutta} = 97,9 (\pm 10,5) - 13,2 (\pm 2,3) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 18\%$, og samlet for første- og andregangsvandrere er $I_{trutta} = 131,3 (\pm 13,5) - 17 (\pm 2,9) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 18\%$.

Andel av teoretisk produksjonskapasitet

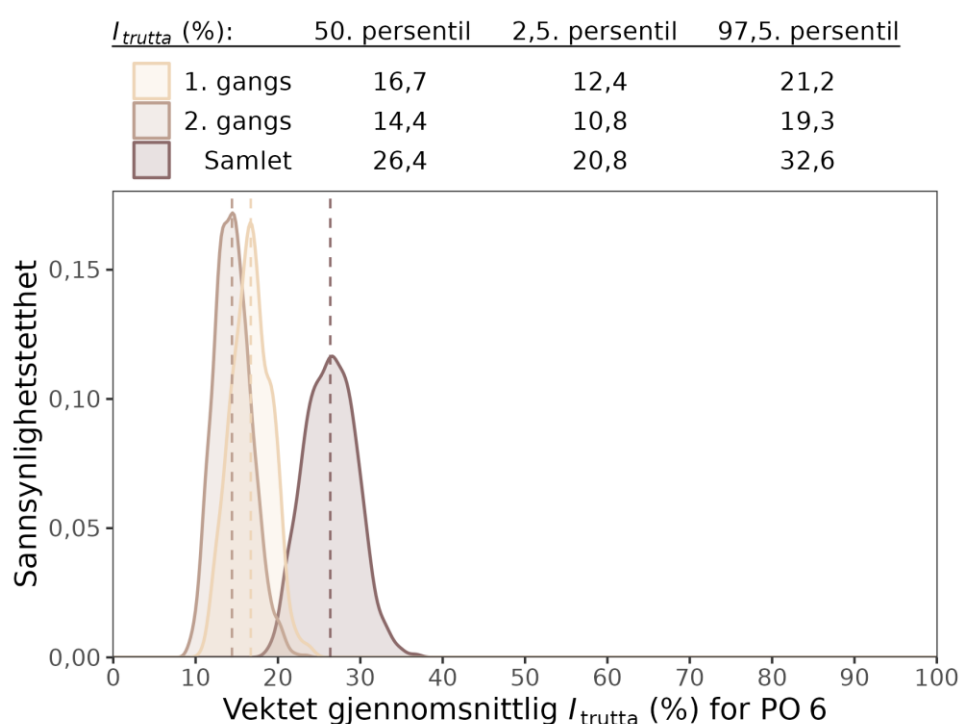
PO 6 har 160 sjørretvassdrag. Gaula har størst andel av den teoretiske produksjonskapasiteten, med en andel på 19 % av produksjonen (**Figur 6.6.7**). Samlet utgjør de ti største vassdragene 77 % av den totale produksjonskapasiteten. Av de ti største vassdragene i PO 6 hadde Stordalselva og Steinsdal en $I_{trutta} > 30\%$, Driva, Stjørdal, Verdal og Steinkjervassdraget en $I_{trutta} < 10\%$ og Surna, Orkla, Gaula og Nidelva en I_{trutta} mellom 10 og 30 %. Driva og Stjørdal gikk opp en kategori for I_{trutta} for den samlede påvirkningen på første- og andregangsvandrende. Resten av de 150 vassdragene i PO 6 hadde et vektet snitt for $I_{trutta} > 30\%$ både for førstegangsvandrende og samlet (første- og andregangsvandrende) (**Figur 6.6.7**).



Figur 6.6.7. Andelen av den totale produksjonskapasiteten i produksjonsområdet for de 10 største vassdragene i PO 6. Stolpene er farget etter kategoriene for I_{trutta} vassdraget havnet i for førstegangsvandrere og samlet (første- og andregangsvandrende). Stolpen for «Resten» er farget etter det vektete snittet av I_{trutta} for resten av vassdragene.

Vektet I_{trutta} med usikkerhet

Usikkerhetsfordelingen for de vektete indikatorverdiene (I_{trutta}) er basert på usikkerheten i de samme underliggende variablene som for de vektete indikatorverdiene (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus) og likt antall kjøring (1000) av den virtuelle sjørretmodellen. Usikkerhetsfordelingene i **Figur 6.6.8** viser fordelingene til de vektete snittene av I_{trutta} på tvers av alle vassdragene for hver kjøring for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet første- og andregangsvandrere i PO 6. Medianen til fordelingene angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Vektet I_{trutta} (median) for PO 6 var 16,7 % for førstegangsvandrere, 14,4 % for andregangsvandrere og 26,4 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 6.6.8**).



Figur 6.6.8. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 6 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir den vektete I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

Det er gjort sensitivitetsanalyser med de samme underliggende variablene som er benyttet for de uvektede indikatorverdiene. Størst påvirkning på modellresultatet for de vektete indikatorverdiene var det om sjøørreten var uniformt fordelt med en radius på 10 km fra elvemunning (samlet I_{trutta} minket med 14,9 prosentpoeng, **Tabell 6.6.2**).

Tabell 6.6.2. Sensitivitetsanalyser for vektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 6 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	Vektet I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	16,7	14,4	26,4
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	8,1	7,1	11,5
S ₂ : Uniform 20 km	12,9	11,0	19,6
S ₃ : Uniform 30 km	17,2	15,5	26,6
S ₄ : Interpolerte avstander	13,9	13,6	23,5
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	19,9	17,4	31,4
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	13,6	11,6	21,5
S ₇ : Alternativ tålegrense**	14,6	10,9	21,9
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørret tilbakevandrer	12,9	10,1	20,3
S ₉ : All lusepåvirket sjøørret dør	25,7	24,2	38,3
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	18,0	15,5	28,2
S ₁₁ : 60 % dør	14,9	12,7	23,5

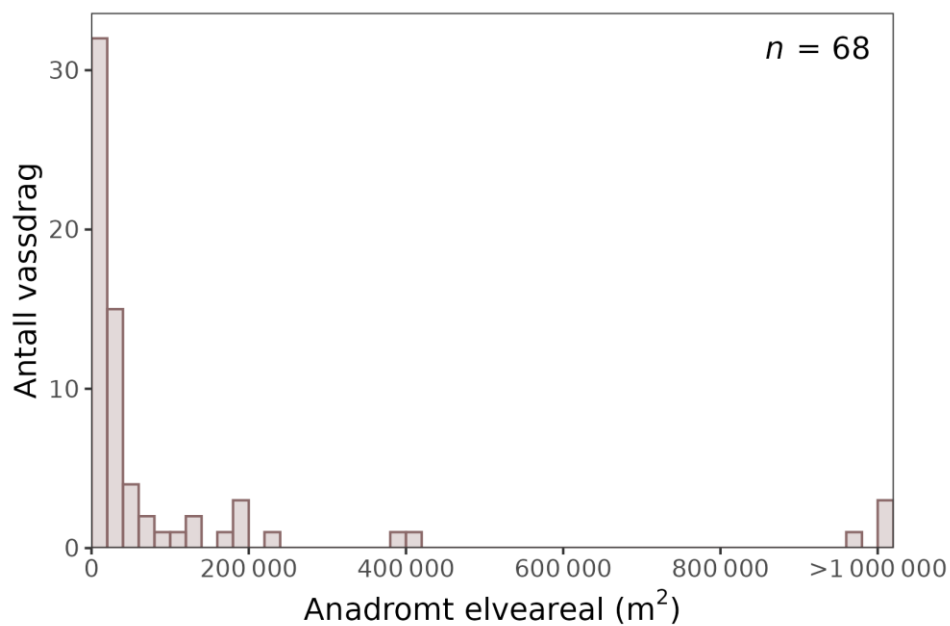
* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

6.7 Produksjonsområde 7: Nord-Trøndelag med Bindal

Vassdrag

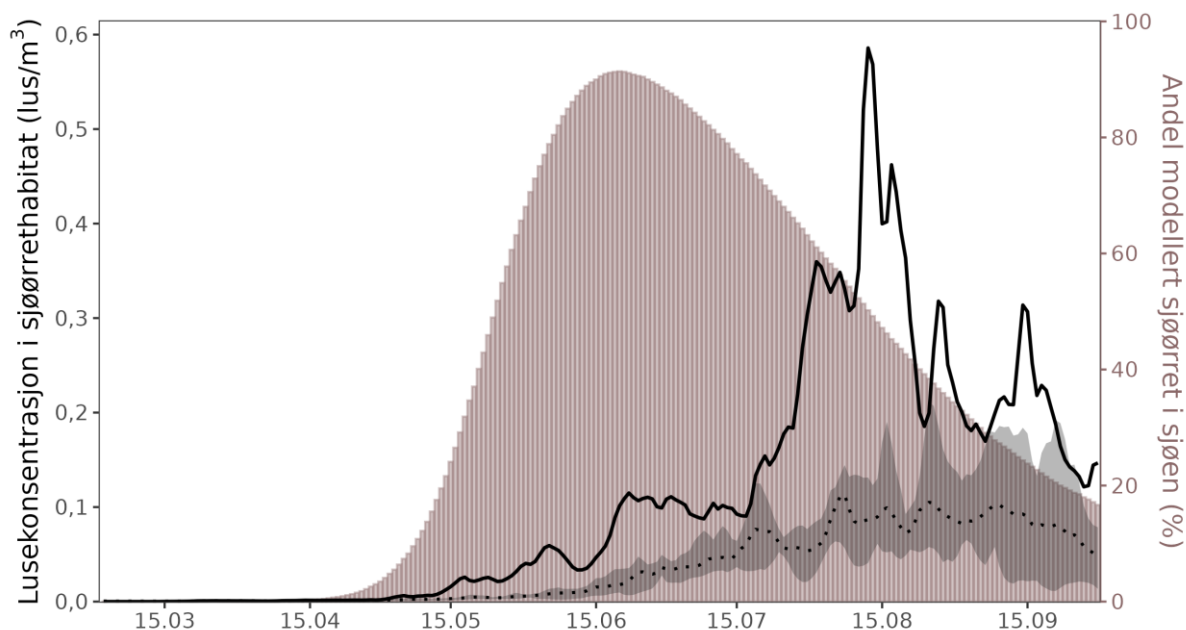
I PO 7 er det vurdert 68 vassdrag hvor 3 har et anadromt elveareal på mer enn en million kvadratmeter. Det største vassdraget er Namsen med 23 493 067 m² elveareal. De fleste vassdragene i produksjonsområdet (75 %) har et anadromt elveareal på under 60 000 m² (Figur 6.7.1).



Figur 6.7.1. Fordeling av anadromt elveareal for de ulike vassdragene i PO 7. Den siste stolpen representerer vassdrag med anadromt elveareal på over 1 000 000 m².

Lusekonsentrasjon og andel sjørret i sjøen

I 2024 i PO 7 var det generelt høyt lusenivå i sjørrethabitatet i sjøen sammenlignet med gjennomsnittet av de fem foregående årene (**Figur 6.7.2**, heltrukket sort linje sammenlignet med prikket linje). Andel sjørret i sjøen (søylediagram) sammenlignet med utviklingen av gjennomsnittlig lusenivå (heltrukken sort linje) viser at den høyeste lusekonsentrasjonen var på 0,6 lus per kubikkmeter i snitt, ble nådd den 12.08, og at det på dette tidspunktet var 50 % av den modellerte sjørreten i sjøen i sjøen (**Figur 6.7.2**).

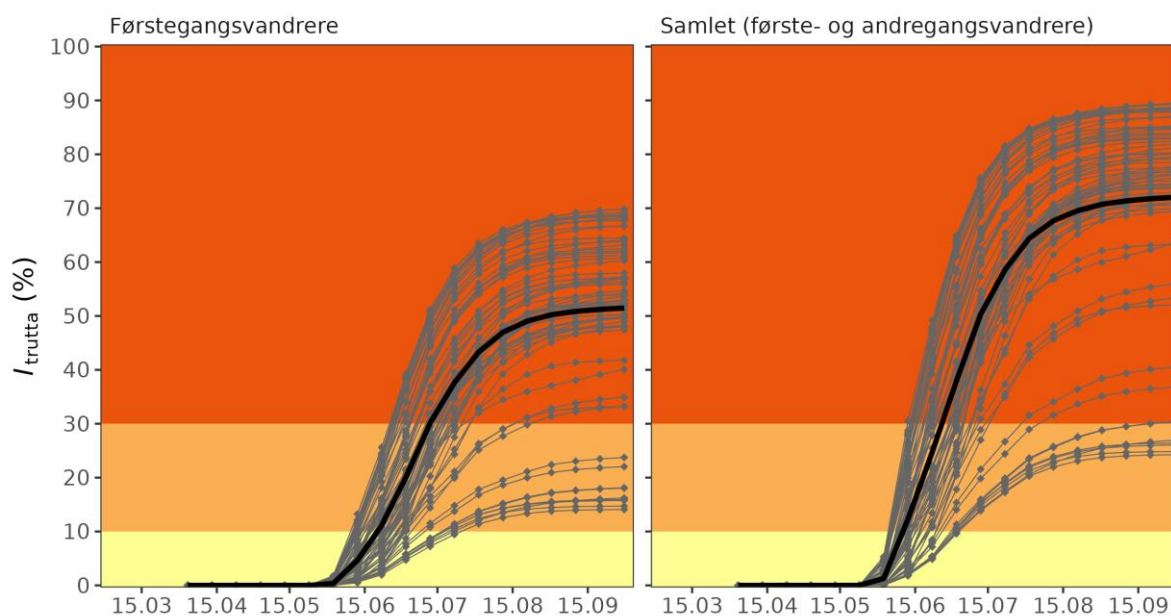


Figur 6.7.2. Lusekonsentrasjon (lus m^{-3}) i sjørrethabitatet i PO 7 per dag i 2024 (sort linje). Dette er den gjennomsnittlige lusekonsentrasjonen i en 20 km radius fra elvemunningene til alle vassdragene i produksjonsområdet for en gitt dag i 2024. Lusekonsentrasjonen for de siste fem årene er vist med gjennomsnitt (prikket linje) og minimum/maksimum (skravert område). De brune stolpene viser andelen i prosent av den modellerte sjørreten i sjøen per dag dersom det ikke er noen prematur tilbakevandring eller død. Andelen sjørret i sjøen gjelder både første- og andregangsvandrere.

6.7.1 Uvektede indikatorverdier

Endring i I_{trutta} gjennom sesongen

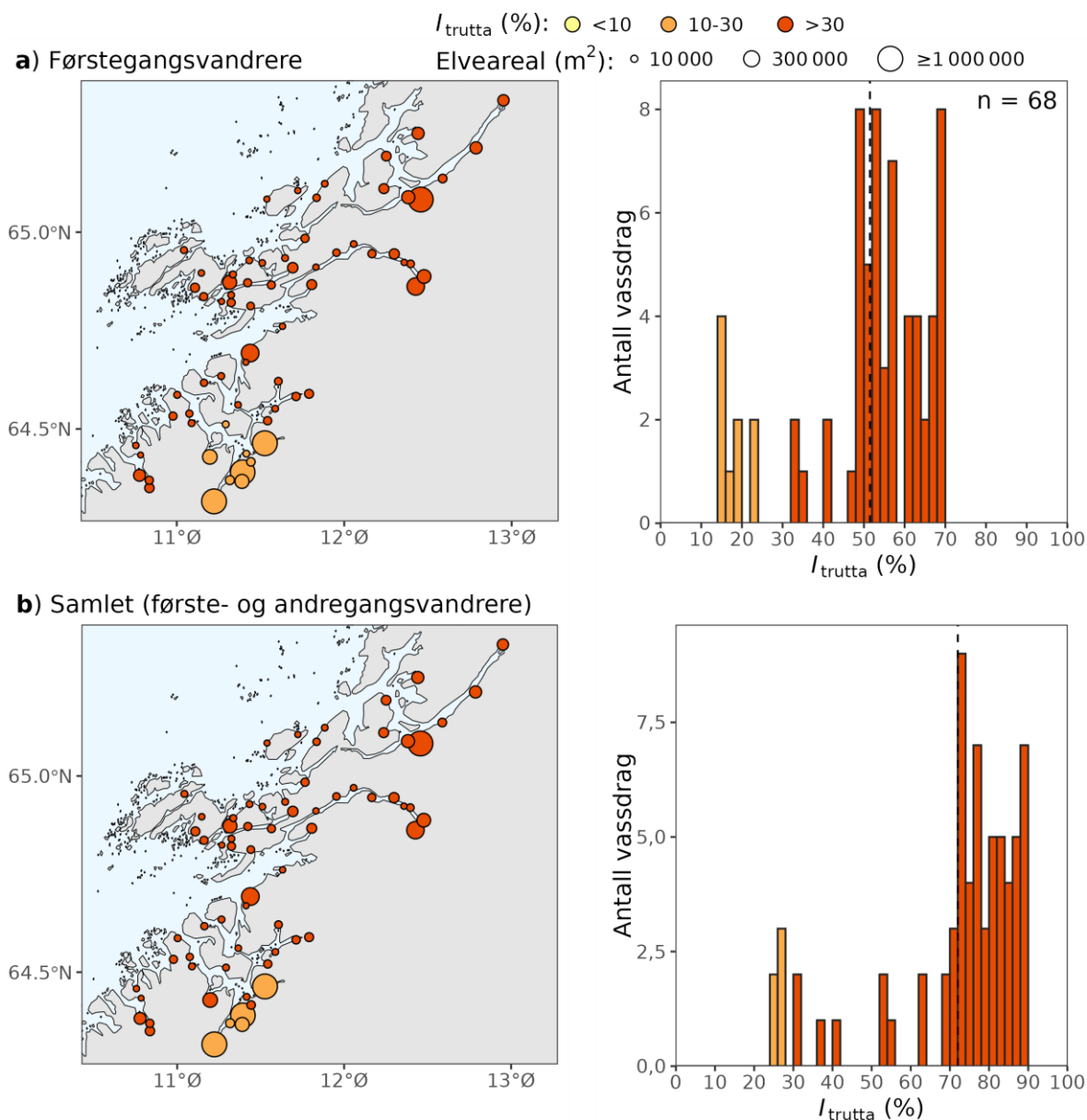
Sjørørreten i de ulike vassdragene i PO 7 var lite påvirket av lus frem til 23.05 (**Figur 6.7.3**). Derfra økte den gjennomsnittlige indikatorverdien (I_{trutta}) og endte på 51 % for førstegangsvandrere og 72 % for den samlede påvirkningen på både første- og andregangsvandrere. Etter august var det liten endring i I_{trutta} i PO 7, og fra 01.09 til 30.09 var økningen på kun 1 prosentpoeng for førstegangsvandrere og 1 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 6.7.3. Utviklingen i I_{trutta} over tid i PO 7 i 2024. Hvert vassdrag er representert med en grå linje der hvert punkt er estimert I_{trutta} (hver tiende dag). Den svarte linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} for hele produksjonsområdet over tid. Bakgrunnen er farget etter kategoriseringen av I_{trutta} .

Fordeling av I_{trutta} per vassdrag (geografisk og antall)

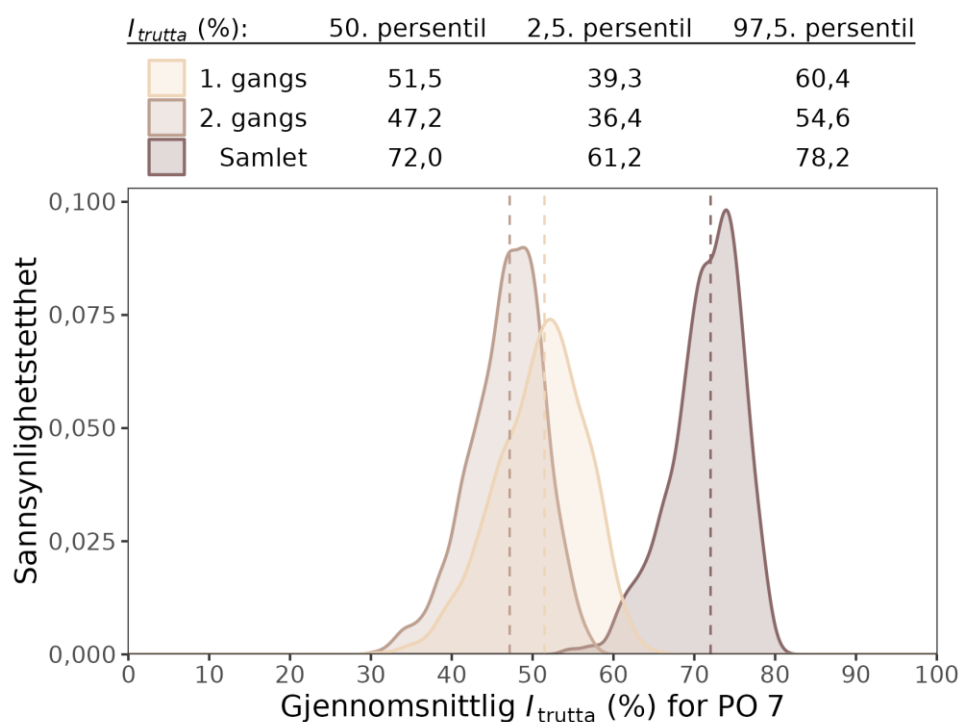
Den geografiske fordelingen og lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene i PO 7 er vist i **Figur 6.7.4**. Sjøørreten oppholder seg hovedsakelig i nærheten av vassdraget den vandrer ut fra (kap. 9.3). Vassdragets nærhet til oppdrettsaktivitet vil derfor være en viktig faktor for lusepåvirkningen (I_{trutta}).



Figur 6.7.4. Geografisk plassering av vassdragene i PO 7, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m² eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet). **a)** er for førstegangsvandrere og **b)** er for samlet påvirkning på første- og andregangsvandrere.

Uvektet I_{trutta} med usikkerhet

De uvektede indikatorverdiene (I_{trutta}) for produksjonsområdet er estimert med usikkerhet. I denne usikkerheten er både statistisk usikkerhet og biologisk variasjon (årsvariasjon og romlig variasjon) inkludert fra de underliggende variablene der vi hadde god informasjon om denne variasjonen (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus). Usikkerhetsfordelingene til det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet for begge gruppene er basert på 1000 kjøringar av den virtuelle sjørretmodellen der ulike parameterverdier er trukket fra usikkerhetsfordelingene til de underliggende variablene (se kap. 9.13). For hver kjøring estimeres det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} på tvers av alle vassdrag, og det er disse 1000 I_{trutta} -verdiene som utgjør usikkerhetsfordelingene (**Figur 6.7.5**). Medianen til fordelingene angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien er større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Uvektet I_{trutta} (median) for PO 7 var 51,5 % for førstegangsvandrere, 47,2 % for andregangsvandrere og 72,0 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 6.7.5**).



Figur 6.7.5. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 7 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

For å teste robustheten til modellen har vi gjort sensitivitetsanalyser for underliggende variabler der vi ikke hadde god informasjon om usikkerheten (**Tabell 6.7.1**). Dette gjelder den romlige fordelingen av sjørørreten, tålegrensene for lus på sjørørreten før den blir påvirket, hvor stor andelen av den lusepåvirkede sjørørreten som tilbakevandrer og hvor stor andel som dør, og hvor stor andel av lusen som fester seg på sjørørreten som dør. Størst påvirkning på modellresultatet for de uvektede indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjørørret døde (samlet I_{trutta} økte med 17,2 prosentpoeng, **Tabell 6.7.1**).

Tabell 6.7.1. Sensitivitetsanalyser for uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 7 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjørørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	51,5	47,2	72,0
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjørørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	48,8	44,3	67,1
S ₂ : Uniform 20 km	52,4	47,2	71,3
S ₃ : Uniform 30 km	54,4	48,8	73,8
S ₄ : Interpolerte avstander	48,0	45,0	69,4
<i>Tålegrens</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	55,9	51,3	76,2
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	45,9	42,4	66,5
S ₇ : Alternativ tålegrense**	48,6	41,6	67,6
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjørørret tilbakevandrer	41,1	35,6	60,4
S ₉ : All lusepåvirket sjørørret dør	75,7	75,4	89,2
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	53,4	49,1	74,0
S ₁₁ : 60 % dør	48,4	44,7	69,1

* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

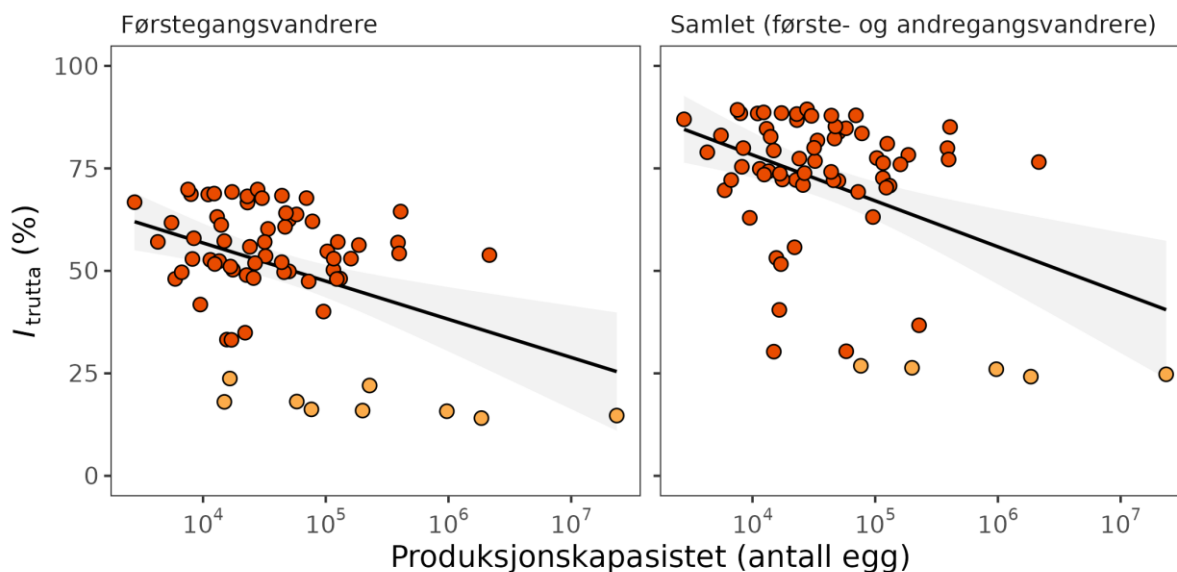
** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

6.7.2 Vektete indikatorverdier

Sjørretvassdragene i PO 7 har ulikt anadromt elveareal (**Figur 6.7.1**). Dette vil kunne påvirke produksjonskapasiteten til vassdraget. For å vekte indikatorverdiene på produksjonskapasitet har vi estimert antall egg hvert vassdrag teoretisk kan produsere basert på anadromt elveareal, samt tilstedeværelse av laks i vassdraget (kap. 3.2). Dette målet tar ikke hensyn til tilstanden til vassdraget, men gir en indikasjon på hvor mye hvert enkelt vassdrag bidrar til den totale produksjonskapasiteten til produksjonsområdet. Vi kan dermed bruke dette målet på produksjonskapasitet for å beregne vektet indikatorverdi for PO 7.

Sammenheng mellom produksjonskapasitet og I_{trutta}

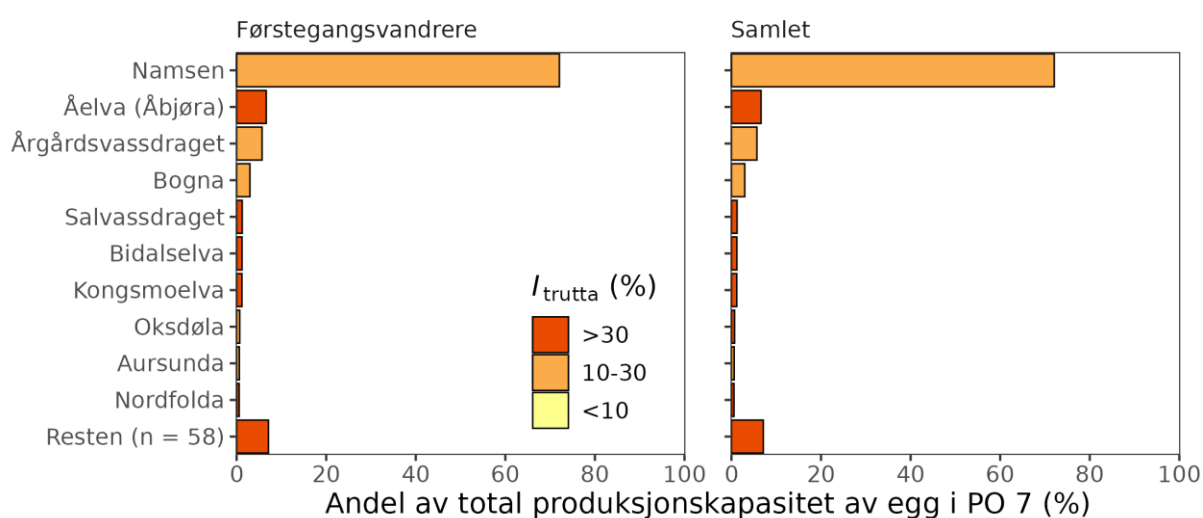
I PO 7 var det en sammenheng mellom den teoretiske produksjonskapasiteten og I_{trutta} for førstegangsvandrere ($r^2 = 17\%$) og samlet for første- og andregangsvandrere ($r^2 = 18\%$, **Figur 6.7.6**). En økning i antall egg som teoretisk kan produseres i vassdraget med en faktor på 10 tilsvarer en endring i I_{trutta} på -9,3 prosentpoeng for førstegangsvandrere og -11,2 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 6.7.6. Nedgang i sjørretens fitness, I_{trutta} (%), som en funksjon av vassdragets teoretiske produksjonskapasitet estimert som antall egg vassdraget teoretisk sett kan produsere basert på anadromt elveareal og tilstedeværelse av laks. For førstegangsvandrere er $I_{trutta} = 94,1 (\pm 11,9) - 9,3 (\pm 2,5) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 17\%$, og samlet for første- og andregangsvandrere er $I_{trutta} = 123,1 (\pm 13,9) - 11,2 (\pm 3) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 18\%$.

Andel av teoretisk produksjonskapasitet

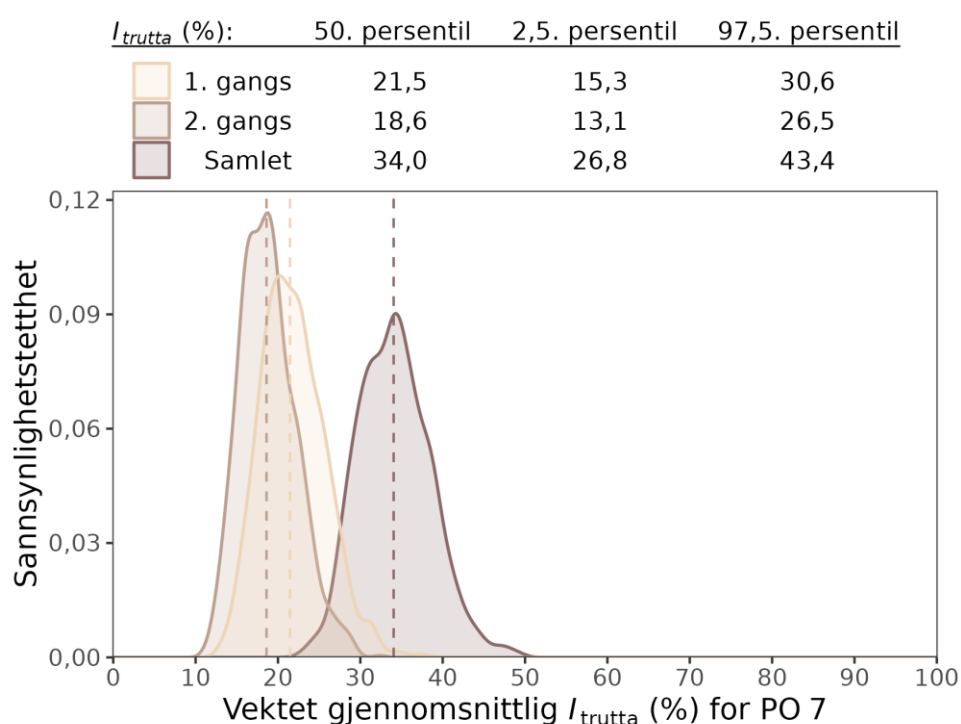
PO 7 har 68 sjørretvassdrag. Namsen har størst andel av den teoretiske produksjonskapasiteten, med en andel på 72 % av produksjonen (**Figur 6.7.7**). Samlet utgjør de ti største vassdragene 93 % av den totale produksjonskapasiteten. Av de ti største vassdragene i PO 7 hadde Oksdøla, Aursunda, Bogna, Årgårdsvassdraget og Namsen en I_{trutta} mellom 10 og 30 % og Salvassdraget, Nordfolda, Kongsmoelva, Bidalselva og Åelva (Åbjøra) en I_{trutta} >30 %. Oksdøla byttet kategori for I_{trutta} fra mellom 10 og 30 % til >30 % for den samlede påvirkningen på første- og andregangsvandrende. Resten av de 58 vassdragene i PO 7 hadde et vektet snitt for I_{trutta} >30 % både for førstegangsvandrende og samlet (første- og andregangsvandrende) (**Figur 6.7.7**).



Figur 6.7.7. Andelen av den totale produksjonskapasiteten i produksjonsområdet for de 10 største vassdragene i PO 7. Stolpene er farget etter kategoriene for I_{trutta} vassdraget havnet i for førstegangsvandrerne og samlet (første- og andregangsvandrerne). Stolpen for «Resten» er farget etter det vektete snittet av I_{trutta} for resten av vassdragene.

Vektet I_{trutta} med usikkerhet

Usikkerhetsfordelingen for de vektete indikatorverdiene (I_{trutta}) er basert på usikkerheten i de samme underliggende variablene som for de vektete indikatorverdiene (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus) og likt antall kjøring (1000) av den virtuelle sjørretmodellen. Usikkerhetsfordelingene i **Figur 6.7.8** viser fordelingene til de vektete snittene av I_{trutta} på tvers av alle vassdragene for hver kjøring for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet første- og andregangsvandrere i PO 7. Medianen til fordelingene angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Vektet I_{trutta} (median) for PO 7 var 21,5 % for førstegangsvandrere, 18,6 % for andregangsvandrere og 34,0 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 6.7.8**).



Figur 6.7.8. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 7 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir den vektete I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

Det er gjort sensitivitetsanalyser med de samme underliggende variablene som er benyttet for de uvektede indikatorverdiene. Størst påvirkning på modellresultatet for de vektete indikatorverdiene var det om sjøørreten var uniformt fordelt med en radius på 10 km fra elvemunning (samlet I_{trutta} minket med 20,2 prosentpoeng, **Tabell 6.7.2**).

Tabell 6.7.2. Sensitivitetsanalyser for vektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 7 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	Vektet I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	21,5	18,6	34,0
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	10,0	9,0	13,8
S ₂ : Uniform 20 km	11,1	9,9	15,3
S ₃ : Uniform 30 km	13,1	12,9	20,4
S ₄ : Interpolerte avstander	20,3	18,9	33,0
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	24,8	21,1	38,3
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	18,3	15,6	29,7
S ₇ : Alternativ tålegrense**	19,8	15,3	30,2
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørret tilbakevandrer	16,5	13,2	26,4
S ₉ : All lusepåvirket sjøørret dør	33,7	31,5	49,3
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	23,2	19,9	36,1
S ₁₁ : 60 % dør	19,7	17,1	31,5

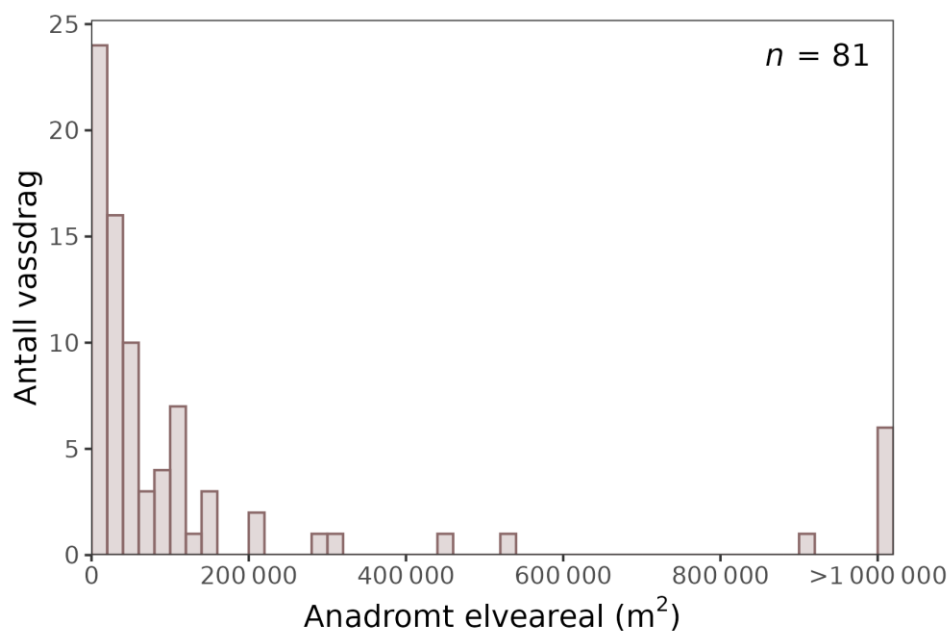
* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

6.8 Produksjonsområde 8: Helgeland til Bodø

Vassdrag

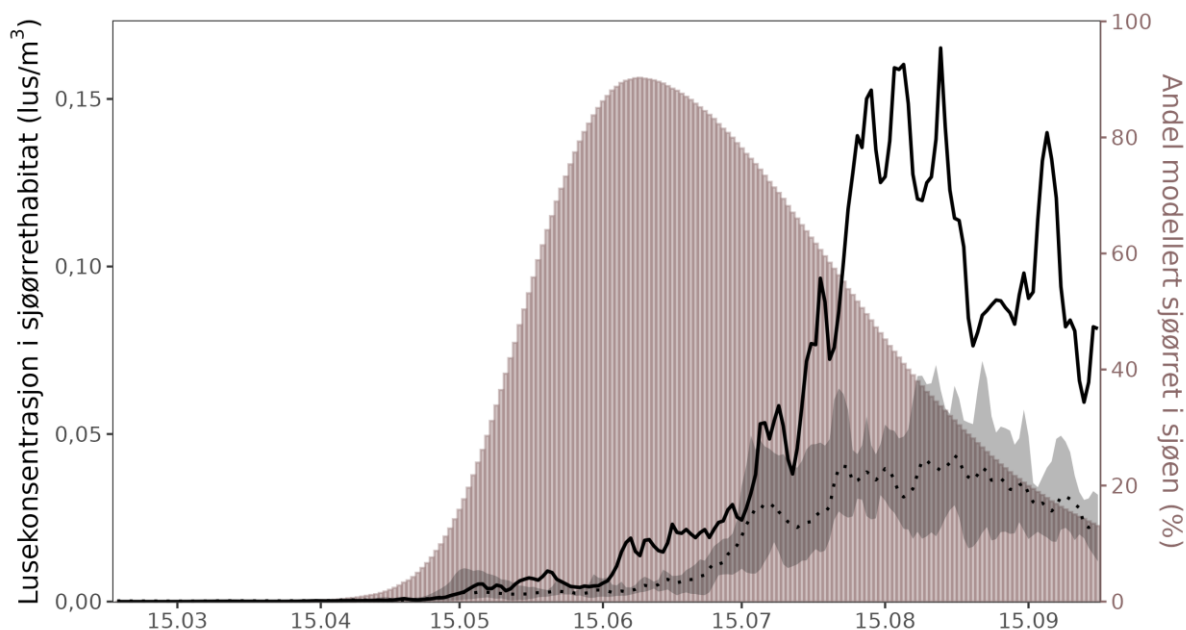
I PO 8 er det vurdert 81 vassdrag hvor 6 har et anadromt elveareal på mer enn en million kvadratmeter. Det største vassdraget er Vefsna med 10 006 323 m² elveareal. De fleste vassdragene i produksjonsområdet (75 %) har et anadromt elveareal på under 109 100 m² (Figur 6.8.1).



Figur 6.8.1. Fordeling av anadromt elveareal for de ulike vassdragene i PO 8. Den siste stolpen representerer vassdrag med anadromt elveareal på over 1 000 000 m².

Lusekonsentrasjon og andel sjørret i sjøen

I 2024 i PO 8 var det generelt høyt lusenivå i sjørrethabitatet i sjøen sammenlignet med gjennomsnittet av de fem foregående årene (**Figur 6.8.2**, heltrukket sort linje sammenlignet med prikket linje). Andel sjørret i sjøen (søylediagram) sammenlignet med utviklingen av gjennomsnittlig lusenivå (heltrukket sort linje) viser at den høyeste lusekonsentrasjonen var på 0,2 lus per kubikkmeter i snitt, ble nådd den 27.08, og at det på dette tidspunktet var 34 % av den modellerte sjørreten igjen i sjøen (**Figur 6.8.2**).

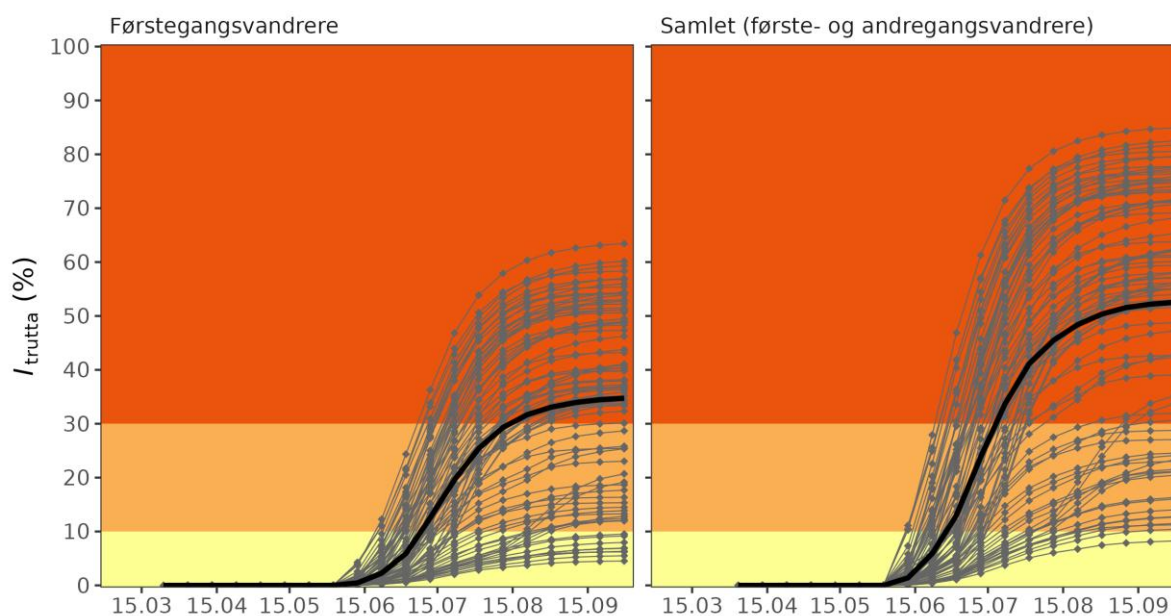


Figur 6.8.2. Lusekonsentrasjon (lus m^{-3}) i sjørrethabitatet i PO 8 per dag i 2024 (sort linje). Dette er den gjennomsnittlige lusekonsentrasjonen i en 20 km radius fra elvemunningene til alle vassdragene i produksjonsområdet for en gitt dag i 2024. Lusekonsentrasjonen for de siste fem årene er vist med gjennomsnitt (prikket linje) og minimum/maksimum (skravert område). De brune stolpene viser andelen i prosent av den modellerte sjørreten i sjøen per dag dersom det ikke er noen prematur tilbakevandring eller død. Andelen sjørret i sjøen gjelder både første- og andregangsvandrere.

6.8.1 Uvektede indikatorverdier

Endring i I_{trutta} gjennom sesongen

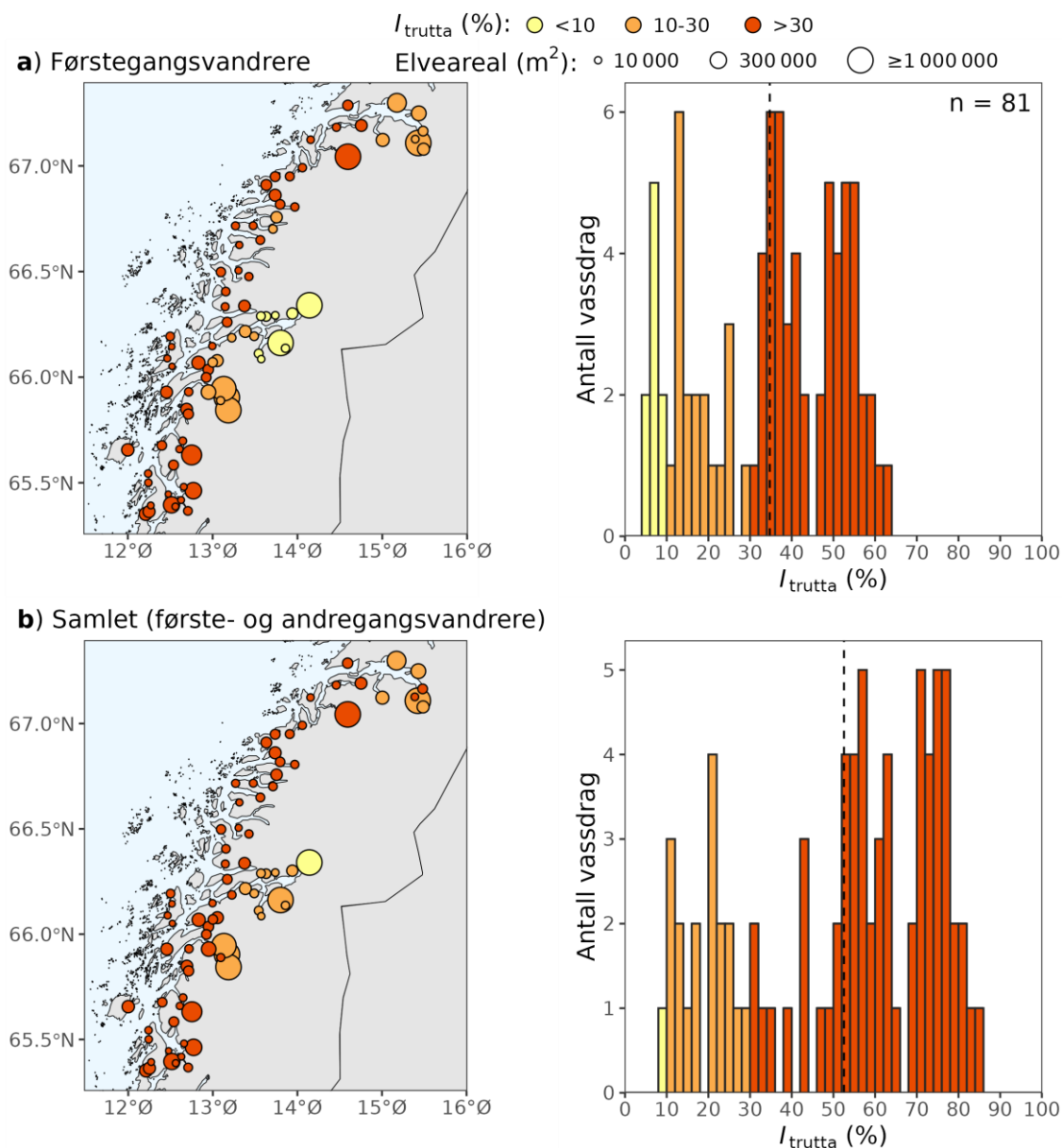
Sjørørreten i de ulike vassdragene i PO 8 var lite påvirket av lus frem til 02.06 (**Figur 6.8.3**). Derfra økte den gjennomsnittlige indikatorverdien (I_{trutta}) og endte på 35 % for førstegangsvandrere og 53 % for den samlede påvirkningen på både første- og andregangsvandrere. Etter august var det liten endring i I_{trutta} i PO 8, og fra 01.09 til 30.09 var økningen på kun 2 prosentpoeng for førstegangsvandrere og 2 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 6.8.3. Utviklingen i I_{trutta} over tid i PO 8 i 2024. Hvert vassdrag er representert med en grå linje der hvert punkt er estimert I_{trutta} (hver tiende dag). Den svarte linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} for hele produksjonsområdet over tid. Bakgrunnen er farget etter kategoriseringen av I_{trutta} .

Fordeling av I_{trutta} per vassdrag (geografisk og antall)

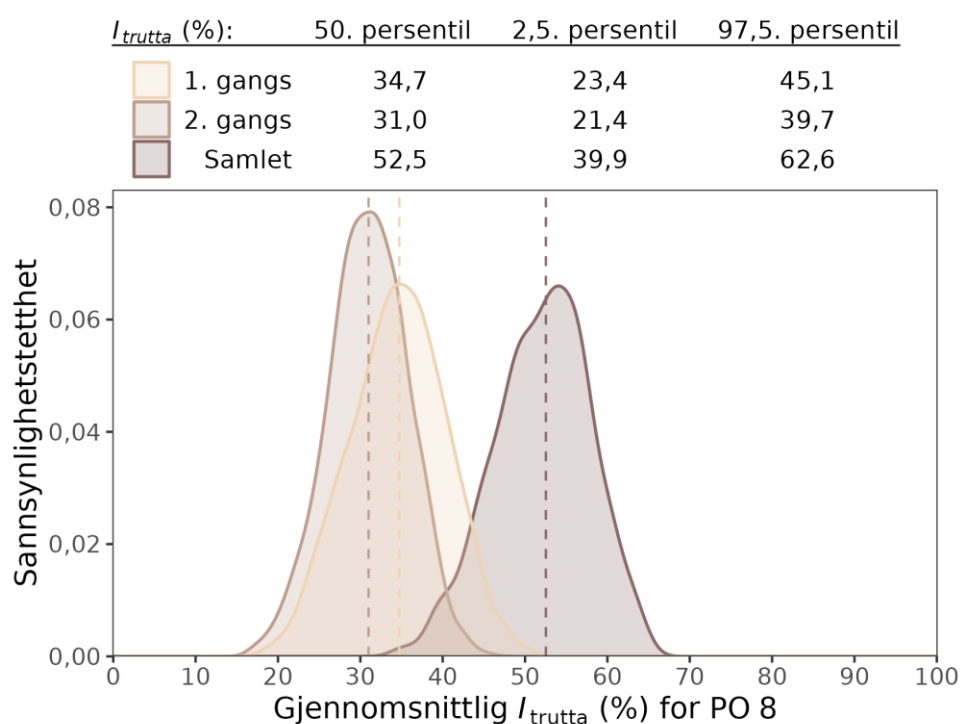
Den geografiske fordelingen og lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene i PO 8 er vist i **Figur 6.8.4**. Sjørørreten oppholder seg hovedsakelig i nærheten av vassdraget den vandrer ut fra (kap. 9.3). Vassdragets nærhet til oppdrettsaktivitet vil derfor være en viktig faktor for lusepåvirkningen (I_{trutta}).



Figur 6.8.4. Geografisk plassering av vassdragene i PO 8, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m² eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet). **a)** er for førstegangsvandrere og **b)** er for samlet påvirkning på første- og andregangsvandrere.

Uvektet I_{trutta} med usikkerhet

De uvektede indikatorverdiene (I_{trutta}) for produksjonsområdet er estimert med usikkerhet. I denne usikkerheten er både statistisk usikkerhet og biologisk variasjon (årsvariasjon og romlig variasjon) inkludert fra de underliggende variablene der vi hadde god informasjon om denne variasjonen (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus). Usikkerhetsfordelingene til det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet for begge gruppene er basert på 1000 kjøringar av den virtuelle sjørretmodellen der ulike parameterverdier er trukket fra usikkerhetsfordelingene til de underliggende variablene (se kap. 9.13). For hver kjøring estimeres det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} på tvers av alle vassdrag, og det er disse 1000 I_{trutta} -verdiene som utgjør usikkerhetsfordelingene (**Figur 6.8.5**). Medianen til fordelingene angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien er større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Uvektet I_{trutta} (median) for PO 8 var 34,7 % for førstegangsvandrere, 31,0 % for andregangsvandrere og 52,5 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 6.8.5**).



Figur 6.8.5. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 8 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

For å teste robustheten til modellen har vi gjort sensitivitetsanalyser for underliggende variabler der vi ikke hadde god informasjon om usikkerheten (**Tabell 6.8.1**). Dette gjelder den romlige fordelingen av sjøørreten, tålegrensene for lus på sjøørreten før den blir påvirket, hvor stor andelen av den lusepåvirkede sjøørreten som tilbakevandrer og hvor stor andel som dør, og hvor stor andel av lusen som fester seg på sjøørreten som dør. Størst påvirkning på modellresultatet for de uvektede indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjøørret døde (samlet I_{trutta} økte med 21,1 prosentpoeng, **Tabell 6.8.1**).

Tabell 6.8.1. Sensitivitetsanalyser for uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 8 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	34,7	31,0	52,5
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	30,8	27,2	46,0
S ₂ : Uniform 20 km	35,5	31,9	52,5
S ₃ : Uniform 30 km	38,4	33,8	56,7
S ₄ : Interpolerte avstander	31,9	29,6	49,7
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	39,9	35,6	58,4
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	28,8	25,8	45,1
S ₇ : Alternativ tålegrense**	31,2	24,7	46,0
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørret tilbakevandrer	25,5	21,0	39,8
S ₉ : All lusepåvirket sjøørret dør	56,3	54,4	73,6
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	36,9	33,0	55,1
S ₁₁ : 60 % dør	31,4	28,0	48,4

* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

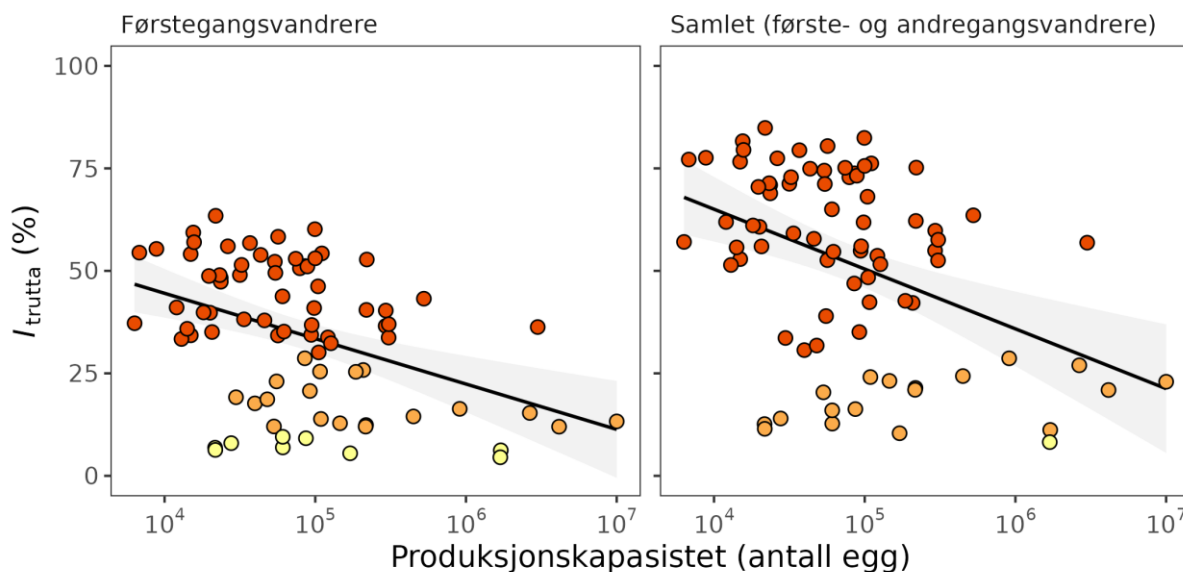
** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

6.8.2 Vektete indikatorverdier

Sjørretvassdragene i PO 8 har ulikt anadromt elveareal (**Figur 6.8.1**). Dette vil kunne påvirke produksjonskapasiteten til vassdraget. For å vekte indikatorverdiene på produksjonskapasitet har vi estimert antall egg hvert vassdrag teoretisk kan produsere basert på anadromt elveareal, samt tilstedeværelse av laks i vassdraget (kap. 3.2). Dette målet tar ikke hensyn til tilstanden til vassdraget, men gir en indikasjon på hvor mye hvert enkelt vassdrag bidrar til den totale produksjonskapasiteten til produksjonsområdet. Vi kan dermed bruke dette målet på produksjonskapasitet for å beregne vektet indikatorverdi for PO 8.

Sammenheng mellom produksjonskapasitet og I_{trutta}

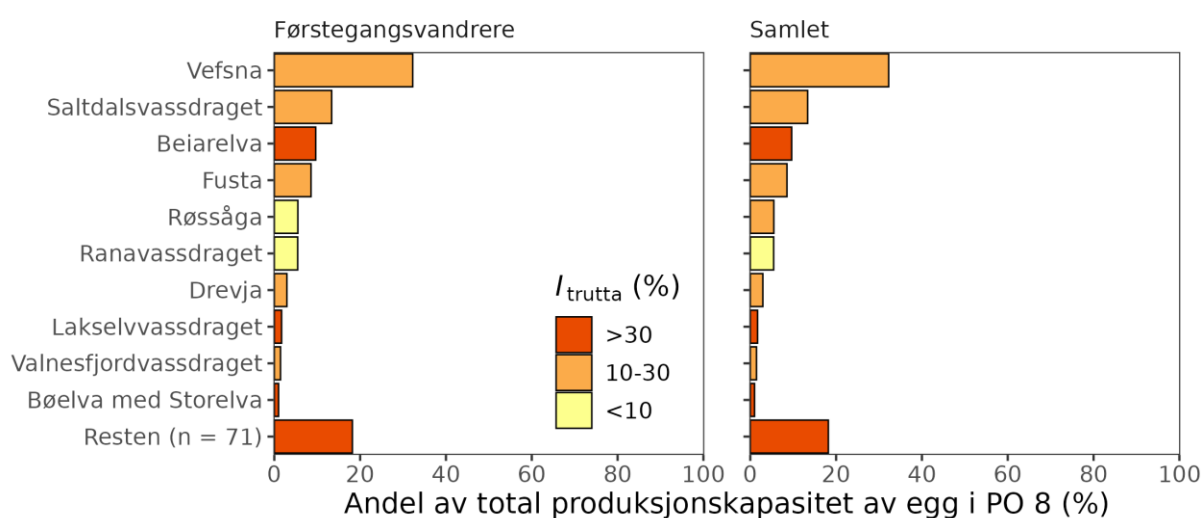
I PO 8 var det en sammenheng mellom den teoretiske produksjonskapasiteten og I_{trutta} for førstegangsvandrere ($r^2 = 18\%$) og samlet for første- og andregangsvandrere ($r^2 = 17\%$, **Figur 6.8.6**). En økning i antall egg som teoretisk kan produseres i vassdraget med en faktor på 10 tilsvarer en endring i I_{trutta} på -11,1 prosentpoeng for førstegangsvandrere og -14,6 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 6.8.6. Nedgang i sjørretens fitness, I_{trutta} (%), som en funksjon av vassdragets teoretiske produksjonskapasitet estimert som antall egg vassdraget teoretisk sett kan produsere basert på anadromt elveareal og tilstedeværelse av laks. For førstegangsvandrere er $I_{trutta} = 88,8 (\pm 13,3) - 11,1 (\pm 2,7) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 18\%$, og samlet for første- og andregangsvandrere er $I_{trutta} = 123,4 (\pm 17,7) - 14,6 (\pm 3,6) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 17\%$.

Andel av teoretisk produksjonskapasitet

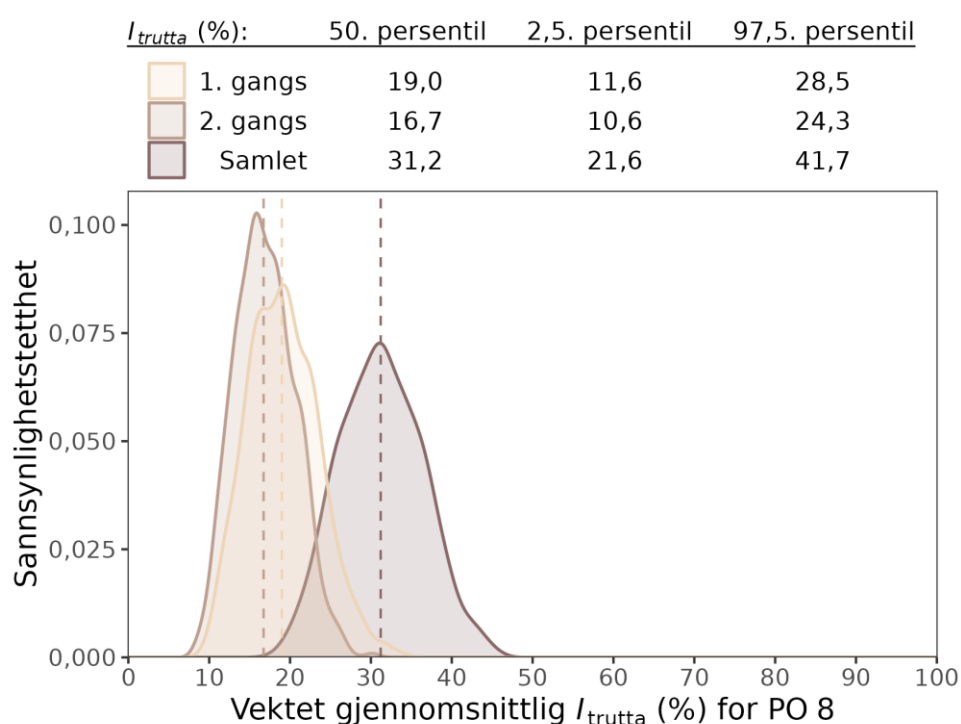
PO 8 har 81 sjøørrevassdrag. Vefsna har størst andel av den teoretiske produksjonskapasiteten, med en andel på 32 % av produksjonen (**Figur 6.8.7**). Samlet utgjør de ti største vassdragene 82 % av den totale produksjonskapasiteten. Av de ti største vassdragene i PO 8 hadde Røssåga og Ranavassdraget en $I_{trutta} < 10\%$, Lakselvvassdraget, Bøelva med Storelva og Beiarelva en $I_{trutta} > 30\%$ og de resterende fem vassdragene en I_{trutta} mellom 10 og 30 % for førstegangsvandrende. Røssåga byttet kategori for I_{trutta} fra $< 10\%$ til mellom 10 og 30 % for den samlede påvirkningen på første- og andregangsvandrende. Resten av de 71 vassdragene i PO 8 hadde et vektet snitt for $I_{trutta} > 30\%$ både for førstegangsvandrende og samlet (første- og andregangsvandrende) (**Figur 6.8.7**).



Figur 6.8.7. Andelen av den totale produksjonskapasiteten i produksjonsområdet for de 10 største vassdragene i PO 8. Stolpene er farget etter kategoriene for I_{trutta} vassdraget havnet i for førstegangsvandrerne og samlet (første- og andregangsvandrerne). Stolpen for «Resten» er farget etter det vektete snittet av I_{trutta} for resten av vassdragene.

Vektet I_{trutta} med usikkerhet

Usikkerhetsfordelingen for de vektete indikatorverdiene (I_{trutta}) er basert på usikkerheten i de samme underliggende variablene som for de vektete indikatorverdiene (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus) og likt antall kjøring (1000) av den virtuelle sjørretmodellen. Usikkerhetsfordelingene i **Figur 6.8.8** viser fordelingene til de vektete snittene av I_{trutta} på tvers av alle vassdragene for hver kjøring for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet første- og andregangsvandrere i PO 8. Medianen til fordelingene angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Vektet I_{trutta} (median) for PO 8 var 19,0 % for førstegangsvandrere, 16,7 % for andregangsvandrere og 31,2 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 6.8.8**).



Figur 6.8.8. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 8 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir den vektete I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

Det er gjort sensitivitetsanalyser med de samme underliggende variablene som er benyttet for de uvektede indikatorverdiene. Størst påvirkning på modellresultatet for de vektete indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjøørret dør (samlet I_{trutta} økte med 18,1 prosentpoeng, **Tabell 6.8.2**).

Tabell 6.8.2. Sensitivitetsanalyser for vektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 8 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	Vektet I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	19,0	16,7	31,2
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	10,3	9,2	16,8
S ₂ : Uniform 20 km	14,4	12,5	22,6
S ₃ : Uniform 30 km	24,2	21,5	38,7
S ₄ : Interpolerte avstander	16,8	16,5	30,0
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	23,1	20,7	37,3
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	14,8	12,9	24,9
S ₇ : Alternativ tålegrense**	16,2	12,1	25,3
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørret tilbakevandrer	13,2	10,7	22,0
S ₉ : All lusepåvirket sjøørret dør	32,2	31,0	49,3
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	20,7	18,3	33,7
S ₁₁ : 60 % dør	16,3	14,6	27,5

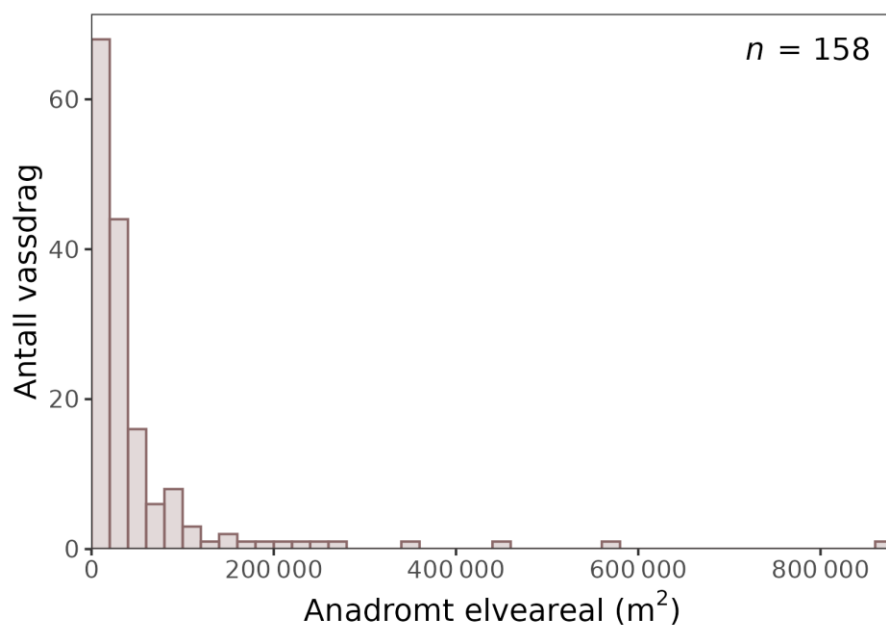
* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

6.9 Produksjonsområde 9: Vestfjorden og Vesterålen

Vassdrag

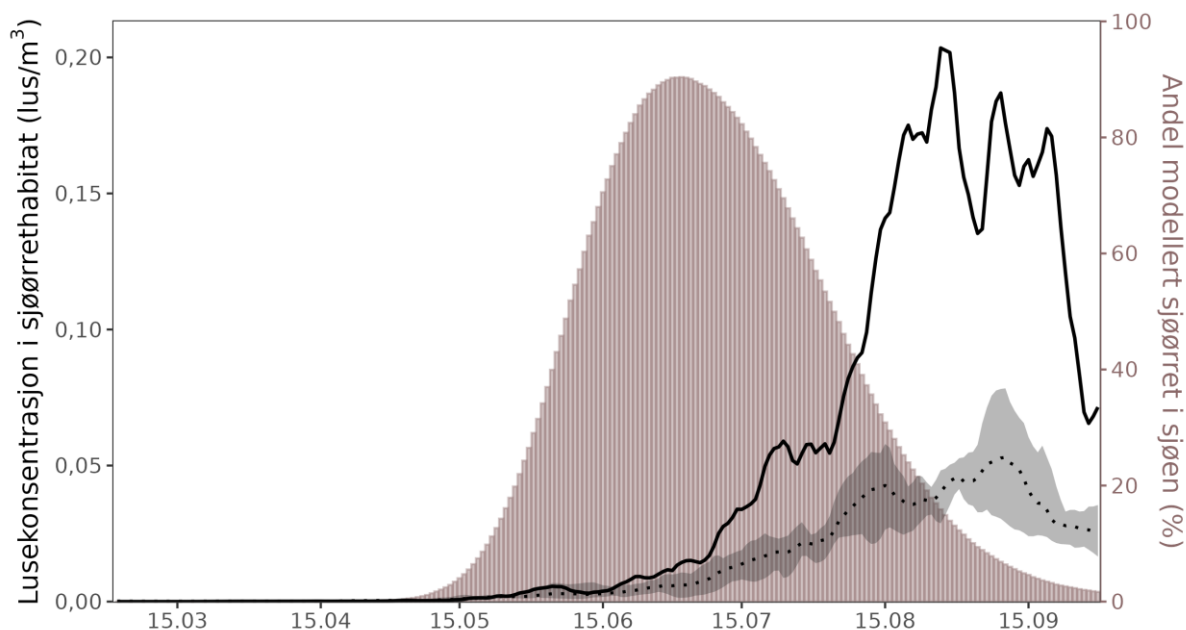
I PO 9 er det vurdert 158 vassdrag. De fleste vassdragene i produksjonsområdet (75 %) har et anadromt elveareal på under 46 300 m² (**Figur 6.9.1**).



Figur 6.9.1. Fordeling av anadromt elveareal for de ulike vassdragene i PO 9.

Lusekonsentrasjon og andel sjørret i sjøen

I 2024 i PO 9 var det generelt høyt lusenivå i sjørrethabitatet i sjøen sammenlignet med gjennomsnittet av de fem foregående årene (**Figur 6.9.2**, heltrukket sort linje sammenlignet med prikket linje). Andel sjørret i sjøen (søylediagram) sammenlignet med utviklingen av gjennomsnittlig lusenivå (heltrukket sort linje) viser at den høyeste lusekonsentrasjonen var på 0,2 lus per kubikkmeter i snitt, ble nådd den 27.08, og at det på dette tidspunktet var 16 % av den modellerte sjørreten i sjøen (Figur 6.9.2).

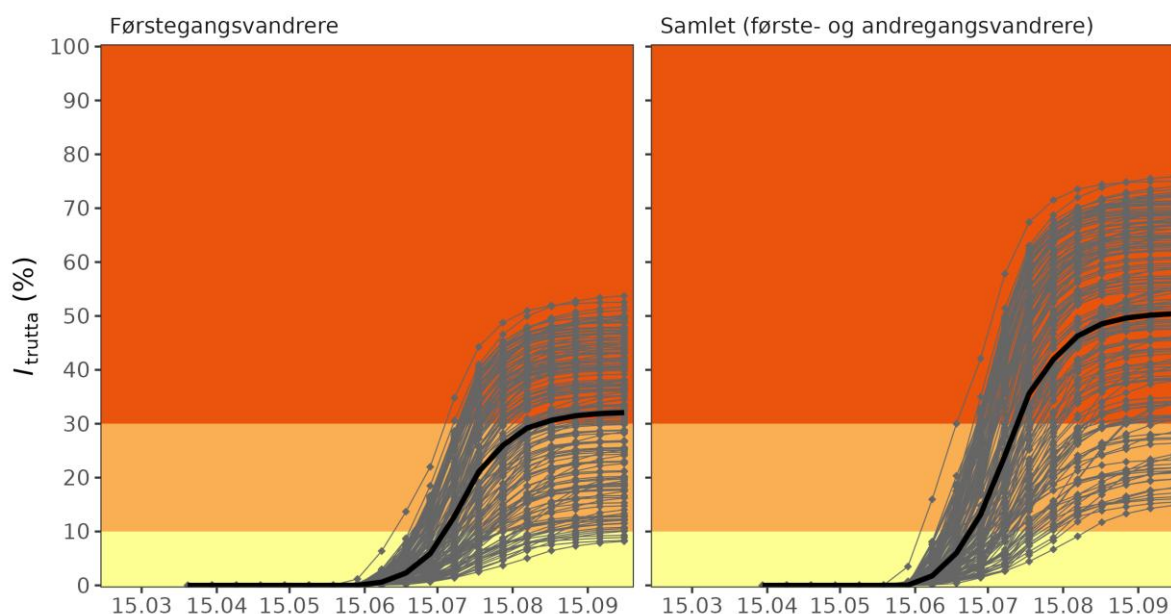


Figur 6.9.2. Lusekonsentrasjon (lus m^{-3}) i sjørrethabitatet i PO 9 per dag i 2024 (sort linje). Dette er den gjennomsnittlige lusekonsentrasjonen i en 20 km radius fra elvemunningene til alle vassdragene i produksjonsområdet for en gitt dag i 2024. Lusekonsentrasjonen for de siste fem årene er vist med gjennomsnitt (prikket linje) og minimum/maksimum (skravert område). De brune stolpene viser andelen i prosent av den modellerte sjørreten i sjøen per dag dersom det ikke er noen prematur tilbakevandring eller død. Andelen sjørret i sjøen gjelder både første- og andregangsvandrere.

6.9.1 Uvektede indikatorverdier

Endring i I_{trutta} gjennom sesongen

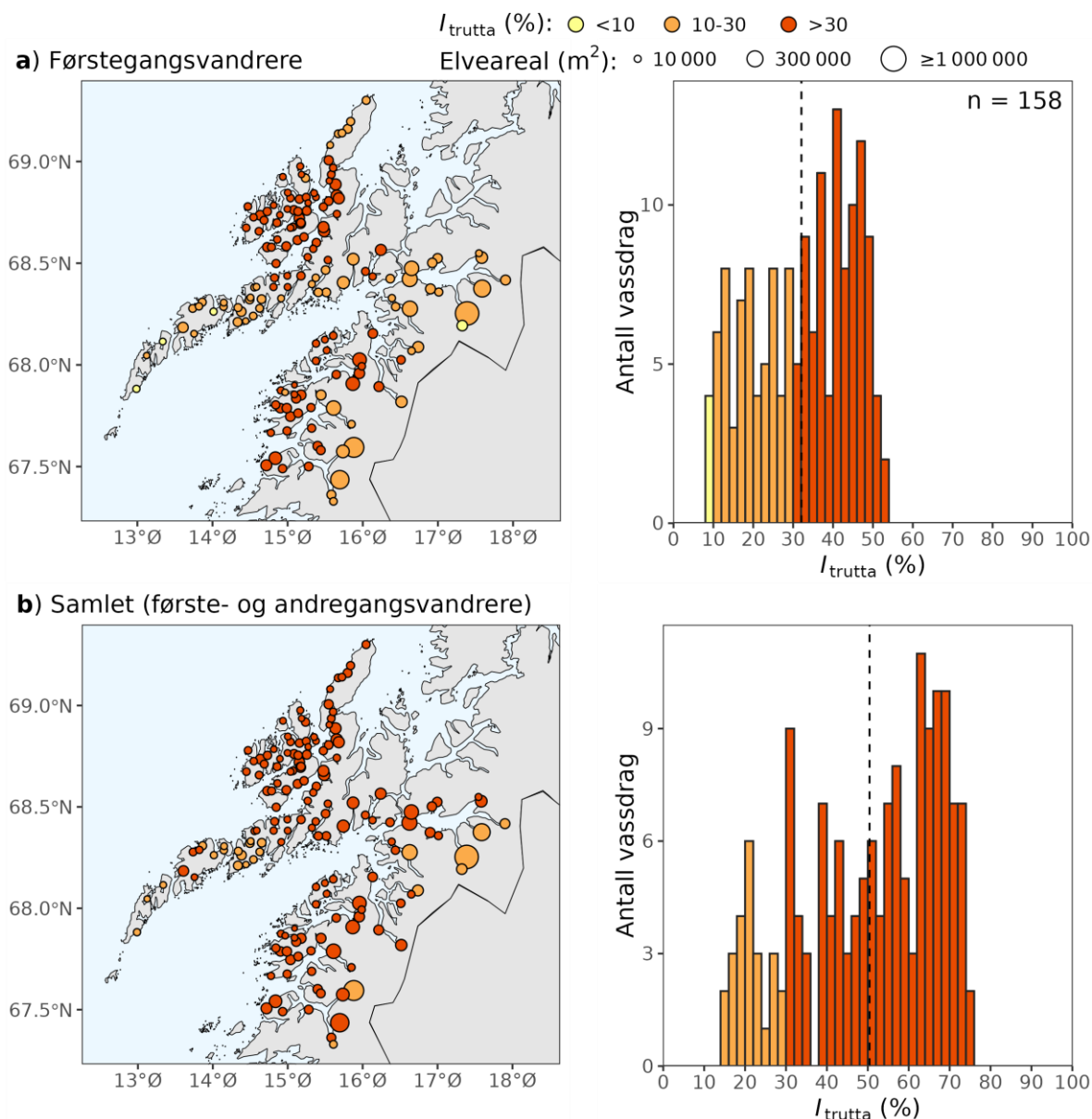
Sjørørreten i de ulike vassdragene i PO 9 var lite påvirket av lus frem til 02.06 (**Figur 6.9.3**). Derfra økte den gjennomsnittlige indikatorverdien (I_{trutta}) og endte på 32 % for førstegangsvandrere og 50 % for den samlede påvirkningen på både første- og andregangsvandrere. Etter august var det liten endring i I_{trutta} i PO 9, og fra 01.09 til 30.09 var økningen på kun 1 prosentpoeng for førstegangsvandrere og 2 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 6.9.3. Utviklingen i I_{trutta} over tid i PO 9 i 2024. Hvert vassdrag er representert med en grå linje der hvert punkt er estimert I_{trutta} (hver tiende dag). Den svarte linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} for hele produksjonsområdet over tid. Bakgrunnen er farget etter kategoriseringen av I_{trutta} .

Fordeling av I_{trutta} per vassdrag (geografisk og antall)

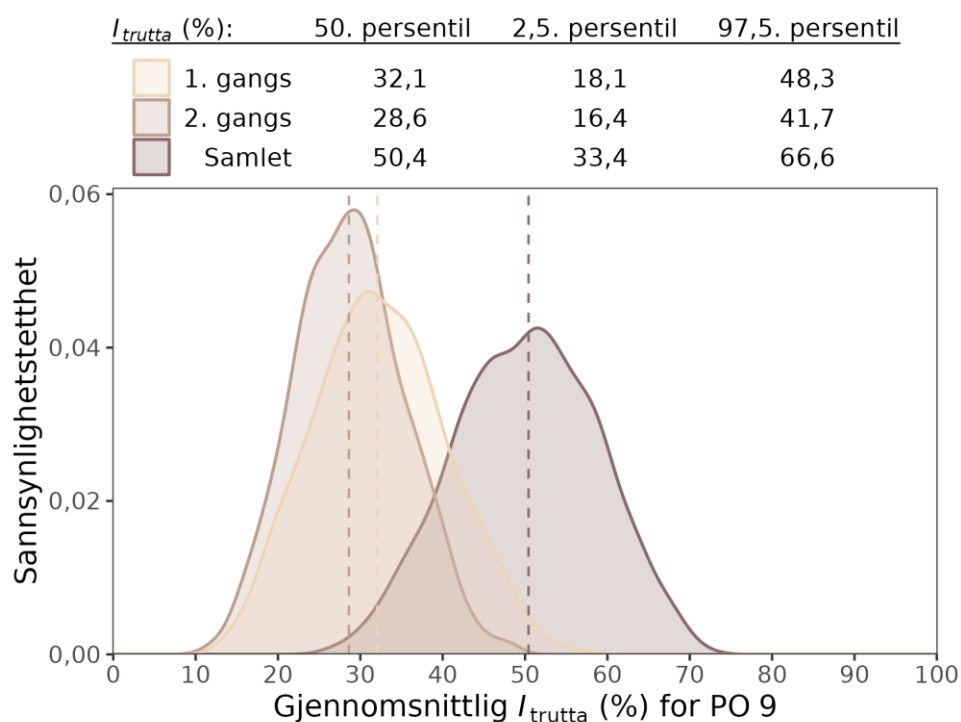
Den geografiske fordelingen og lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene i PO 9 er vist i **Figur 6.9.4**. Sjørørreten oppholder seg hovedsakelig i nærheten av vassdraget den vandrer ut fra (kap. 9.3). Vassdragets nærhet til oppdrettsaktivitet vil derfor være en viktig faktor for lusepåvirkningen (I_{trutta}).



Figur 6.9.4. Geografisk plassering av vassdragene i PO 9, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m² eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet). **a)** er for førstegangsvandrere og **b)** er for samlet påvirkning på første- og andregangsvandrere.

Uvektet I_{trutta} med usikkerhet

De uvektede indikatorverdiene (I_{trutta}) for produksjonsområdet er estimert med usikkerhet. I denne usikkerheten er både statistisk usikkerhet og biologisk variasjon (årsvariasjon og romlig variasjon) inkludert fra de underliggende variablene der vi hadde god informasjon om denne variasjonen (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus). Usikkerhetsfordelingene til det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet for begge gruppene er basert på 1000 kjøringar av den virtuelle sjørretmodellen der ulike parameterverdier er trukket fra usikkerhetsfordelingene til de underliggende variablene (se kap. 9.13). For hver kjøring estimeres det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} på tvers av alle vassdrag, og det er disse 1000 I_{trutta} -verdiene som utgjør usikkerhetsfordelingene (**Figur 6.9.5**). Medianen til fordelingene angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien er større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Uvektet I_{trutta} (median) for PO 9 var 32,1 % for førstegangsvandrere, 28,6 % for andregangsvandrere og 50,4 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 6.9.5**).



Figur 6.9.5. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 9 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

For å teste robustheten til modellen har vi gjort sensitivitetsanalyser for underliggende variabler der vi ikke hadde god informasjon om usikkerheten (**Tabell 6.9.1**). Dette gjelder den romlige fordelingen av sjørreten, tålegrensene for lus på sjørreten før den blir påvirket, hvor stor andelen av den lusepåvirkede sjørreten som tilbakevandrer og hvor stor andel som dør, og hvor stor andel av lusen som fester seg på sjørreten som dør. Størst påvirkning på modellresultatet for de uvektede indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjørret døde (samlet I_{trutta} økte med 26,4 prosentpoeng, **Tabell 6.9.1**).

Tabell 6.9.1. Sensitivitetsanalyser for uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 9 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	32,1	28,6	50,4
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	30,9	26,7	47,1
S ₂ : Uniform 20 km	32,4	28,0	49,9
S ₃ : Uniform 30 km	32,3	28,2	51,4
S ₄ : Interpolerte avstander	30,2	27,0	48,4
<i>Tålegrens</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	38,7	34,7	58,6
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	25,1	22,5	41,0
S ₇ : Alternativ tålegrense**	27,9	21,4	42,5
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjørret tilbakevandrer	21,4	17,4	34,7
S ₉ : All lusepåvirket sjørret dør	57,1	55,2	76,8
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	34,8	31,2	54,0
S ₁₁ : 60 % dør	28,0	25,0	45,1

* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

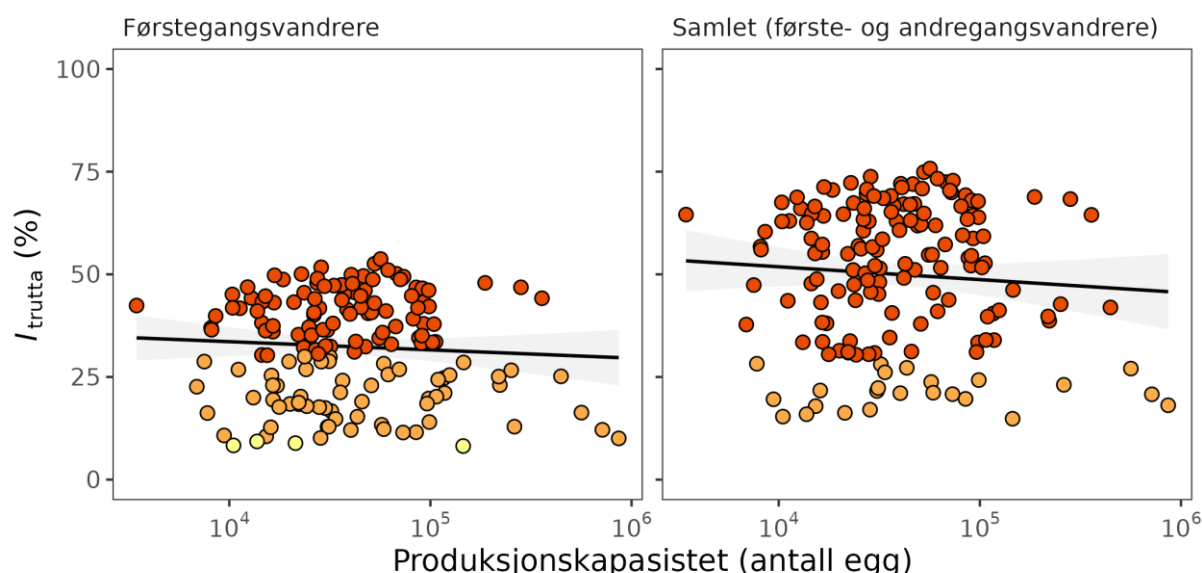
** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

6.9.2 Vektete indikatorverdier

Sjørretvassdragene i PO 9 har ulikt anadromt elveareal (**Figur 6.9.1**). Dette vil kunne påvirke produksjonskapasiteten til vassdraget. For å vekte indikatorverdiene på produksjonskapasitet har vi estimert antall egg hvert vassdrag teoretisk kan produsere basert på anadromt elveareal, samt tilstedeværelse av laks i vassdraget (kap. 3.2). Dette målet tar ikke hensyn til tilstanden til vassdraget, men gir en indikasjon på hvor mye hvert enkelt vassdrag bidrar til den totale produksjonskapasiteten til produksjonsområdet. Vi kan dermed bruke dette målet på produksjonskapasitet for å beregne vektet indikatorverdi for PO 9.

Sammenheng mellom produksjonskapasitet og I_{trutta}

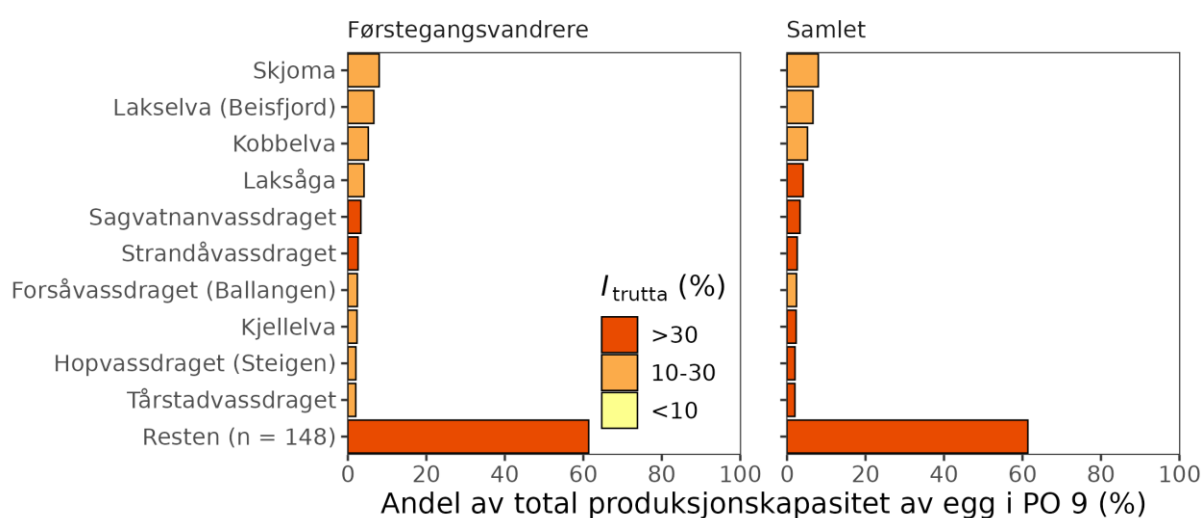
I PO 9 var det ingen sammenheng mellom den teoretiske produksjonskapasiteten og I_{trutta} for førstegangsvandrere ($r^2 = 0\%$) og samlet for første- og andregangsvandrere ($r^2 = 1\%$, **Figur 6.9.6**).



Figur 6.9.6. Nedgang i sjørretens fitness, I_{trutta} (%), som en funksjon av vassdragets teoretiske produksjonskapasitet estimert som antall egg vassdraget teoretisk sett kan produsere basert på anadromt elveareal og tilstedeværelse av laks. For førstegangsvandrere er $I_{trutta} = 41,6 (\pm 11,3) - 2 (\pm 2,4) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 0\%$, og samlet for første- og andregangsvandrere er $I_{trutta} = 64,4 (\pm 15,2) - 3,1 (\pm 3,3) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 1\%$.

Andel av teoretisk produksjonskapasitet

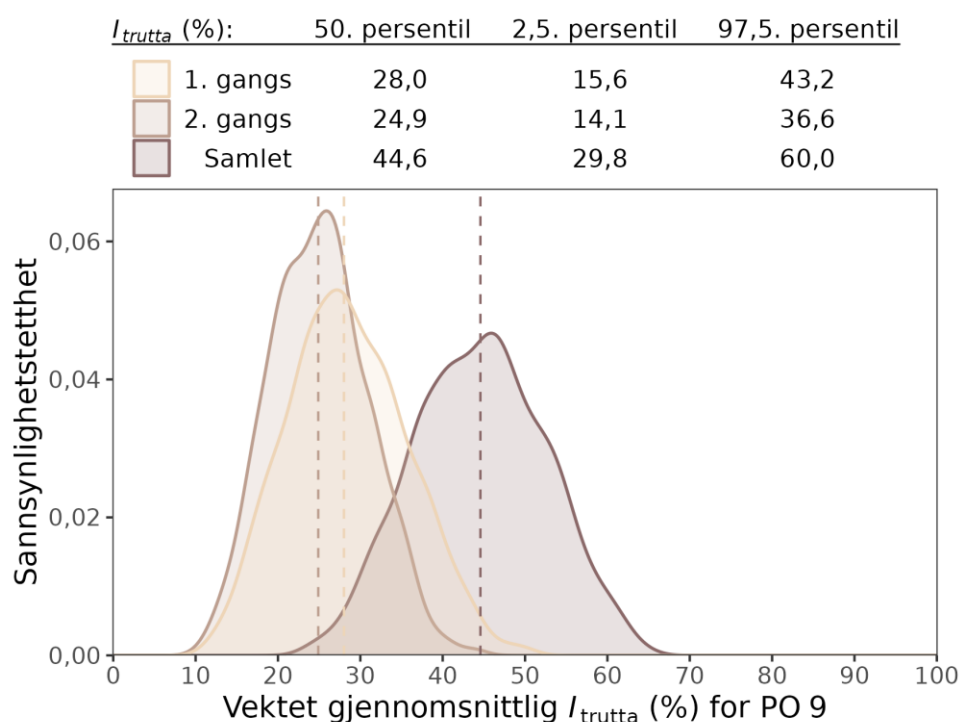
PO 9 har 158 sjørretvassdrag. Skjoma har størst andel av den teoretiske produksjonskapasiteten, med en andel på 8 % av produksjonen (**Figur 6.9.7**). Samlet utgjør de ti største vassdragene 39 % av den totale produksjonskapasiteten. Av de ti største vassdragene i PO 9 hadde Strandåvassdraget og Sagvatnanvassdraget en $I_{trutta} > 30\%$ og de resterende åtte vassdragene en I_{trutta} mellom 10 og 30 % for førstegangsvandrende. Laksåga, Hopvassdraget (Steigen), Kjellelva og Tårstadvassdraget gikk opp en kategori for I_{trutta} for den samlede påvirkningen på første- og andregangsvandrende. Resten av de 148 vassdragene i PO 9 hadde et vektet snitt for $I_{trutta} > 30\%$ både for førstegangsvandrende og samlet (første- og andregangsvandrende) (**Figur 6.9.7**).



Figur 6.9.7. Andelen av den totale produksjonskapasiteten i produksjonsområdet for de 10 største vassdragene i PO 9. Stolpene er farget etter kategoriene for I_{trutta} vassdraget havnet i for førstegangsvandrerne og samlet (første- og andregangsvandrerne). Stolpen for «Resten» er farget etter det vektete snittet av I_{trutta} for resten av vassdragene.

Vektet I_{trutta} med usikkerhet

Usikkerhetsfordelingen for de vektete indikatorverdiene (I_{trutta}) er basert på usikkerheten i de samme underliggende variablene som for de vektete indikatorverdiene (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus) og likt antall kjøring (1000) av den virtuelle sjørretmodellen. Usikkerhetsfordelingene i **Figur 6.9.8** viser fordelingene til de vektete snittene av I_{trutta} på tvers av alle vassdragene for hver kjøring for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet første- og andregangsvandrere i PO 9. Medianen til fordelingene angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Vektet I_{trutta} (median) for PO 9 var 28,0 % for førstegangsvandrere, 24,9 % for andregangsvandrere og 44,6 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 6.9.8**).



Figur 6.9.8. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 9 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir den vektete I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

Det er gjort sensitivitetsanalyser med de samme underliggende variablene som er benyttet for de uvektede indikatorverdiene. Størst påvirkning på modellresultatet for de vektete indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjøørret dør (samlet I_{trutta} økte med 25,1 prosentpoeng, **Tabell 6.9.2**).

Tabell 6.9.2. Sensitivitetsanalyser for vektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 9 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	Vektet I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	28,0	24,9	44,6
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	24,9	22,0	38,9
S ₂ : Uniform 20 km	29,7	25,6	46,6
S ₃ : Uniform 30 km	31,9	27,8	50,4
S ₄ : Interpolerte avstander	25,7	23,4	42,2
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	34,1	30,5	52,5
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	22,0	19,6	35,9
S ₇ : Alternativ tålegrense**	24,4	18,5	37,1
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørret tilbakevandrer	18,5	14,9	30,2
S ₉ : All lusepåvirket sjøørret dør	50,3	48,4	69,7
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	30,6	27,3	47,8
S ₁₁ : 60 % dør	24,6	21,7	39,7

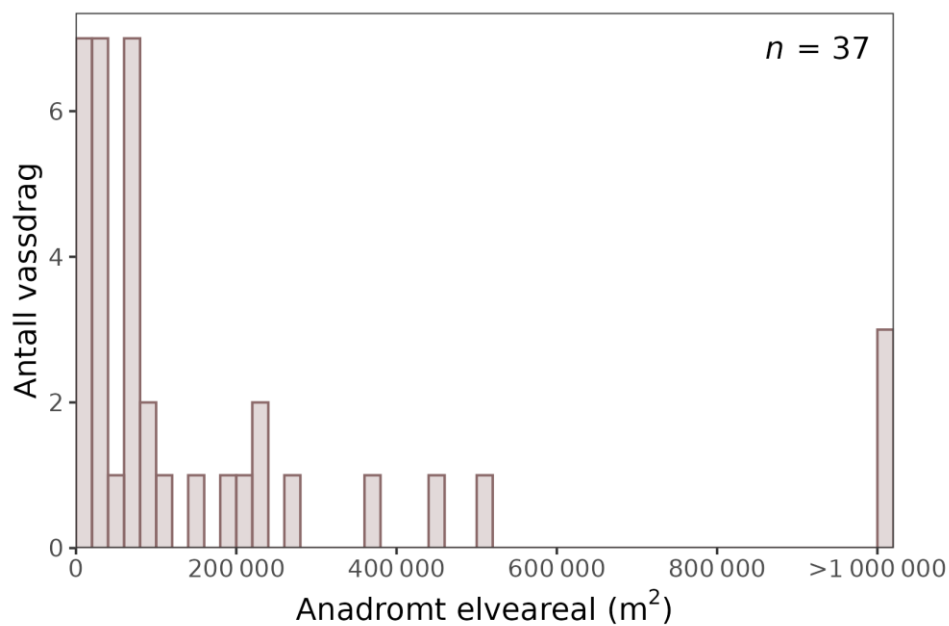
* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

6.10 Produksjonsområde 10: Andøya til Senja

Vassdrag

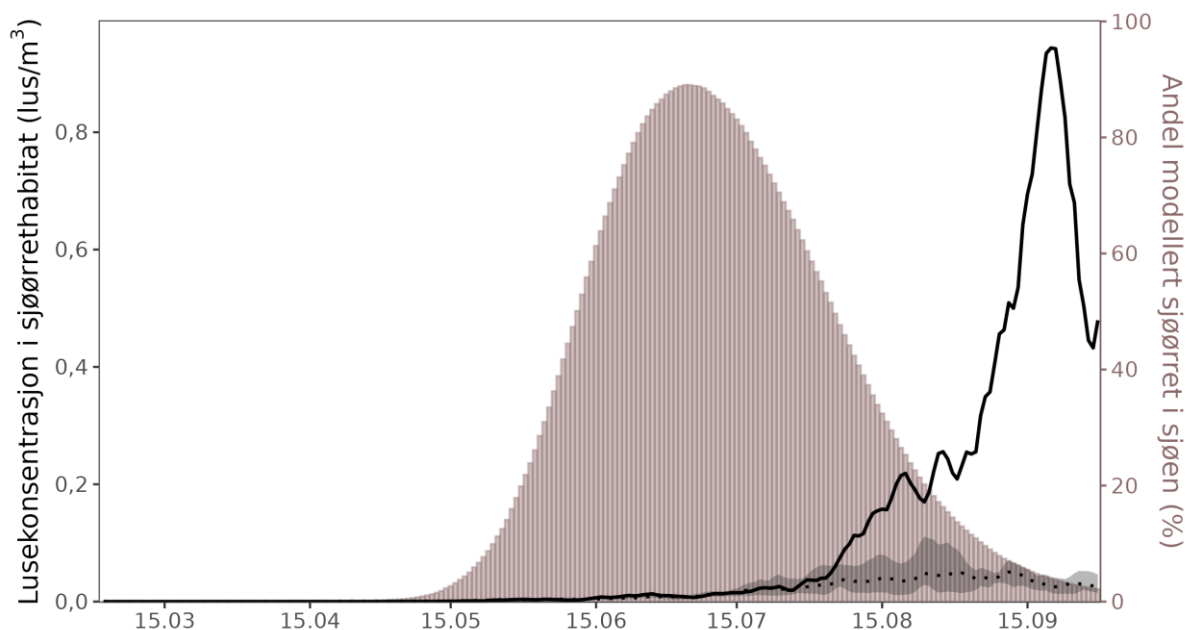
I PO 10 er det vurdert 37 vassdrag hvor 3 har et anadromt elveareal på mer enn en million kvadratmeter. Det største vassdraget er Måselvvassdraget med 10 914 171 m² elveareal. De fleste vassdragene i produksjonsområdet (75 %) har et anadromt elveareal på under 205 400 m² (**Figur 6.10.1**).



Figur 6.10.1. Fordeling av anadromt elveareal for de ulike vassdragene i PO 10. Den siste stolpen representerer vassdrag med anadromt elveareal på over 1 000 000 m².

Lusekonsentrasjon og andel sjørret i sjøen

I 2024 i PO 10 var det generelt høyt lusenivå i sjørrethabitatet i sjøen sammenlignet med gjennomsnittet av de fem foregående årene (**Figur 6.10.2**, heltrukket sort linje sammenlignet med prikket linje). Andel sjørret i sjøen (søylediagram) sammenlignet med utviklingen av gjennomsnittlig lusenivå (heltrukket sort linje) viser at den høyeste lusekonsentrasjonen var på 0,9 lus per kubikkmeter i snitt, ble nådd den 20.09, og at det på dette tidspunktet var 4 % av den modellerte sjørreten i sjøen (Figur 6.10.2).

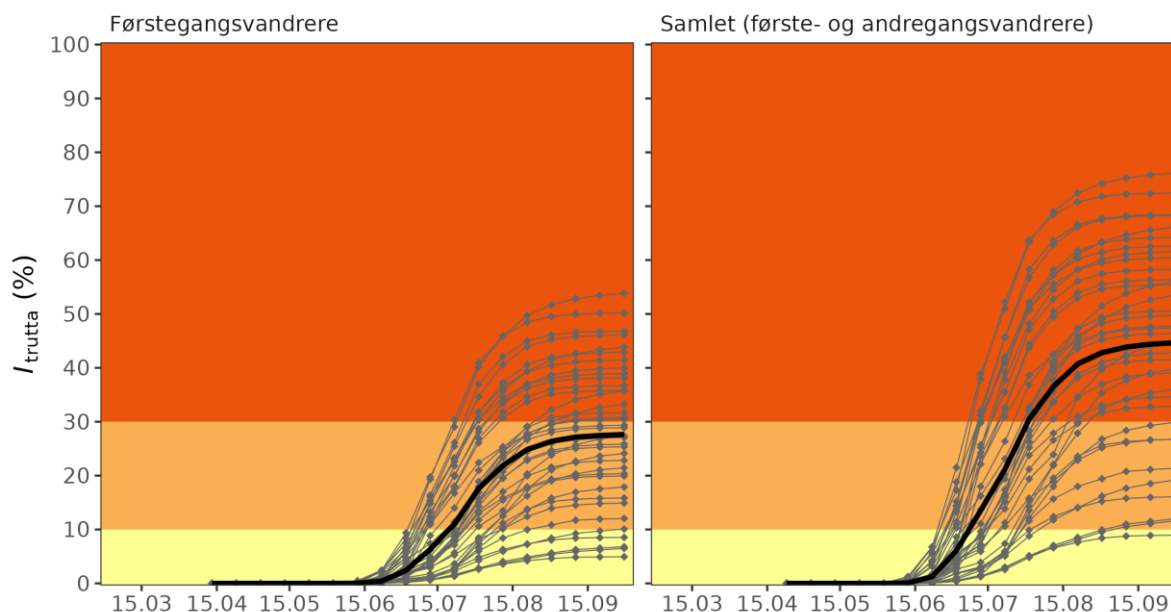


Figur 6.10.2. Lusekonsentrasjon (lus m⁻³) i sjørrethabitatet i PO 10 per dag i 2024 (sort linje). Dette er den gjennomsnittlige lusekonsentrasjonen i en 20 km radius fra elvemunningene til alle vassdragene i produksjonsområdet for en gitt dag i 2024. Lusekonsentrasjonen for de siste fem årene er vist med gjennomsnitt (prikket linje) og minimum/maksimum (skravert område). De brune stolpene viser andelen i prosent av den modellerte sjørreten i sjøen per dag dersom det ikke er noen prematur tilbakevandring eller død. Andelen sjørret i sjøen gjelder både første- og andregangsvandrere.

6.10.1 Uvektede indikatorverdier

Endring i I_{trutta} gjennom sesongen

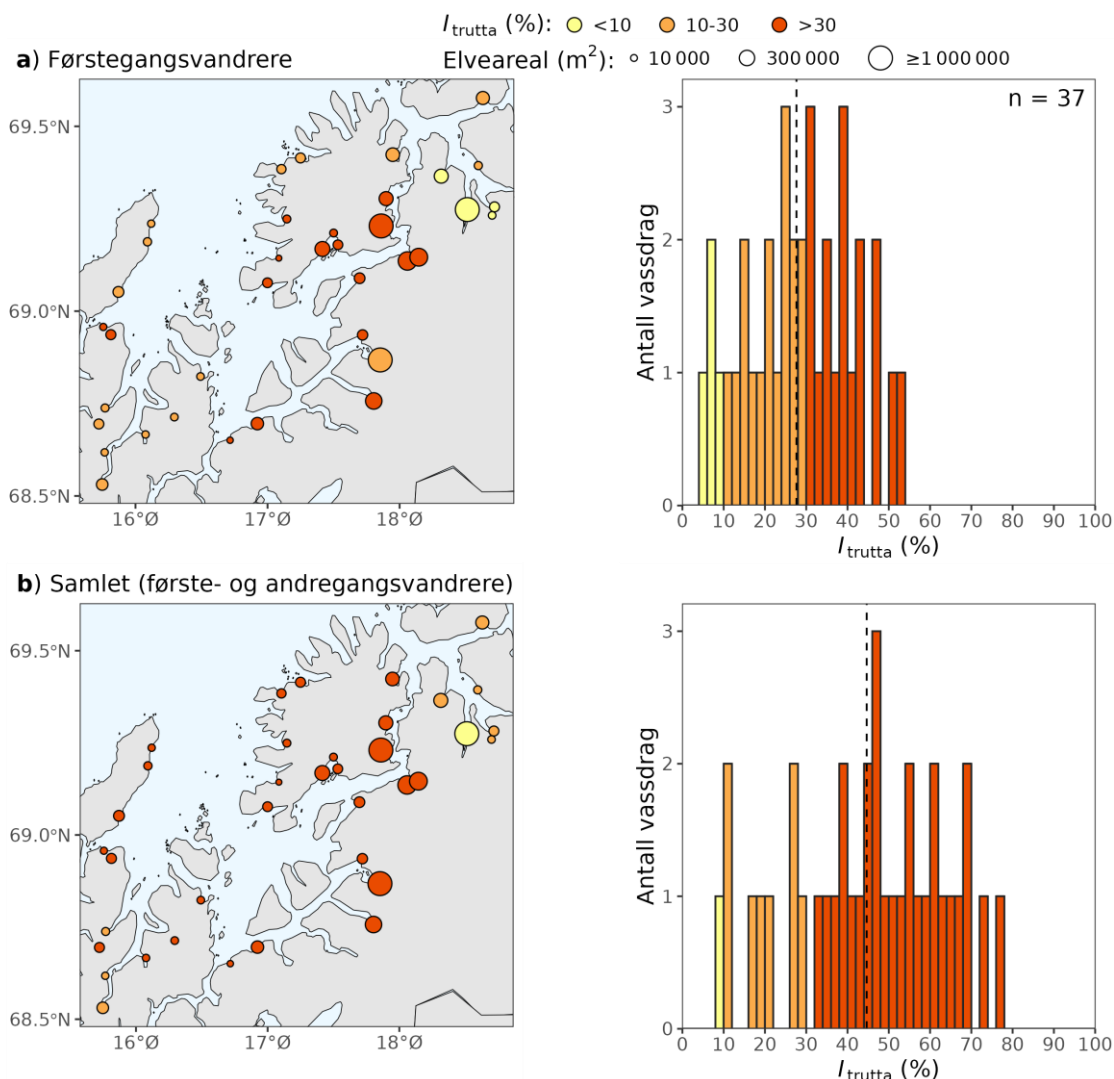
Sjørørreten i de ulike vassdragene i PO 10 var lite påvirket av lus frem til 12.06 (**Figur 6.10.3**). Derfra økte den gjennomsnittlige indikatorverdien (I_{trutta}) og endte på 28 % for førstegangsvandrere og 45 % for den samlede påvirkningen på både første- og andregangsvandrere. Etter august var det liten endring i I_{trutta} i PO 10, og fra 01.09 til 30.09 var økningen på kun 1 prosentpoeng for førstegangsvandrere og 2 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 6.10.3. Utviklingen i I_{trutta} over tid i PO 10 i 2024. Hvert vassdrag er representert med en grå linje der hvert punkt er estimert I_{trutta} (hver tiende dag). Den svarte linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} for hele produksjonsområdet over tid. Bakgrunnen er farget etter kategoriseringen av I_{trutta} .

Fordeling av I_{trutta} per vassdrag (geografisk og antall)

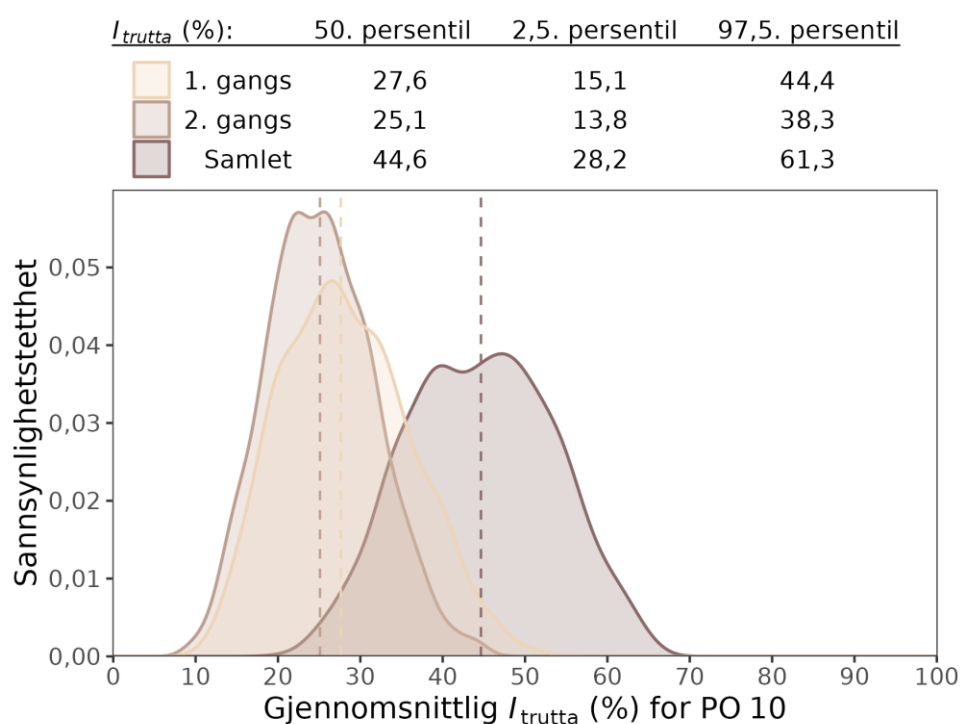
Den geografiske fordelingen og lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene i PO 10 er vist i **Figur 6.10.4**. Sjørørreten oppholder seg hovedsakelig i nærheten av vassdraget den vandrer ut fra (kap. 9.3). Vassdragets nærhet til oppdrettsaktivitet vil derfor være en viktig faktor for lusepåvirkningen (I_{trutta}).



Figur 6.10.4. Geografisk plassering av vassdragene i PO 10, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m² eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet). **a)** er for førstegangsvandrere og **b)** er for samlet påvirkning på første- og andregangsvandrere.

Uvektet I_{trutta} med usikkerhet

De uvektede indikatorverdiene (I_{trutta}) for produksjonsområdet er estimert med usikkerhet. I denne usikkerheten er både statistisk usikkerhet og biologisk variasjon (årsvariasjon og romlig variasjon) inkludert fra de underliggende variablene der vi hadde god informasjon om denne variasjonen (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus). Usikkerhetsfordelingene til det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet for begge gruppene er basert på 1000 kjøring av den virtuelle sjørretmodellen der ulike parameterverdier er trukket fra usikkerhetsfordelingene til de underliggende variablene (se kap. 9.13). For hver kjøring estimeres det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} på tvers av alle vassdrag, og det er disse 1000 I_{trutta} -verdiene som utgjør usikkerhetsfordelingene (**Figur 6.10.5**). Medianen til fordelingene angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien er større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Uvektet I_{trutta} (median) for PO 10 var 27,6 % for førstegangsvandrere, 25,1 % for andregangsvandrere og 44,6 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 6.10.5**).



Figur 6.10.5. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 10 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

For å teste robustheten til modellen har vi gjort sensitivitetsanalyser for underliggende variabler der vi ikke hadde god informasjon om usikkerheten (**Tabell 6.10.1**). Dette gjelder den romlige fordelingen av sjørreten, tålegrensene for lus på sjørreten før den blir påvirket, hvor stor andelen av den lusepåvirkede sjørreten som tilbakevandrer og hvor stor andel som dør, og hvor stor andel av lusen som fester seg på sjørreten som dør. Størst påvirkning på modellresultatet for de uvektede indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjørret døde (samlet I_{trutta} økte med 25 prosentpoeng, **Tabell 6.10.1**).

Tabell 6.10.1. Sensitivitetsanalyser for uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 10 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	27,6	25,1	44,6
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	26,0	23,2	41,9
S ₂ : Uniform 20 km	29,4	25,8	46,1
S ₃ : Uniform 30 km	31,8	27,4	50,0
S ₄ : Interpolerte avstander	24,9	22,8	41,6
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	34,9	31,2	53,7
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	20,6	18,6	34,5
S ₇ : Alternativ tålegrense**	23,9	17,6	36,2
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjørret tilbakevandrer	18,4	14,9	30,2
S ₉ : All lusepåvirket sjørret dør	49,3	48,2	69,6
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	30,7	27,5	48,5
S ₁₁ : 60 % dør	23,4	21,0	38,8

* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

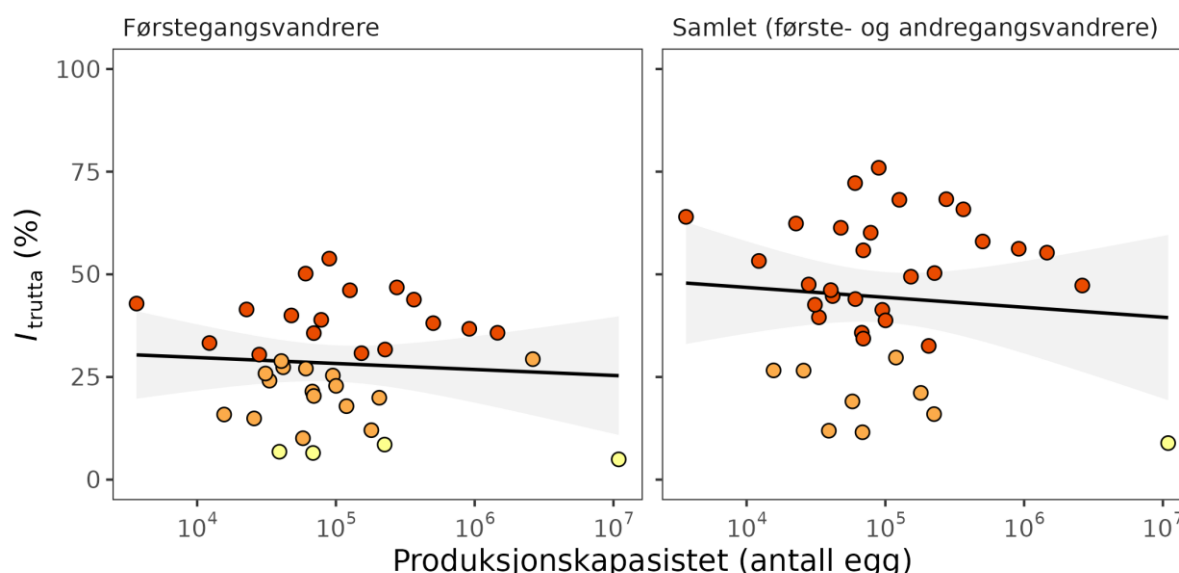
** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

6.10.2 Vektete indikatorverdier

Sjørretvassdragene i PO 10 har ulikt anadromt elveareal (**Figur 6.10.1**). Dette vil kunne påvirke produksjonskapasiteten til vassdraget. For å vekte indikatorverdiene på produksjonskapasitet har vi estimert antall egg hvert vassdrag teoretisk kan produsere basert på anadromt elveareal, samt tilstedeværelse av laks i vassdraget (kap. 3.2). Dette målet tar ikke hensyn til tilstanden til vassdraget, men gir en indikasjon på hvor mye hvert enkelt vassdrag bidrar til den totale produksjonskapasiteten til produksjonsområdet. Vi kan dermed bruke dette målet på produksjonskapasitet for å beregne vektet indikatorverdi for PO 10.

Sammenheng mellom produksjonskapasitet og I_{trutta}

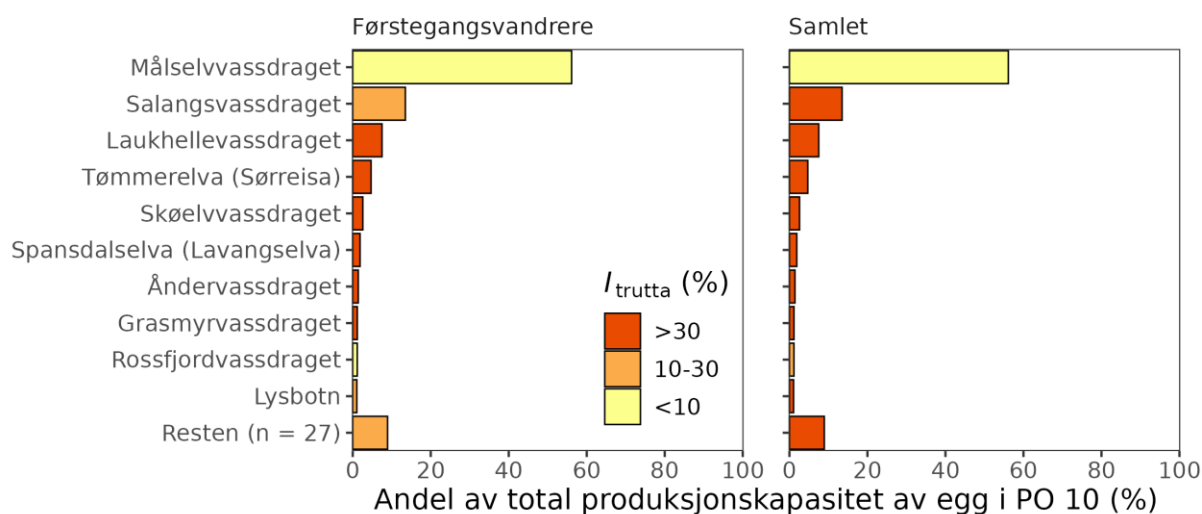
I PO 10 var det ingen sammenheng mellom den teoretiske produksjonskapasiteten og I_{trutta} for førstegangsvandrere ($r^2 = 1\%$) og samlet for første- og andregangsvandrere ($r^2 = 1\%$, **Figur 6.10.6**).



Figur 6.10.6. Nedgang i sjørretens fitness, I_{trutta} (%), som en funksjon av vassdragets teoretiske produksjonskapasitet estimert som antall egg vassdraget teoretisk sett kan produsere basert på anadromt elveareal og tilstedeværelse av laks. For førstegangsvandrere er $I_{trutta} = 35,6 (\pm 16,7) - 1,5 (\pm 3,3) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 1\%$, og samlet for første- og andregangsvandrere er $I_{trutta} = 56,5 (\pm 23,3) - 2,4 (\pm 4,6) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 1\%$.

Andel av teoretisk produksjonskapasitet

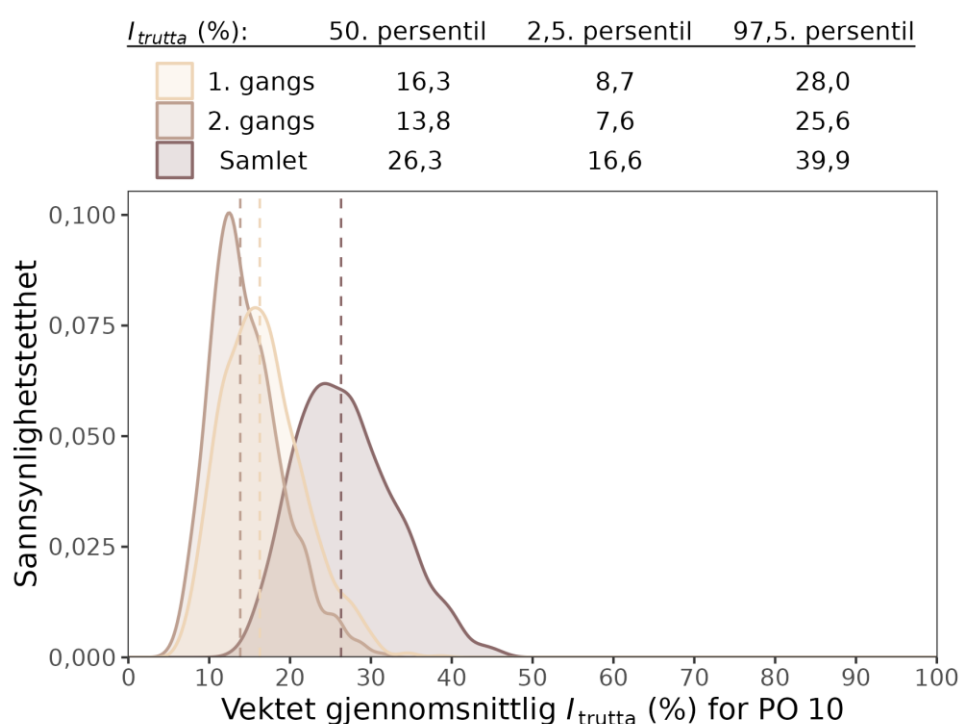
PO 10 har 37 sjørretvassdrag. Målselvassdraget har størst andel av den teoretiske produksjonskapasiteten, med en andel på 56 % av produksjonen (**Figur 6.10.7**). Samlet utgjør de ti største vassdragene 91 % av den totale produksjonskapasiteten. Av de ti største vassdragene i PO 10 hadde Rossfjordvassdraget og Målselvassdraget en $I_{trutta} < 10$ %, Salangvassdraget og Lysbotn en I_{trutta} mellom 10 og 30 % og de resterende seks vassdragene en $I_{trutta} > 30$ % for førstegangsvandrende. Salangvassdraget, Lysbotn og Rossfjordvassdraget gikk opp en kategori for I_{trutta} for den samlede påvirkningen på første- og andregangsvandrende. Resten av de 27 vassdragene i PO 10 hadde et vektet snitt for I_{trutta} mellom 10 og 30 % for førstegangsvandrende og > 30 % for samlet (første- og andregangsvandrende) (**Figur 6.10.7**).



Figur 6.10.7. Andelen av den totale produksjonskapasiteten i produksjonsområdet for de 10 største vassdragene i PO 10. Stolpene er farget etter kategoriene for I_{trutta} vassdraget havnet i for førstegangsvandrere og samlet (første- og andregangsvandrere). Stolpen for «Resten» er farget etter det vektete snittet av I_{trutta} for resten av vassdragene.

Vektet I_{trutta} med usikkerhet

Usikkerhetsfordelingen for de vektete indikatorverdiene (I_{trutta}) er basert på usikkerheten i de samme underliggende variablene som for de vektete indikatorverdiene (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus) og likt antall kjøring (1000) av den virtuelle sjørretmodellen. Usikkerhetsfordelingene i **Figur 6.10.8** viser fordelingene til de vektete snittene av I_{trutta} på tvers av alle vassdragene for hver kjøring for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet første- og andregangsvandrere i PO 10. Medianen til fordelingene angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Vektet I_{trutta} (median) for PO 10 var 16,3 % for førstegangsvandrere, 13,8 % for andregangsvandrere og 26,3 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 6.10.8**).



Figur 6.10.8. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 10 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir den vektete I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

Det er gjort sensitivitetsanalyser med de samme underliggende variablene som er benyttet for de uvektede indikatorverdiene. Størst påvirkning på modellresultatet for de vektete indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjøørret dør (samlet I_{trutta} økte med 16,7 prosentpoeng, **Tabell 6.10.2**).

Tabell 6.10.2. Sensitivitetsanalyser for vektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 10 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	Vektet I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	16,3	13,8	26,3
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	13,5	11,8	21,2
S ₂ : Uniform 20 km	18,6	15,6	27,4
S ₃ : Uniform 30 km	21,3	18,7	32,6
S ₄ : Interpolerte avstander	12,5	12,7	22,7
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	20,9	18,5	33,3
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	12,0	10,4	19,9
S ₇ : Alternativ tålegrense**	14,2	9,8	21,5
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørret tilbakevandrer	10,8	8,3	17,6
S ₉ : All lusepåvirket sjøørret dør	29,5	27,7	43,0
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	18,4	15,8	29,5
S ₁₁ : 60 % dør	13,6	11,8	22,8

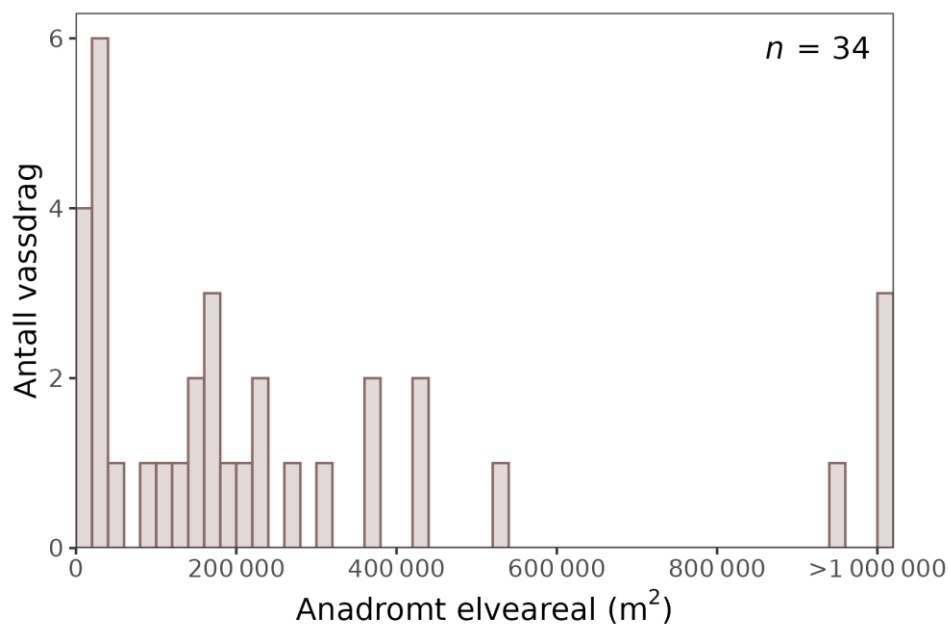
* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

6.11 Produksjonsområde 11: Kvaløya til Loppa

Vassdrag

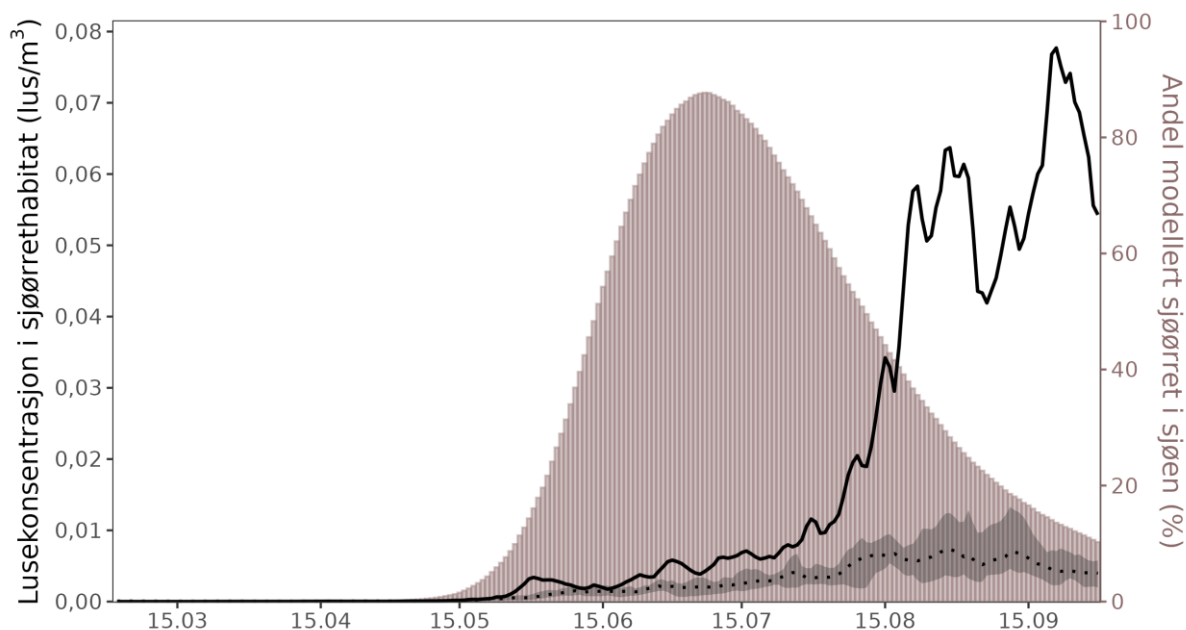
I PO 11 er det vurdert 34 vassdrag hvor 3 har et anadromt elveareal på mer enn en million kvadratmeter. Det største vassdraget er Reisavassdraget med 6 909 964 m² elveareal. De fleste vassdragene i produksjonsområdet (75 %) har et anadromt elveareal på under 351 900 m² (**Figur 6.11.1**).



Figur 6.11.1. Fordeling av anadromt elveareal for de ulike vassdragene i PO 11. Den siste stolpen representerer vassdrag med anadromt elveareal på over 1 000 000 m².

Lusekonsentrasjon og andel sjørret i sjøen

I 2024 i PO 11 var det generelt høyt lusenivå i sjørrethabitatet i sjøen sammenlignet med gjennomsnittet av de fem foregående årene (**Figur 6.11.2**, heltrukket sort linje sammenlignet med prikket linje). Andel sjørret i sjøen (søylediagram) sammenlignet med utviklingen av gjennomsnittlig lusenivå (heltrukken sort linje) viser at den høyeste lusekonsentrasjonen var på 0,08 lus per kubikkmeter i snitt, ble nådd den 21.09, og at det på dette tidspunktet var 14 % av den modellerte sjørreten igjen i sjøen (**Figur 6.11.2**).

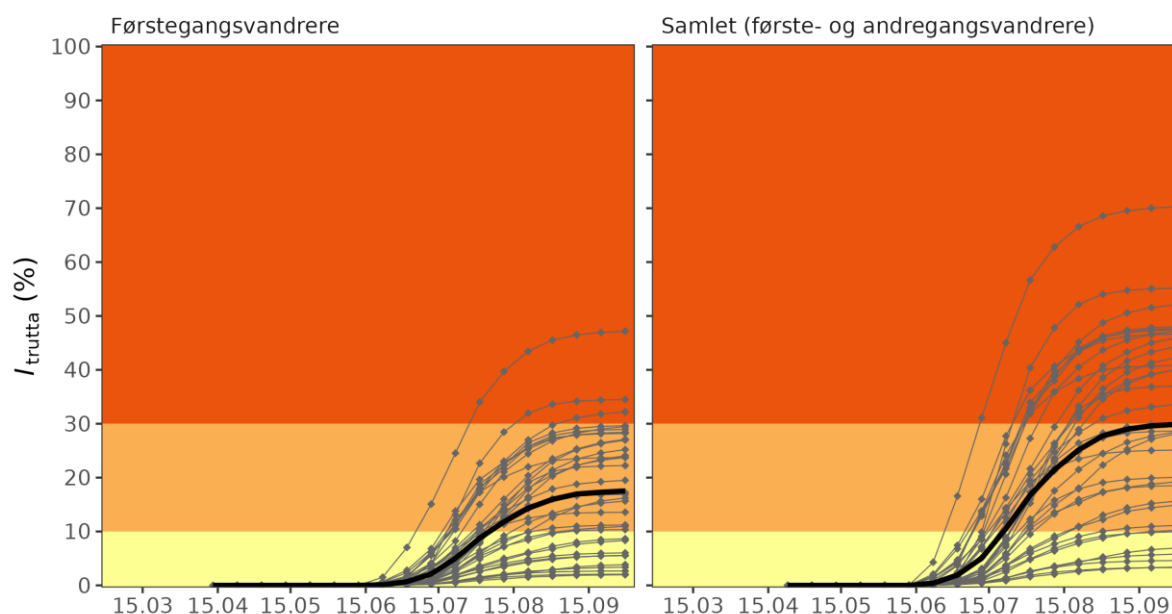


Figur 6.11.2. Lusekonsentrasjon (lus m^{-3}) i sjørrethabitatet i PO 11 per dag i 2024 (sort linje). Dette er den gjennomsnittlige lusekonsentrasjonen i en 20 km radius fra elvemunningene til alle vassdragene i produksjonsområdet for en gitt dag i 2024. Lusekonsentrasjonen for de siste fem årene er vist med gjennomsnitt (prikket linje) og minimum/maksimum (skravert område). De brune stolpene viser andelen i prosent av den modellerte sjørreten i sjøen per dag dersom det ikke er noen prematur tilbakevandring eller død. Andelen sjørret i sjøen gjelder både første- og andregangsvandrere.

6.11.1 Uvektede indikatorverdier

Endring i I_{trutta} gjennom sesongen

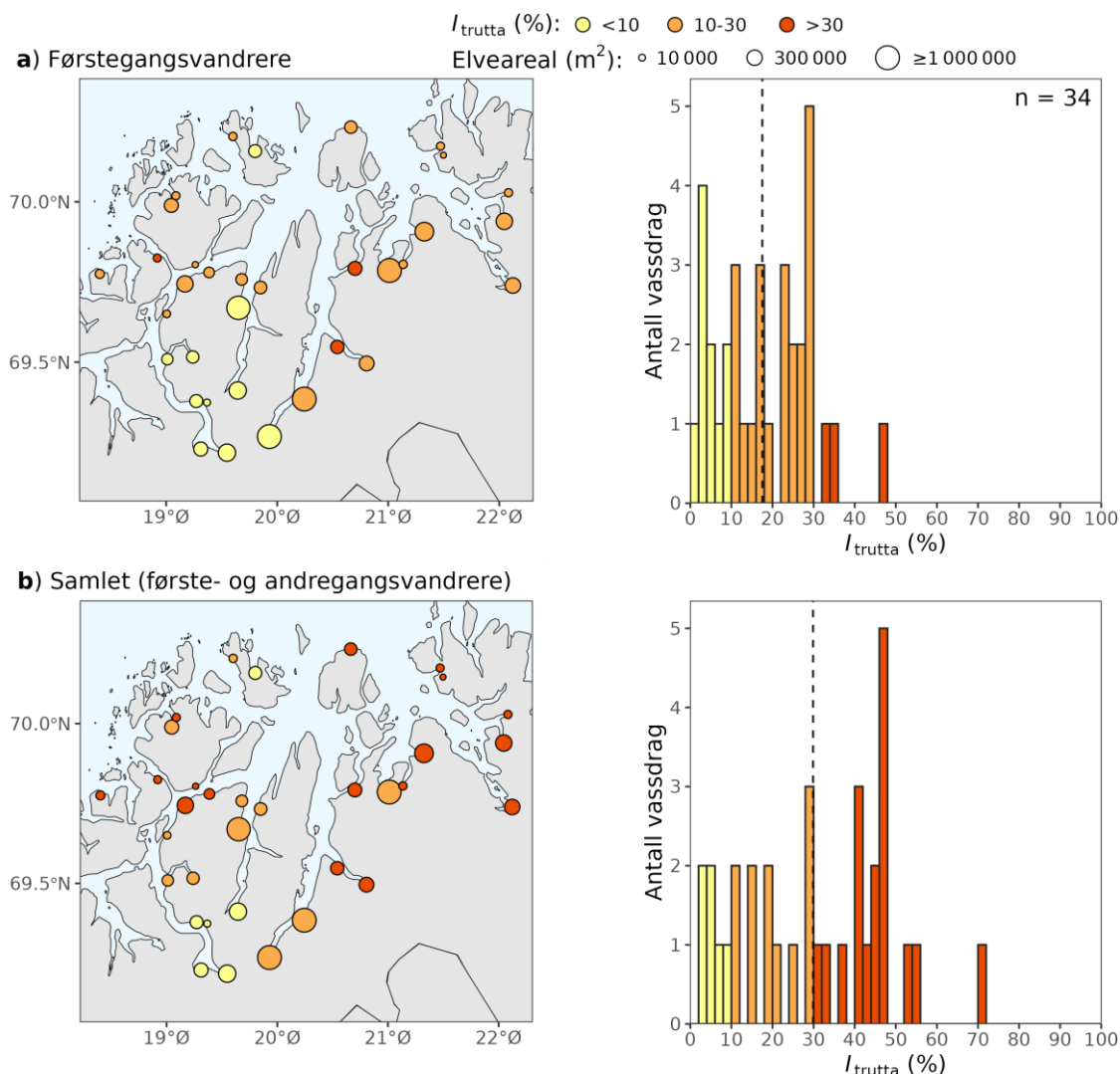
Sjørørreten i de ulike vassdragene i PO 11 var lite påvirket av lus frem til 22.06 (**Figur 6.11.3**). Derfra økte den gjennomsnittlige indikatorverdien (I_{trutta}) og endte på 18 % for førstegangsvandrere og 30 % for den samlede påvirkningen på både første- og andregangsvandrere. Etter august var det liten endring i I_{trutta} i PO 11, og fra 01.09 til 30.09 var økningen på kun 2 prosentpoeng for førstegangsvandrere og 2 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 6.11.3. Utviklingen i I_{trutta} over tid i PO 11 i 2024. Hvert vassdrag er representert med en grå linje der hvert punkt er estimert I_{trutta} (hver tiende dag). Den svarte linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} for hele produksjonsområdet over tid. Bakgrunnen er farget etter kategoriseringen av I_{trutta} .

Fordeling av I_{trutta} per vassdrag (geografisk og antall)

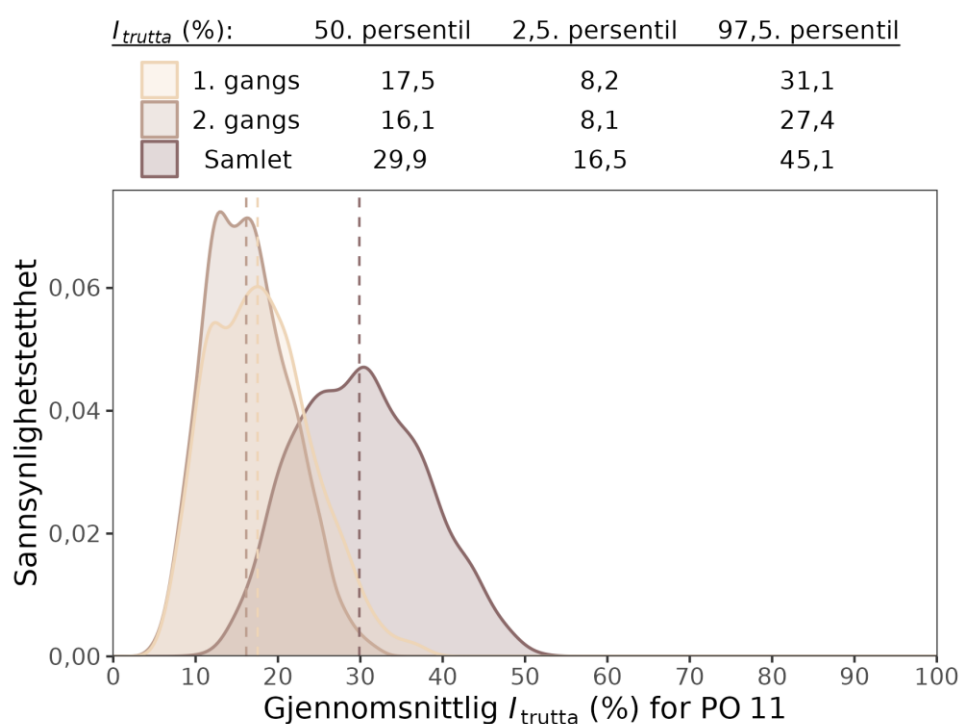
Den geografiske fordelingen og lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene i PO 11 er vist i **Figur 6.11.4**. Sjørørreten oppholder seg hovedsakelig i nærheten av vassdraget den vandrer ut fra (kap. 9.3). Vassdragets nærhet til oppdrettsaktivitet vil derfor være en viktig faktor for lusepåvirkningen (I_{trutta}).



Figur 6.11.4. Geografisk plassering av vassdragene i PO 11, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m² eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet). **a)** er for førstegangsvandrere og **b)** er for samlet påvirkning på første- og andregangsvandrere.

Uvektet I_{trutta} med usikkerhet

De uvektede indikatorverdiene (I_{trutta}) for produksjonsområdet er estimert med usikkerhet. I denne usikkerheten er både statistisk usikkerhet og biologisk variasjon (årsvariasjon og romlig variasjon) inkludert fra de underliggende variablene der vi hadde god informasjon om denne variasjonen (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus). Usikkerhetsfordelingene til det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet for begge gruppene er basert på 1000 kjøring av den virtuelle sjørretmodellen der ulike parameterverdier er trukket fra usikkerhetsfordelingene til de underliggende variablene (se kap. 9.13). For hver kjøring estimeres det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} på tvers av alle vassdrag, og det er disse 1000 I_{trutta} -verdiene som utgjør usikkerhetsfordelingene (**Figur 6.11.5**). Medianen til fordelingene angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien er større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Uvektet I_{trutta} (median) for PO 11 var 17,5 % for førstegangsvandrere, 16,1 % for andregangsvandrere og 29,9 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 6.11.5**).



Figur 6.11.5. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 11 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

For å teste robustheten til modellen har vi gjort sensitivitetsanalyser for underliggende variabler der vi ikke hadde god informasjon om usikkerheten (**Tabell 6.11.1**). Dette gjelder den romlige fordelingen av sjørørreten, tålegrensene for lus på sjørørreten før den blir påvirket, hvor stor andelen av den lusepåvirkede sjørørreten som tilbakevandrer og hvor stor andel som dør, og hvor stor andel av lusen som fester seg på sjørørreten som dør. Størst påvirkning på modellresultatet for de uvektede indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjørørret døde (samlet I_{trutta} økte med 19,7 prosentpoeng, **Tabell 6.11.1**).

Tabell 6.11.1. Sensitivitetsanalyser for uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 11 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjørørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	17,5	16,1	29,9
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjørørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	14,0	12,3	23,5
S ₂ : Uniform 20 km	17,8	16,7	30,8
S ₃ : Uniform 30 km	20,7	18,2	33,9
S ₄ : Interpolerte avstander	15,5	15,1	27,5
<i>Tålegrensener</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	23,6	21,4	38,7
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	11,7	11,0	20,8
S ₇ : Alternativ tålegrense**	13,9	9,9	21,7
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjørørret tilbakevandrer	11,3	9,3	19,2
S ₉ : All lusepåvirket sjørørret dør	32,1	31,7	49,6
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	20,1	18,3	33,6
S ₁₁ : 60 % dør	14,0	13,0	24,5

* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

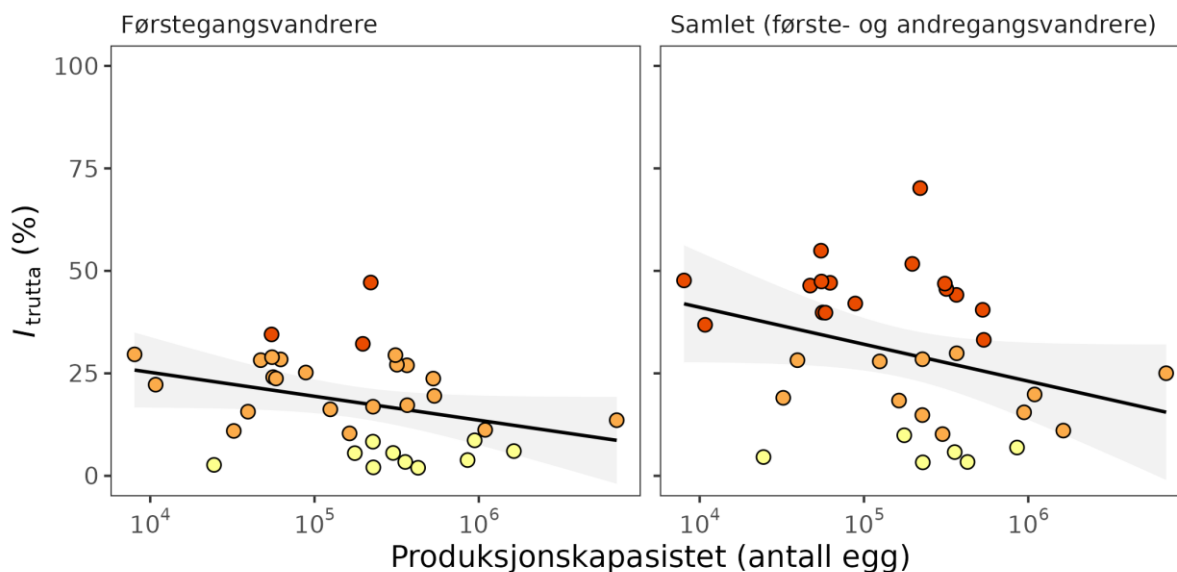
** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

6.11.2 Vektete indikatorverdier

Sjørretvassdragene i PO 11 har ulikt anadromt elveareal (**Figur 6.11.1**). Dette vil kunne påvirke produksjonskapasiteten til vassdraget. For å vekte indikatorverdiene på produksjonskapasitet har vi estimert antall egg hvert vassdrag teoretisk kan produsere basert på anadromt elveareal, samt tilstedeværelse av laks i vassdraget (kap. 3.2). Dette målet tar ikke hensyn til tilstanden til vassdraget, men gir en indikasjon på hvor mye hvert enkelt vassdrag bidrar til den totale produksjonskapasiteten til produksjonsområdet. Vi kan dermed bruke dette målet på produksjonskapasitet for å beregne vektet indikatorverdi for PO 11.

Sammenheng mellom produksjonskapasitet og I_{trutta}

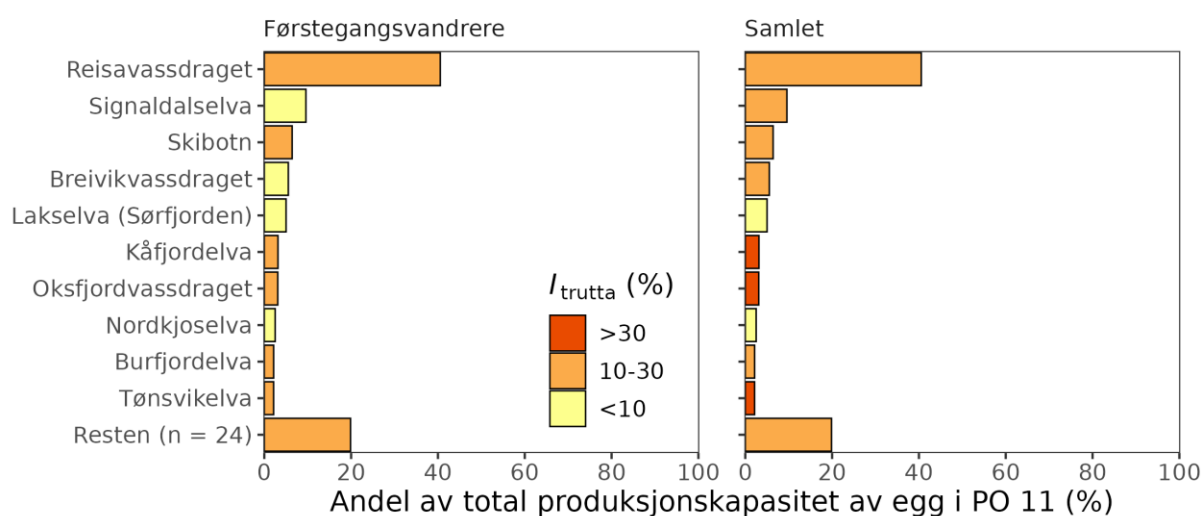
I PO 11 var det en sammenheng mellom den teoretiske produksjonskapasiteten og I_{trutta} for førstegangsvandrere ($r^2 = 10\%$) og samlet for første- og andregangsvandrere ($r^2 = 10\%$, **Figur 6.11.6**). En økning i antall egg som teoretisk kan produseres i vassdraget med en faktor på 10 tilsvarer en endring i I_{trutta} på $-5,8$ prosentpoeng for førstegangsvandrere og -9 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 6.11.6. Nedgang i sjørretens fitness, I_{trutta} (%), som en funksjon av vassdragets teoretiske produksjonskapasitet estimert som antall egg vassdraget teoretisk sett kan produsere basert på anadromt elveareal og tilstedeværelse av laks. For førstegangsvandrere er $I_{trutta} = 48,6 (\pm 16,1) - 5,8 (\pm 3) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 10\%$, og samlet for første- og andregangsvandrere er $I_{trutta} = 77,1 (\pm 25) - 9 (\pm 4,7) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 10\%$.

Andel av teoretisk produksjonskapasitet

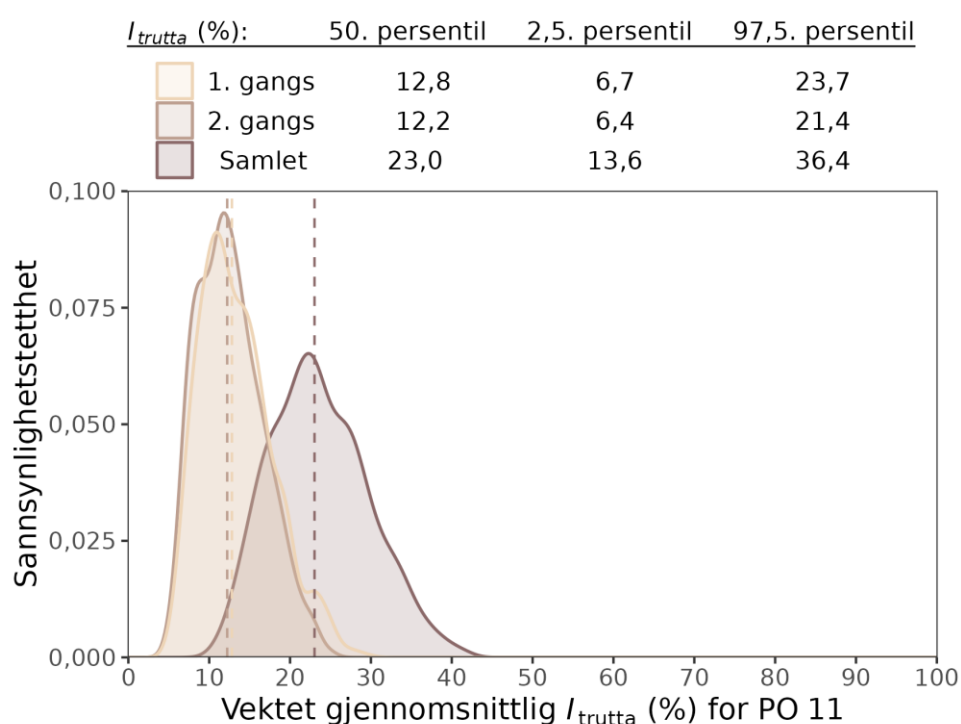
PO 11 har 34 sjørretvassdrag. Reisavassdraget har størst andel av den teoretiske produksjonskapasiteten, med en andel på 41 % av produksjonen (**Figur 6.11.7**). Samlet utgjør de ti største vassdragene 80 % av den totale produksjonskapasiteten. Av de ti største vassdragene i PO 11 hadde Nordkjoselva, Breivikvassdraget, Lakselva (Sørfjorden) og Signaldalselva en $I_{trutta} < 10\%$ og de resterende seks vassdragene en I_{trutta} mellom 10 og 30 % for førstegangsvandrende. Tønsvikelva, Breivikvassdraget, Signaldalselva, Kåfjordelva og Oksfjordvassdraget gikk opp en kategori for I_{trutta} for den samlede påvirkningen på første- og andregangsvandrende. Resten av de 24 vassdragene i PO 11 hadde et vektet snitt for I_{trutta} mellom 10 og 30 % både for førstegangsvandrende og samlet (første- og andregangsvandrende) (**Figur 6.11.7**).



Figur 6.11.7. Andelen av den totale produksjonskapasiteten i produksjonsområdet for de 10 største vassdragene i PO 11. Stolpene er farget etter kategoriene for I_{trutta} vassdraget havnet i for førstegangsvandrere og samlet (første- og andregangsvandrende). Stolpen for «Resten» er farget etter det vektete snittet av I_{trutta} for resten av vassdragene.

Vektet I_{trutta} med usikkerhet

Usikkerhetsfordelingen for de vektete indikatorverdiene (I_{trutta}) er basert på usikkerheten i de samme underliggende variablene som for de vektete indikatorverdiene (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus) og likt antall kjøring (1000) av den virtuelle sjørretmodellen. Usikkerhetsfordelingene i **Figur 6.11.8** viser fordelingene til de vektete snittene av I_{trutta} på tvers av alle vassdragene for hver kjøring for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet første- og andregangsvandrere i PO 11. Medianen til fordelingene angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Vektet I_{trutta} (median) for PO 11 var 12,8 % for førstegangsvandrere, 12,2 % for andregangsvandrere og 23,0 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 6.11.8**).



Figur 6.11.8. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 11 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir den vektete I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

Det er gjort sensitivitetsanalyser med de samme underliggende variablene som er benyttet for de uvektede indikatorverdiene. Størst påvirkning på modellresultatet for de vektete indikatorverdiene var det om sjøørreten var uniformt fordelt med en radius på 30 km fra elvemunning (samlet I_{trutta} økte med 17 prosentpoeng, **Tabell 6.11.2**).

Tabell 6.11.2. Sensitivitetsanalyser for vektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 11 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	Vektet I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	12,8	12,2	23,0
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	5,1	4,6	8,7
S ₂ : Uniform 20 km	10,3	9,7	18,2
S ₃ : Uniform 30 km	24,7	21,5	40,0
S ₄ : Interpolerte avstander	11,2	12,0	21,4
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	17,5	16,2	30,5
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	8,3	8,1	15,9
S ₇ : Alternativ tålegrense**	10,0	7,4	16,9
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørret tilbakevandrer	8,5	7,1	15,1
S ₉ : All lusepåvirket sjøørret dør	23,2	23,7	39,9
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	14,9	13,9	26,4
S ₁₁ : 60 % dør	10,3	9,6	18,9

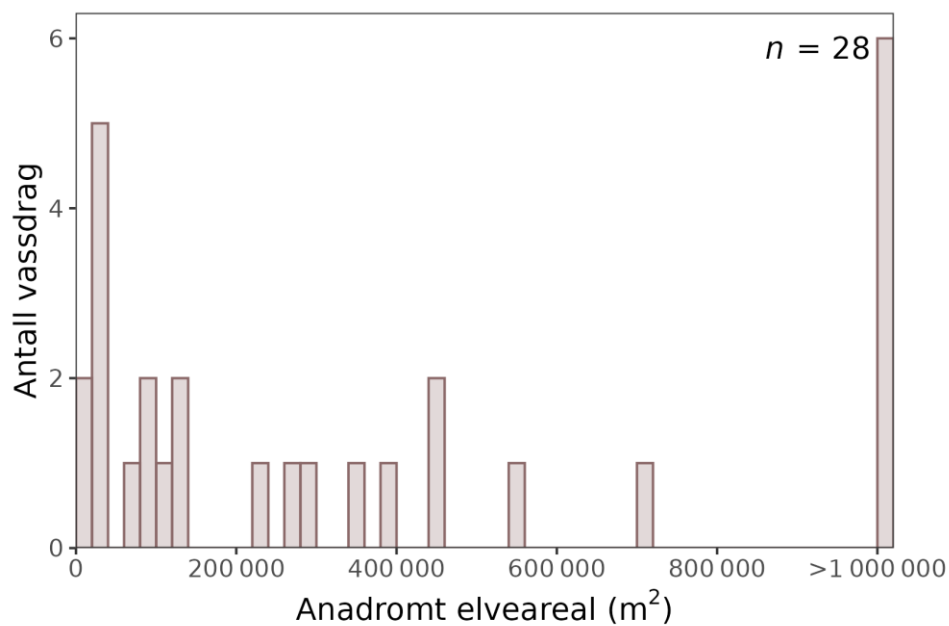
* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

6.12 Produksjonsområde 12: Vest-Finnmark

Vassdrag

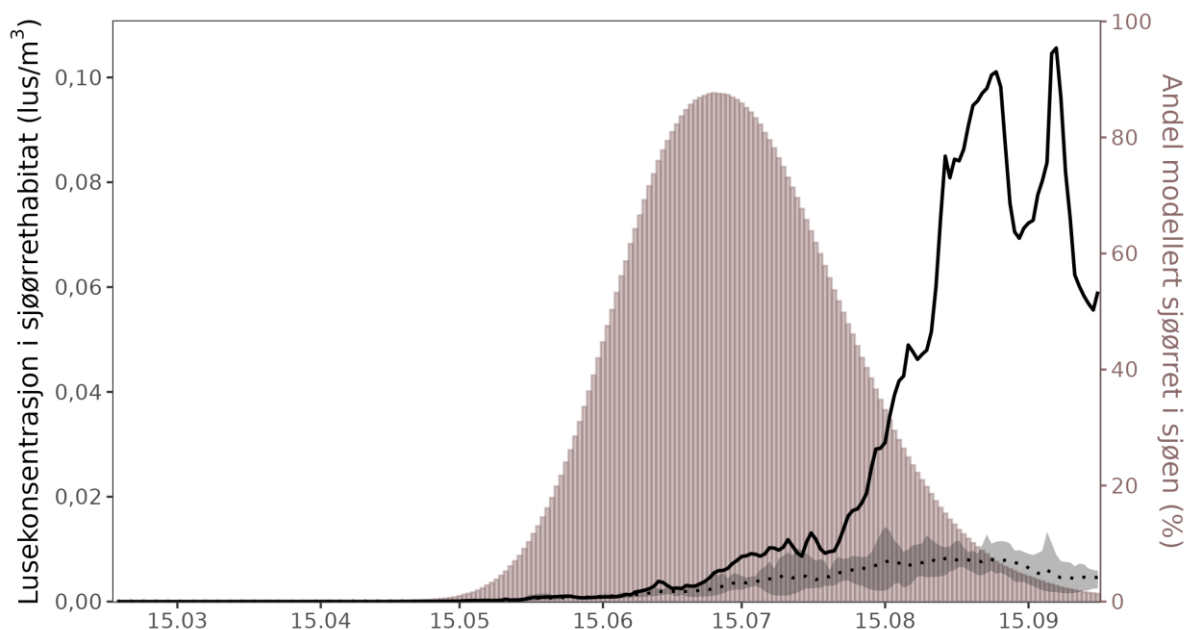
I PO 12 er det vurdert 28 vassdrag hvor 6 har et anadromt elveareal på mer enn en million kvadratmeter. Det største vassdraget er Altaelva med 6 368 192 m² elveareal. De fleste vassdragene i produksjonsområdet (75 %) har et anadromt elveareal på under 588 800 m² (Figur 6.12.1).



Figur 6.12.1. Fordeling av anadromt elveareal for de ulike vassdragene i PO 12. Den siste stolpen representerer vassdrag med anadromt elveareal på over 1 000 000 m².

Lusekonsentrasjon og andel sjørret i sjøen

I 2024 i PO 12 var det generelt høyt lusenivå i sjørrethabitatet i sjøen sammenlignet med gjennomsnittet av de fem foregående årene (**Figur 6.12.2**, heltrukket sort linje sammenlignet med prikket linje). Andel sjørret i sjøen (søylediagram) sammenlignet med utviklingen av gjennomsnittlig lusenivå (heltrukken sort linje) viser at den høyeste lusekonsentrasjonen var på 0,1 lus per kubikkmeter i snitt, ble nådd den 21.09, og at det på dette tidspunktet var 3 % av den modellerte sjørreten i sjøen (Figur 6.12.2).

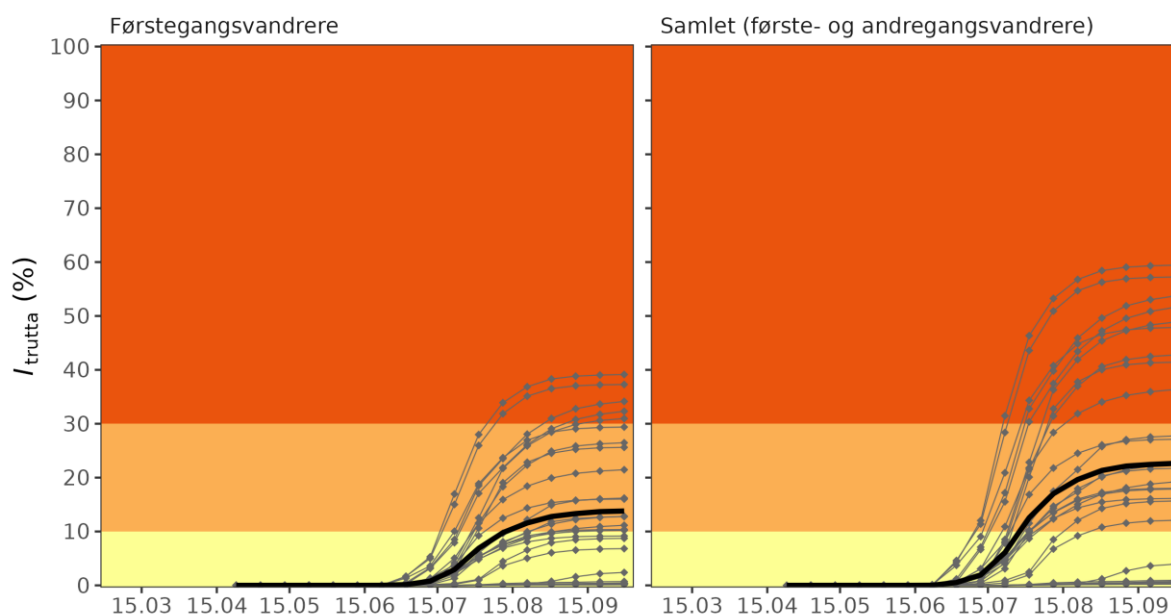


Figur 6.12.2. Lusekonsentrasjon (lus m^{-3}) i sjørrethabitatet i PO 12 per dag i 2024 (sort linje). Dette er den gjennomsnittlige lusekonsentrasjonen i en 20 km radius fra elvemunningene til alle vassdragene i produksjonsområdet for en gitt dag i 2024. Lusekonsentrasjonen for de siste fem årene er vist med gjennomsnitt (prikket linje) og minimum/maksimum (skravert område). De brune stolpene viser andelen i prosent av den modellerte sjørreten i sjøen per dag dersom det ikke er noen prematur tilbakevandring eller død. Andelen sjørret i sjøen gjelder både første- og andregangsvandrere.

6.12.1 Uvektede indikatorverdier

Endring i I_{trutta} gjennom sesongen

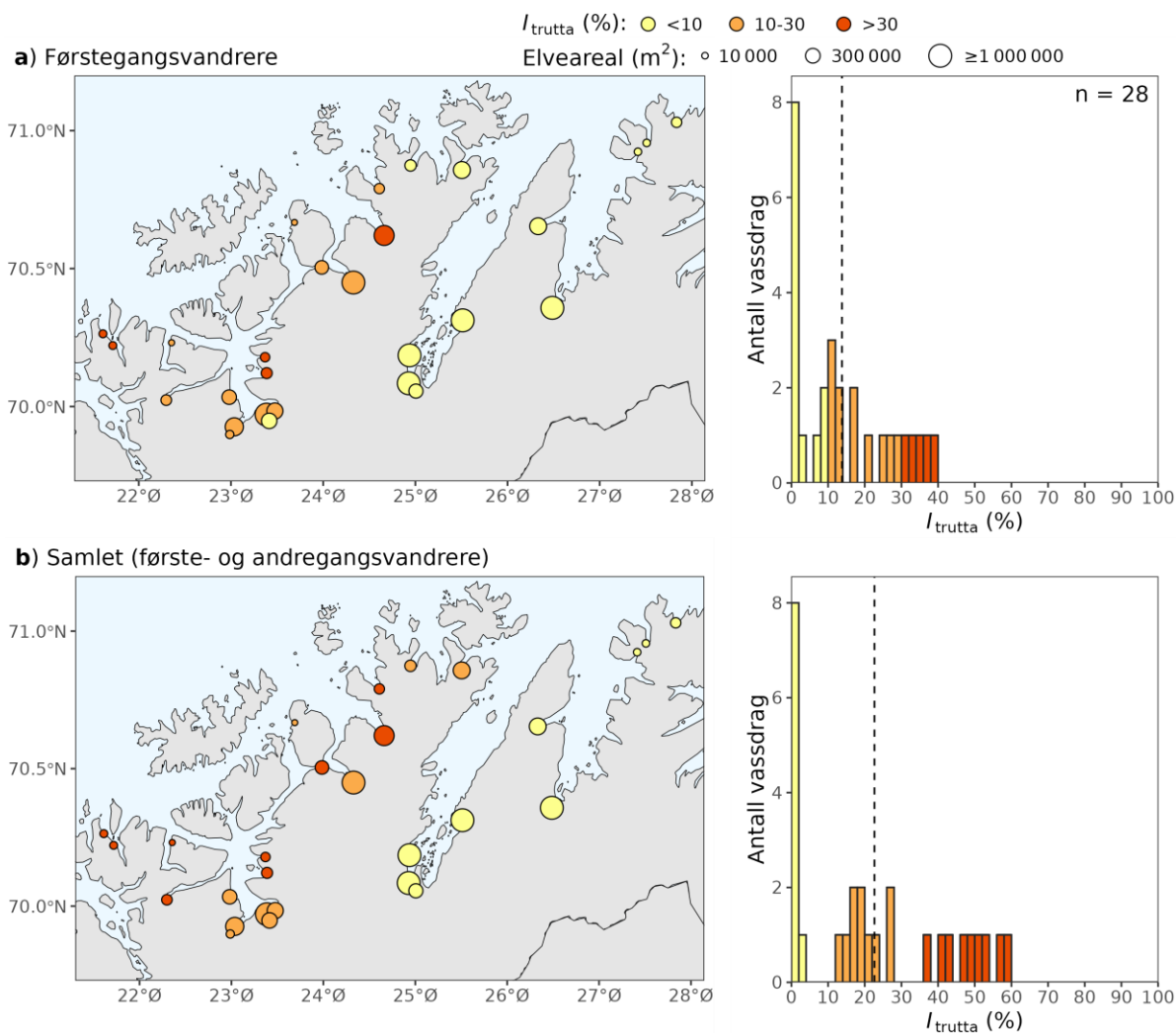
Sjørørreten i de ulike vassdragene i PO 12 var lite påvirket av lus frem til 22.06 (**Figur 6.12.3**). Derfra økte den gjennomsnittlige indikatorverdien (I_{trutta}) og endte på 14 % for førstegangsvandrere og 23 % for den samlede påvirkningen på både første- og andregangsvandrere. Etter august var det liten endring i I_{trutta} i PO 12, og fra 01.09 til 30.09 var økningen på kun 1 prosentpoeng for førstegangsvandrere og 1 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 6.12.3. Utviklingen i I_{trutta} over tid i PO 12 i 2024. Hvert vassdrag er representert med en grå linje der hvert punkt er estimert I_{trutta} (hver tiende dag). Den svarte linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} for hele produksjonsområdet over tid. Bakgrunnen er farget etter kategoriseringen av I_{trutta} .

Fordeling av I_{trutta} per vassdrag (geografisk og antall)

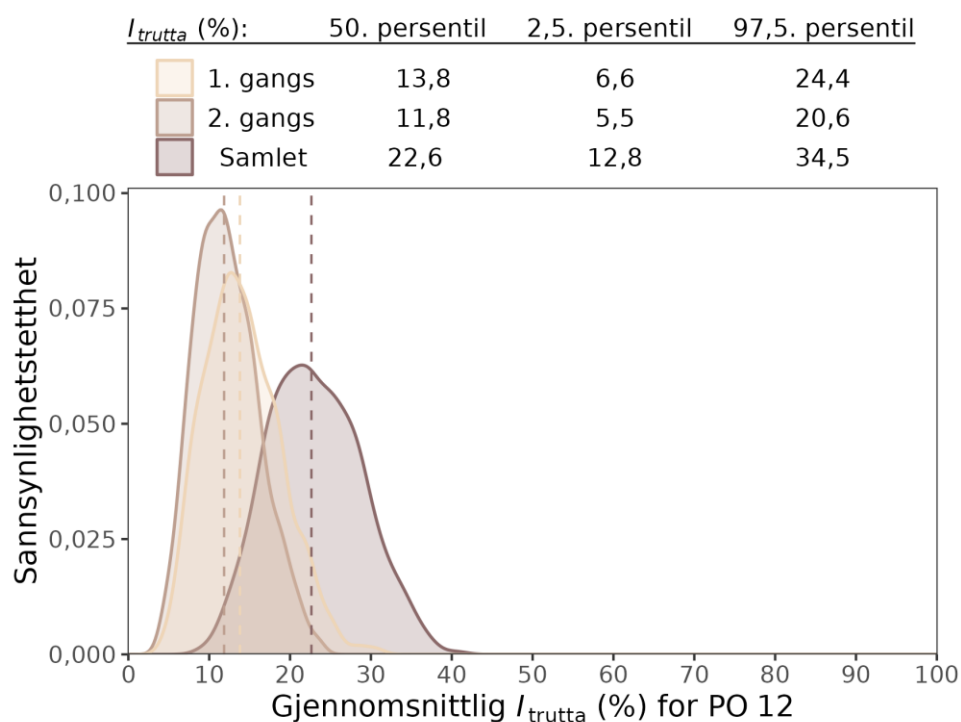
Den geografiske fordelingen og lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene i PO 12 er vist i **Figur 6.12.4**. Sjørørreten oppholder seg hovedsakelig i nærheten av vassdraget den vandrer ut fra (kap. 9.3). Vassdragets nærhet til oppdrettsaktivitet vil derfor være en viktig faktor for lusepåvirkningen (I_{trutta}).



Figur 6.12.4. Geografisk plassering av vassdragene i PO 12, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m² eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet). **a)** er for førstegangsvandrere og **b)** er for samlet påvirkning på første- og andregangsvandrere.

Uvektet I_{trutta} med usikkerhet

De uvektede indikatorverdiene (I_{trutta}) for produksjonsområdet er estimert med usikkerhet. I denne usikkerheten er både statistisk usikkerhet og biologisk variasjon (årsvariasjon og romlig variasjon) inkludert fra de underliggende variablene der vi hadde god informasjon om denne variasjonen (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus). Usikkerhetsfordelingene til det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet for begge gruppene er basert på 1000 kjøringar av den virtuelle sjørretmodellen der ulike parameterverdier er trukket fra usikkerhetsfordelingene til de underliggende variablene (se kap. 9.13). For hver kjøring estimeres det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} på tvers av alle vassdrag, og det er disse 1000 I_{trutta} -verdiene som utgjør usikkerhetsfordelingene (**Figur 6.12.5**). Medianen til fordelingene angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien er større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Uvektet I_{trutta} (median) for PO 12 var 13,8 % for førstegangsvandrere, 11,8 % for andregangsvandrere og 22,6 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 6.12.5**).



Figur 6.12.5. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 12 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

For å teste robustheten til modellen har vi gjort sensitivitetsanalyser for underliggende variabler der vi ikke hadde god informasjon om usikkerheten (**Tabell 6.12.1**). Dette gjelder den romlige fordelingen av sjørreten, tålegrensene for lus på sjørreten før den blir påvirket, hvor stor andelen av den lusepåvirkede sjørreten som tilbakevandrer og hvor stor andel som dør, og hvor stor andel av lusen som fester seg på sjørreten som dør. Størst påvirkning på modellresultatet for de uvektede indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjørret døde (samlet I_{trutta} økte med 16,6 prosentpoeng, **Tabell 6.12.1**).

Tabell 6.12.1. Sensitivitetsanalyser for uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 12 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	13,8	11,8	22,6
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	11,9	10,2	19,4
S ₂ : Uniform 20 km	13,7	11,8	23,1
S ₃ : Uniform 30 km	15,5	13,5	26,3
S ₄ : Interpolerte avstander	12,2	11,3	21,0
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	18,1	15,4	28,7
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	9,7	8,3	16,6
S ₇ : Alternativ tålegrense**	11,5	7,6	17,6
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjørret tilbakevandrer	8,4	6,4	14,2
S ₉ : All lusepåvirket sjørret dør	26,0	24,3	39,2
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	15,4	13,3	25,3
S ₁₁ : 60 % dør	11,3	9,8	19,1

* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

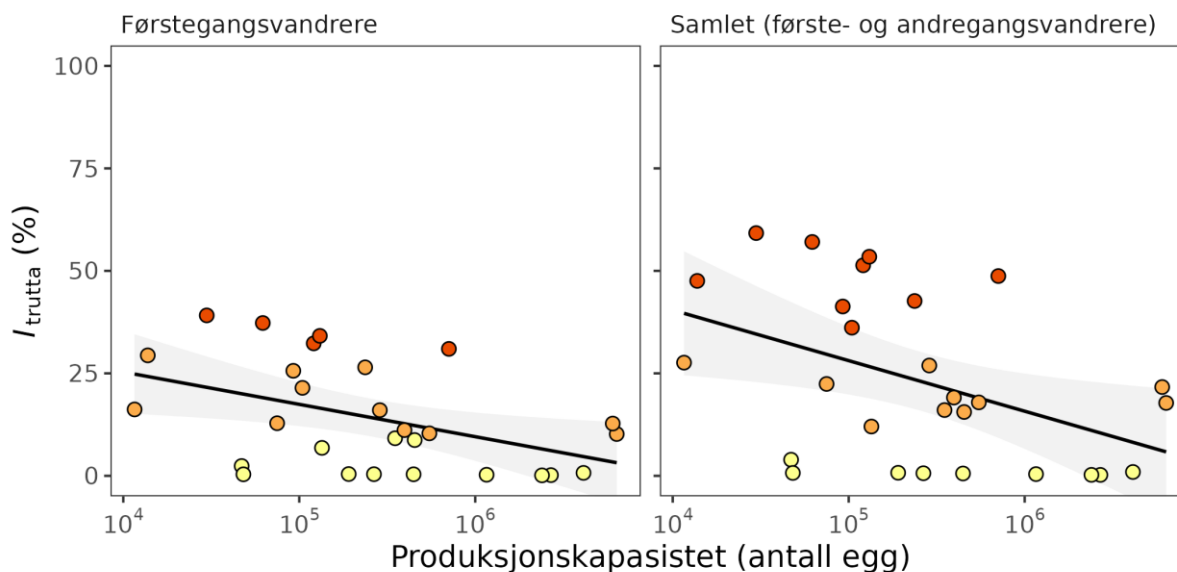
** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

6.12.2 Vektete indikatorverdier

Sjørretvassdragene i PO 12 har ulikt anadromt elveareal (**Figur 6.12.1**). Dette vil kunne påvirke produksjonskapasiteten til vassdraget. For å vekte indikatorverdiene på produksjonskapasitet har vi estimert antall egg hvert vassdrag teoretisk kan produsere basert på anadromt elveareal, samt tilstedeværelse av laks i vassdraget (kap. 3.2). Dette målet tar ikke hensyn til tilstanden til vassdraget, men gir en indikasjon på hvor mye hvert enkelt vassdrag bidrar til den totale produksjonskapasiteten til produksjonsområdet. Vi kan dermed bruke dette målet på produksjonskapasitet for å beregne vektet indikatorverdi for PO 12.

Sammenheng mellom produksjonskapasitet og I_{trutta}

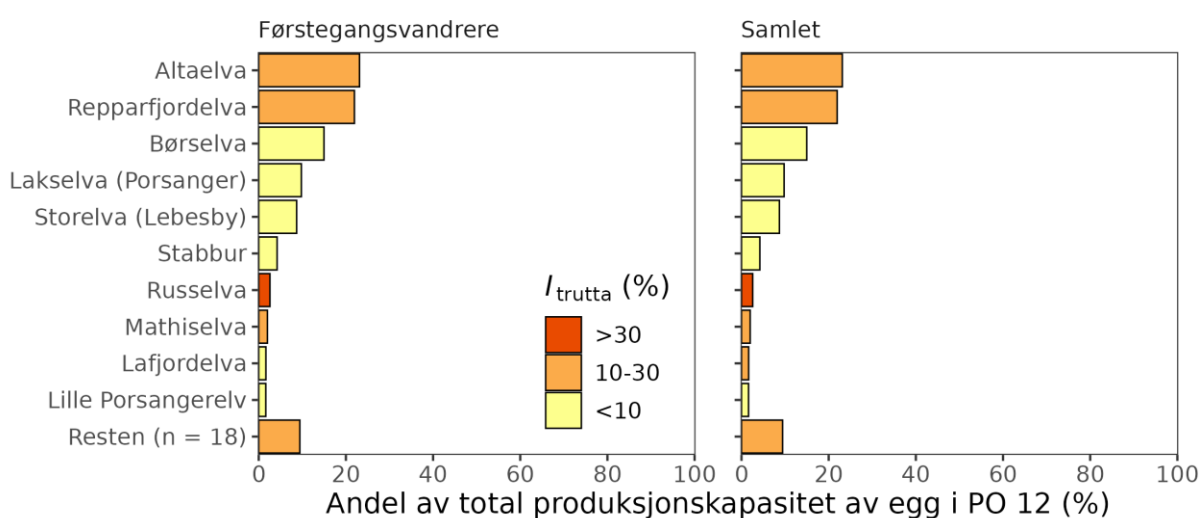
I PO 12 var det en sammenheng mellom den teoretiske produksjonskapasiteten og I_{trutta} for førstegangsvandrere ($r^2 = 20\%$) og samlet for første- og andregangsvandrere ($r^2 = 20\%$, **Figur 6.12.6**). En økning i antall egg som teoretisk kan produseres i vassdraget med en faktor på 10 tilsvarer en endring i I_{trutta} på -7,9 prosentpoeng for førstegangsvandrere og -12,3 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 6.12.6. Nedgang i sjørretens fitness, I_{trutta} (%), som en funksjon av vassdragets teoretiske produksjonskapasitet estimert som antall egg vassdraget teoretisk sett kan produsere basert på anadromt elveareal og tilstedeværelse av laks. For førstegangsvandrere er $I_{trutta} = 56,9 (\pm 16,8) - 7,9 (\pm 3,1) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 20\%$, og samlet for første- og andregangsvandrere er $I_{trutta} = 89,8 (\pm 26,1) - 12,3 (\pm 4,8) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 20\%$.

Andel av teoretisk produksjonskapasitet

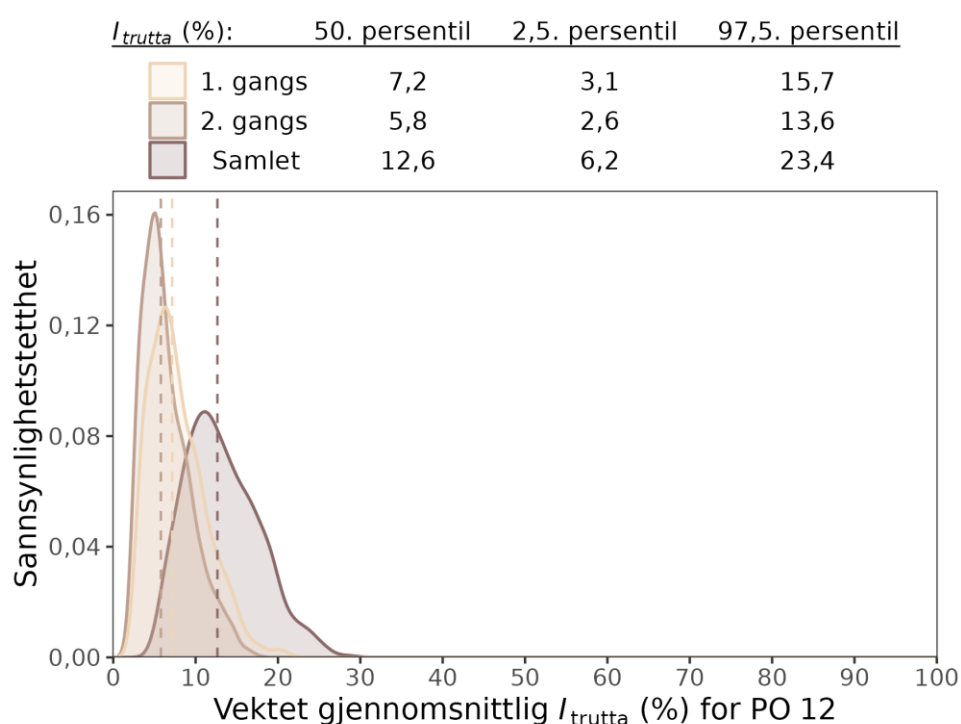
PO 12 har 28 sjørretvassdrag. Altaelva har størst andel av den teoretiske produksjonskapasiteten, med en andel på 23 % av produksjonen (**Figur 6.12.7**). Samlet utgjør de ti største vassdragene 91 % av den totale produksjonskapasiteten. Av de ti største vassdragene i PO 12 hadde Russelva en I_{trutta} på >30 %, Mathiselva, Altaelva og Repparfjordelva en I_{trutta} mellom 10 og 30 % og de resterende seks vassdragene en I_{trutta} <10 % for førstegangsvandrende. Lafjordelva byttet kategori for I_{trutta} fra <10 % til mellom 10 og 30 % for den samlede påvirkningen på første- og andregangsvandrende. Resten av de 18 vassdragene i PO 12 hadde et vektet snitt for I_{trutta} mellom 10 og 30 % både for førstegangsvandrende og samlet (første- og andregangsvandrende) (**Figur 6.12.7**).



Figur 6.12.7. Andelen av den totale produksjonskapasiteten i produksjonsområdet for de 10 største vassdragene i PO 12. Stolpene er farget etter kategoriene for I_{trutta} vassdraget havnet i for førstegangsvandrere og samlet (første- og andregangsvandrende). Stolpen for «Resten» er farget etter det vektete snittet av I_{trutta} for resten av vassdragene.

Vektet I_{trutta} med usikkerhet

Usikkerhetsfordelingen for de vektete indikatorverdiene (I_{trutta}) er basert på usikkerheten i de samme underliggende variablene som for de vektete indikatorverdiene (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus) og likt antall kjøring (1000) av den virtuelle sjørretmodellen. Usikkerhetsfordelingene i **Figur 6.12.8** viser fordelingene til de vektete snittene av I_{trutta} på tvers av alle vassdragene for hver kjøring for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet første- og andregangsvandrere i PO 12. Medianen til fordelingene angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Vektet I_{trutta} (median) for PO 12 var 7,2 % for førstegangsvandrere, 5,8 % for andregangsvandrere og 12,6 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 6.12.8**).



Figur 6.12.8. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 12 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir den vektete I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

Det er gjort sensitivitetsanalyser med de samme underliggende variablene som er benyttet for de uvektede indikatorverdiene. Størst påvirkning på modellresultatet for de vektete indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjøørret dør (samlet I_{trutta} økte med 11,7 prosentpoeng, **Tabell 6.12.2**).

Tabell 6.12.2. Sensitivitetsanalyser for vektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 12 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	Vektet I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	7,2	5,8	12,6
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	3,5	2,9	6,3
S ₂ : Uniform 20 km	7,2	6,4	12,9
S ₃ : Uniform 30 km	11,6	9,8	20,5
S ₄ : Interpolerte avstander	5,7	6,3	11,3
<i>Tålegrensene</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	10,1	8,3	17,3
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	4,7	3,7	8,3
S ₇ : Alternativ tålegrense**	5,6	3,4	8,7
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørret tilbakevandrer	4,2	2,9	7,1
S ₉ : All lusepåvirket sjøørret dør	14,2	13,1	24,3
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	8,3	7,0	14,6
S ₁₁ : 60 % dør	5,7	4,8	10,0

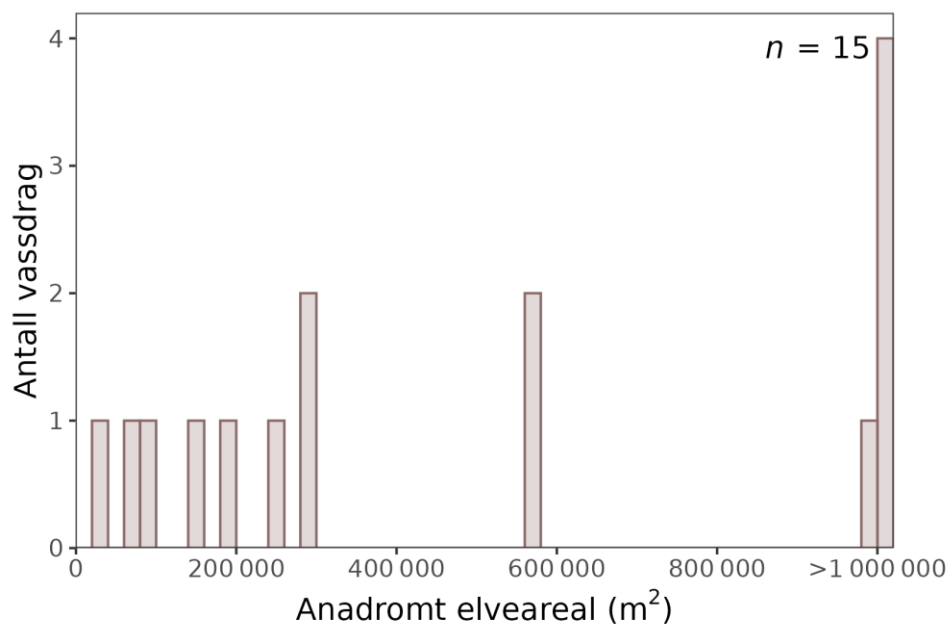
* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

6.13 Produksjonsområde 13: Øst-Finnmark

Vassdrag

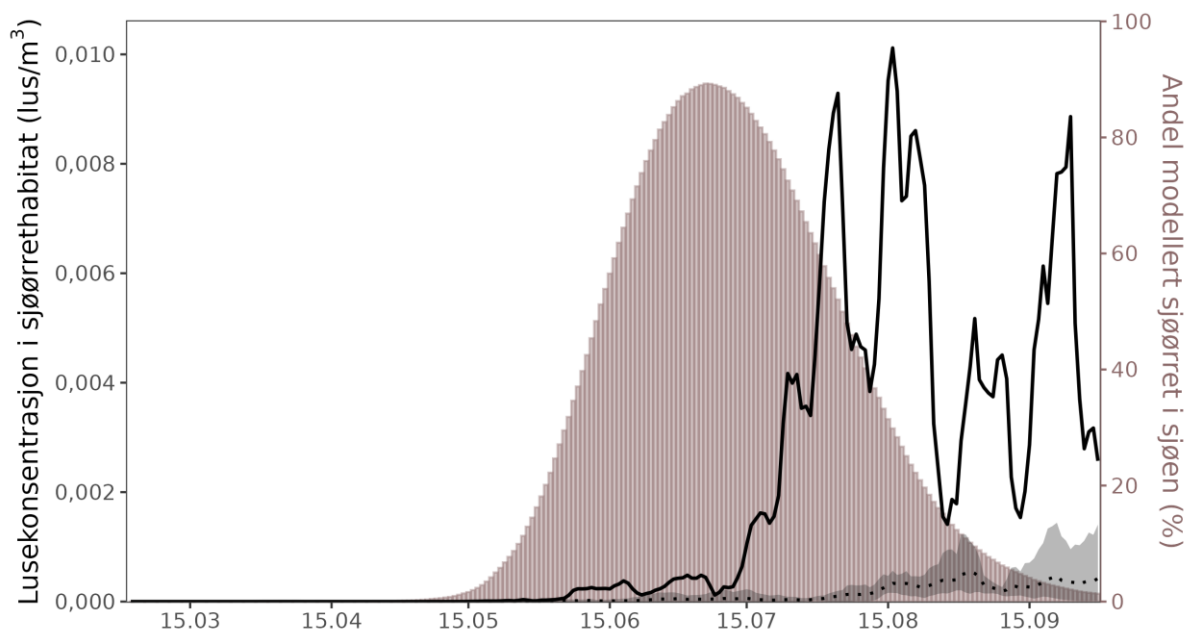
I PO 13 er det vurdert 15 vassdrag hvor 4 har et anadromt elveareal på mer enn en million kvadratmeter. Det største vassdraget er Tana med 121 670 697 m² elveareal. De fleste vassdragene i produksjonsområdet (75 %) har et anadromt elveareal på under 1 246 400 m² (Figur 6.13.1).



Figur 6.13.1. Fordeling av anadromt elveareal for de ulike vassdragene i PO 13. Den siste stolpen representerer vassdrag med anadromt elveareal på over 1 000 000 m².

Lusekonsentrasjon og andel sjørret i sjøen

I 2024 i PO 13 var det generelt høyt lusenivå i sjørrethabitatet i sjøen sammenlignet med gjennomsnittet av de fem foregående årene (**Figur 6.13.2**, heltrukket sort linje sammenlignet med prikket linje). Andel sjørret i sjøen (søylediagram) sammenlignet med utviklingen av gjennomsnittlig lusenivå (heltrukket sort linje) viser at den høyeste lusekonsentrasjonen var på 0,01 lus per kubikkmeter i snitt, ble nådd den 16.08, og at det på dette tidspunktet var 30 % av den modellerte sjørreten igjen i sjøen (**Figur 6.13.2**).

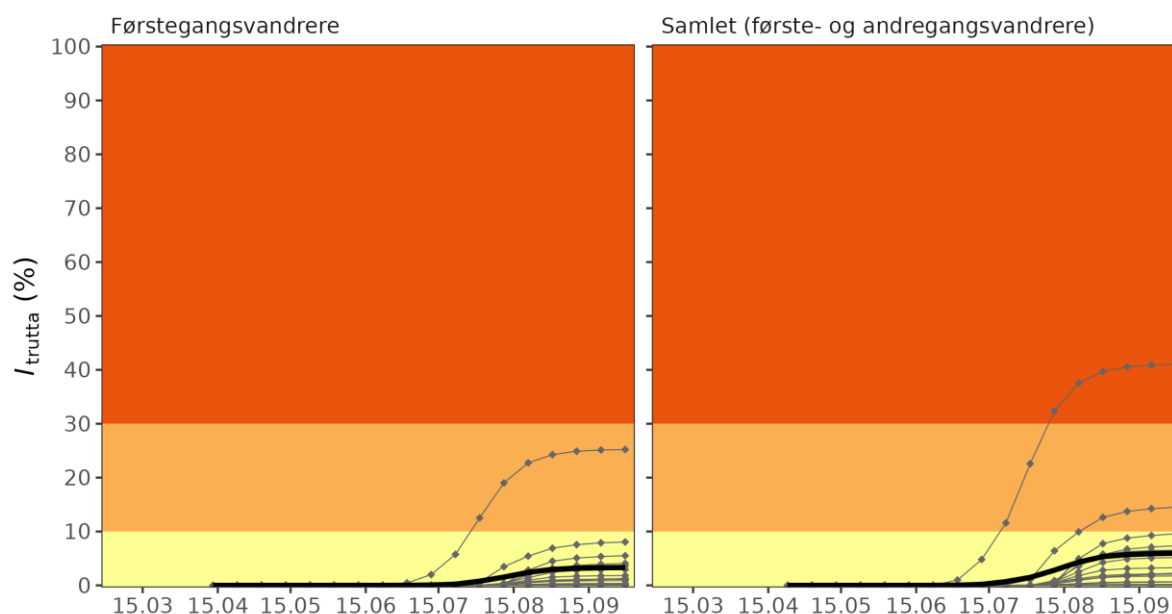


Figur 6.13.2. Lusekonsentrasjon (lus m^{-3}) i sjørrethabitatet i PO 13 per dag i 2024 (sort linje). Dette er den gjennomsnittlige lusekonsentrasjonen i en 20 km radius fra elvemunningene til alle vassdragene i produksjonsområdet for en gitt dag i 2024. Lusekonsentrasjonen for de siste fem årene er vist med gjennomsnitt (prikket linje) og minimum/maksimum (skravert område). De brune stolpene viser andelen i prosent av den modellerte sjørreten i sjøen per dag dersom det ikke er noen prematur tilbakevandring eller død. Andelen sjørret i sjøen gjelder både første- og andregangsvandrere.

6.13.1 Uvektede indikatorverdier

Endring i I_{trutta} gjennom sesongen

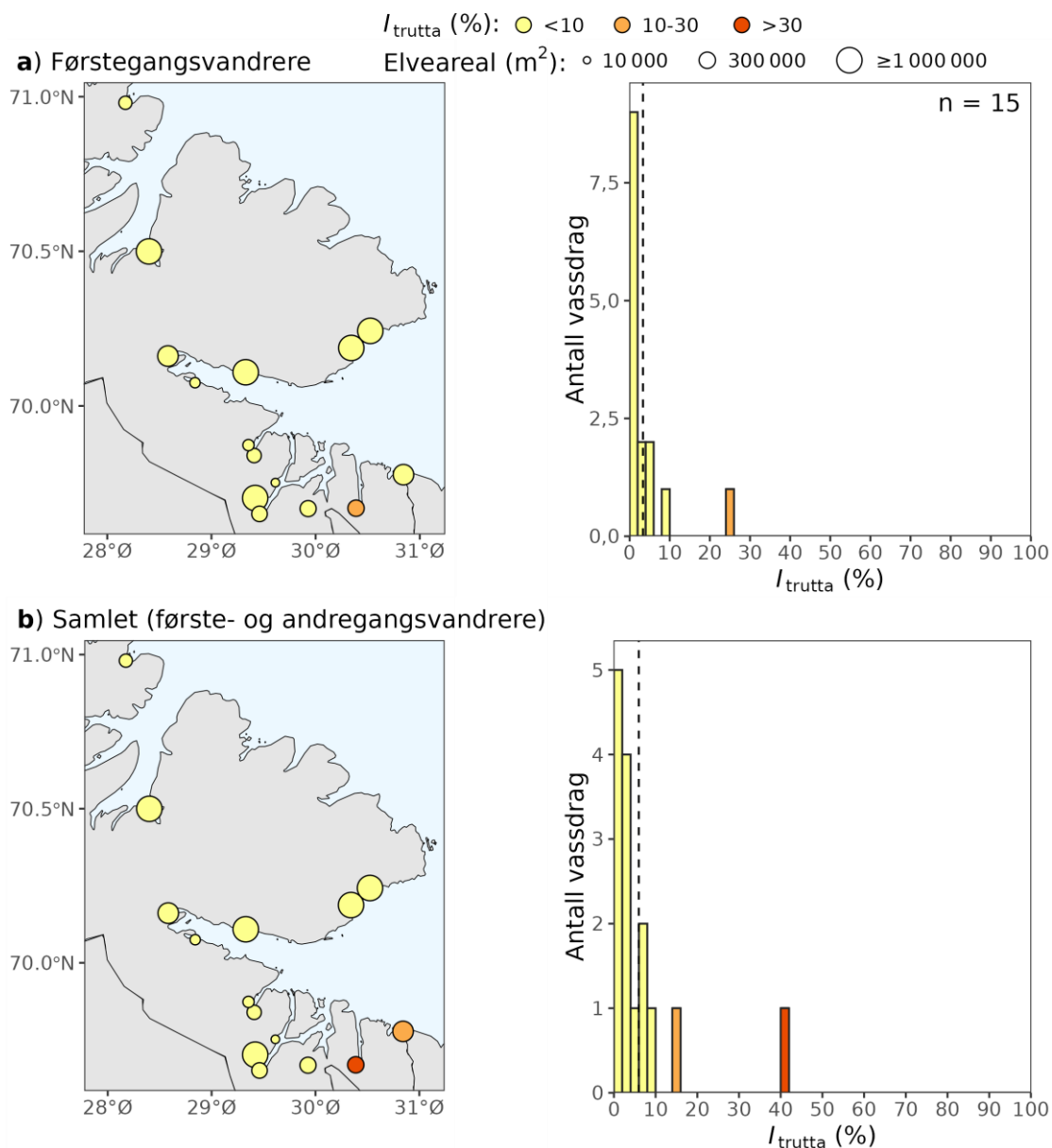
Sjørørreten i de ulike vassdragene i PO 13 var lite påvirket av lus frem til 02.07 (**Figur 6.13.3**). Derfra økte den gjennomsnittlige indikatorverdien (I_{trutta}) og endte på 3 % for førstegangsvandrere og 6 % for den samlede påvirkningen på både første- og andregangsvandrere. Etter august var det liten endring i I_{trutta} i PO 13, og fra 01.09 til 30.09 var økningen på kun 0,4 prosentpoeng for førstegangsvandrere og 0,6 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 6.13.3. Utviklingen i I_{trutta} over tid i PO 13 i 2024. Hvert vassdrag er representert med en grå linje der hvert punkt er estimert I_{trutta} (hver tiende dag). Den svarte linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} for hele produksjonsområdet over tid. Bakgrunnen er farget etter kategoriseringen av I_{trutta} .

Fordeling av I_{trutta} per vassdrag (geografisk og antall)

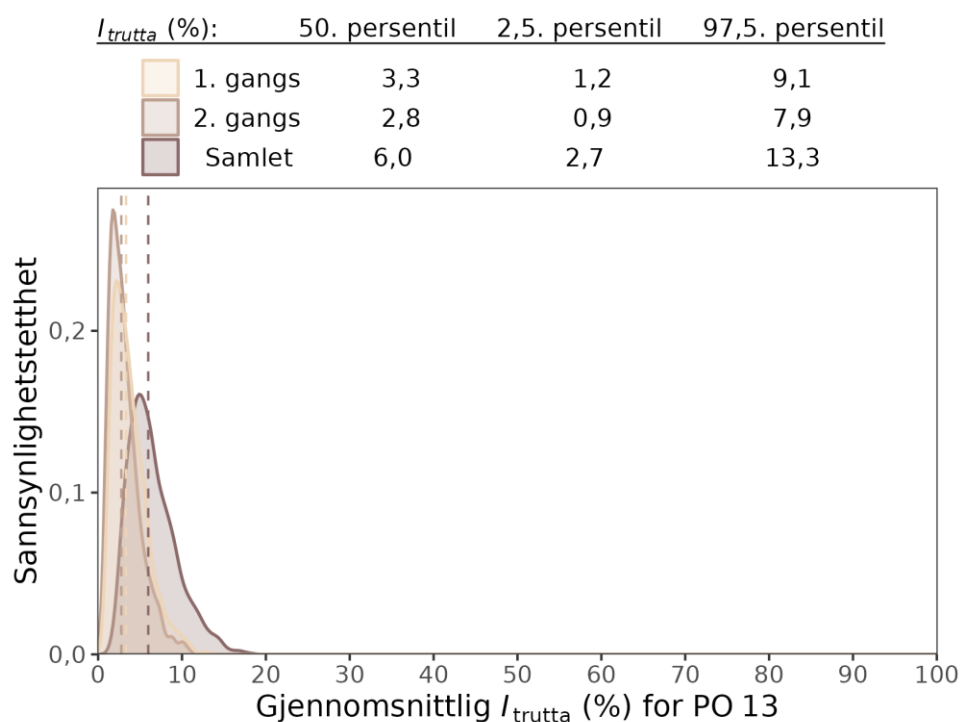
Den geografiske fordelingen og lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene i PO 13 er vist i **Figur 6.13.4**. Sjørørreten oppholder seg hovedsakelig i nærheten av vassdraget den vandrer ut fra (kap. 9.3). Vassdragets nærhet til oppdrettsaktivitet vil derfor være en viktig faktor for lusepåvirkningen (I_{trutta}).



Figur 6.13.4. Geografisk plassering av vassdragene i PO 13, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m² eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet). **a)** er for førstegangsvandrere og **b)** er for samlet påvirkning på første- og andregangsvandrere.

Uvektet I_{trutta} med usikkerhet

De uvektede indikatorverdiene (I_{trutta}) for produksjonsområdet er estimert med usikkerhet. I denne usikkerheten er både statistisk usikkerhet og biologisk variasjon (årsvariasjon og romlig variasjon) inkludert fra de underliggende variablene der vi hadde god informasjon om denne variasjonen (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus). Usikkerhetsfordelingene til det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet for begge gruppene er basert på 1000 kjøring av den virtuelle sjørretmodellen der ulike parameterverdier er trukket fra usikkerhetsfordelingene til de underliggende variablene (se kap. 9.13). For hver kjøring estimeres det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} på tvers av alle vassdrag, og det er disse 1000 I_{trutta} -verdiene som utgjør usikkerhetsfordelingene (**Figur 6.13.5**). Medianen til fordelingene angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien er større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Uvektet I_{trutta} (median) for PO 13 var 3,3 % for førstegangsvandrere, 2,8 % for andregangsvandrere og 6,0 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 6.13.5**).



Figur 6.13.5. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 13 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

For å teste robustheten til modellen har vi gjort sensitivitetsanalyser for underliggende variabler der vi ikke hadde god informasjon om usikkerheten (**Tabell 6.13.1**). Dette gjelder den romlige fordelingen av sjørreten, tålegrensene for lus på sjørreten før den blir påvirket, hvor stor andelen av den lusepåvirkede sjørreten som tilbakevandrer og hvor stor andel som dør, og hvor stor andel av lusen som fester seg på sjørreten som dør. Størst påvirkning på modellresultatet for de uvektede indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjørret døde (samlet I_{trutta} økte med 5,7 prosentpoeng, **Tabell 6.13.1**).

Tabell 6.13.1. Sensitivitetsanalyser for uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 13 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	3,3	2,8	6,0
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	3,7	3,1	6,3
S ₂ : Uniform 20 km	3,3	2,7	5,8
S ₃ : Uniform 30 km	1,9	1,6	3,9
S ₄ : Interpolerte avstander	3,0	2,6	5,5
<i>Tålegrens</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	5,2	4,2	9,0
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	1,9	1,5	3,4
S ₇ : Alternativ tålegrense**	2,3	1,3	3,5
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjørret tilbakevandrer	1,7	1,2	3,0
S ₉ : All lusepåvirket sjørret dør	6,8	6,0	11,7
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	4,0	3,3	6,9
S ₁₁ : 60 % dør	2,4	1,9	4,4

* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

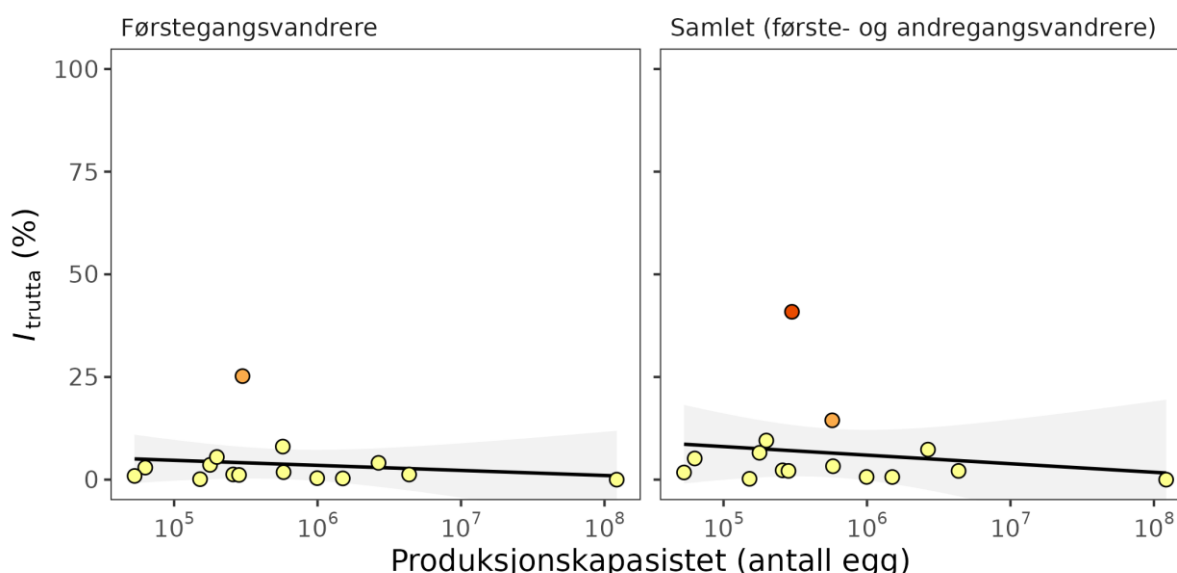
** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

6.13.2 Vektete indikatorverdier

Sjørretvassdragene i PO 13 har ulikt anadromt elveareal (**Figur 6.13.1**). Dette vil kunne påvirke produksjonskapasiteten til vassdraget. For å vekte indikatorverdiene på produksjonskapasitet har vi estimert antall egg hvert vassdrag teoretisk kan produsere basert på anadromt elveareal, samt tilstedeværelse av laks i vassdraget (kap. 3.2). Dette målet tar ikke hensyn til tilstanden til vassdraget, men gir en indikasjon på hvor mye hvert enkelt vassdrag bidrar til den totale produksjonskapasiteten til produksjonsområdet. Vi kan dermed bruke dette målet på produksjonskapasitet for å beregne vektet indikatorverdi for PO 13.

Sammenheng mellom produksjonskapasitet og I_{trutta}

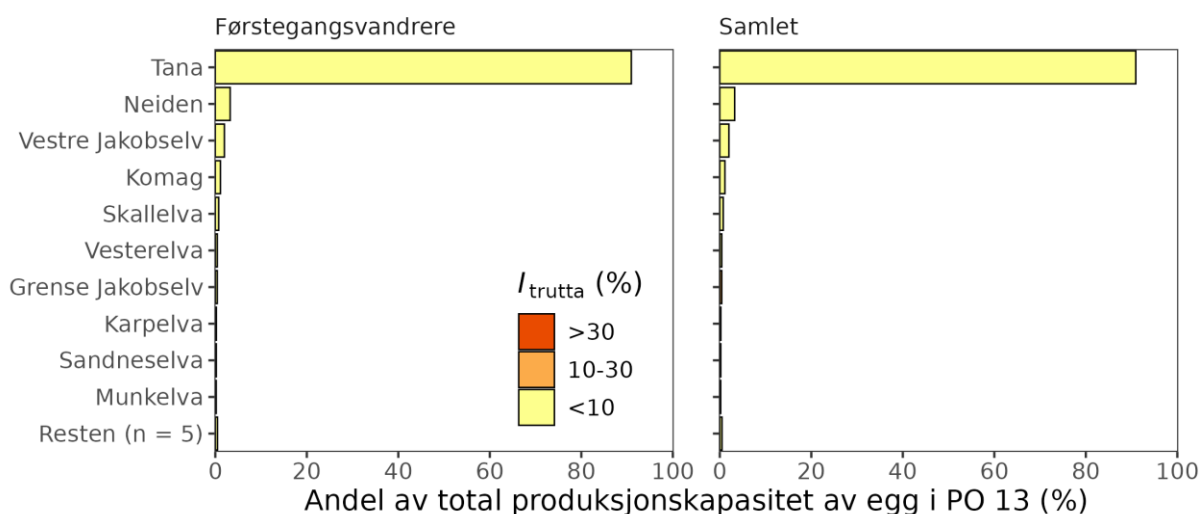
I PO 13 var det ingen sammenheng mellom den teoretiske produksjonskapasiteten og I_{trutta} for førstegangsvandrere ($r^2 = 3\%$) og samlet for første- og andregangsvandrere ($r^2 = 3\%$, **Figur 6.13.6**).



Figur 6.13.6. Nedgang i sjørretens fitness, I_{trutta} (%), som en funksjon av vassdragets teoretiske produksjonskapasitet estimert som antall egg vassdraget teoretisk sett kan produsere basert på anadromt elveareal og tilstedeværelse av laks. For førstegangsvandrere er $I_{trutta} = 10,9 (\pm 12) - 1,2 (\pm 2,1) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 3\%$, og samlet for første- og andregangsvandrere er $I_{trutta} = 18,5 (\pm 19,5) - 2,1 (\pm 3,4) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 3\%$.

Andel av teoretisk produksjonskapasitet

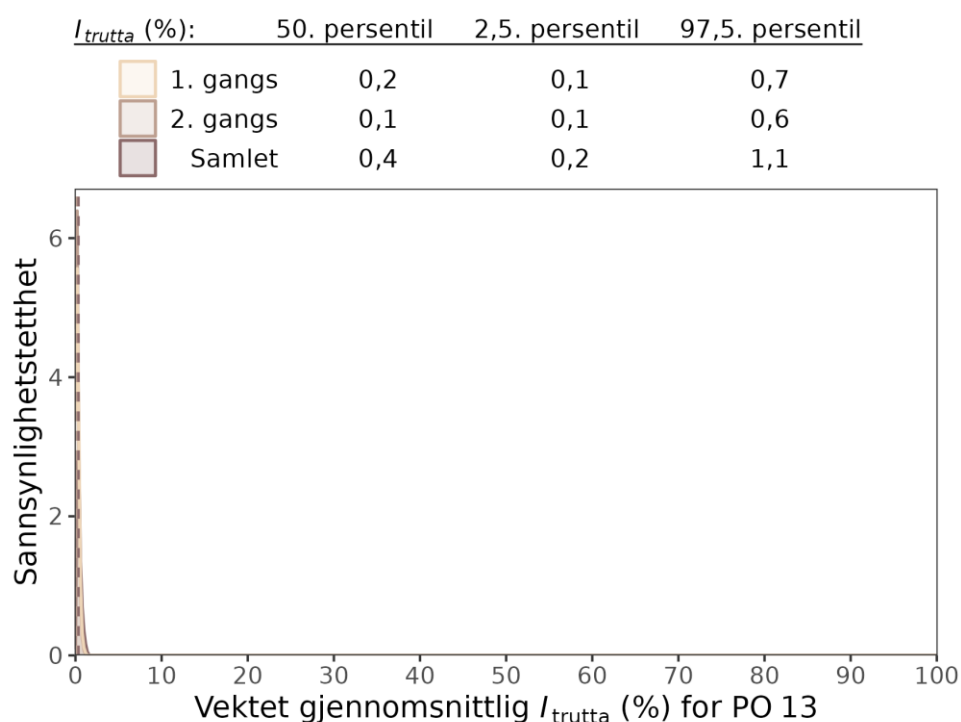
PO 13 har 15 sjørretvassdrag. Tana har størst andel av den teoretiske produksjonskapasiteten, med en andel på 91 % av produksjonen (**Figur 6.13.7**). Samlet utgjør de ti største vassdragene 100 % av den totale produksjonskapasiteten. Av de ti største vassdragene i PO 13 hadde Karpelva en I_{trutta} på mellom 10 og 30 % og de resterende ni vassdragene en $I_{trutta} < 10\%$ for førstegangsvandrende. Karpelva og Grense Jakobselv gikk opp en kategori for I_{trutta} for den samlede påvirkningen på første- og andregangsvandrende. Resten av de 5 vassdragene i PO 13 hadde et vektet snitt for $I_{trutta} < 10\%$ både for førstegangsvandrende og samlet (første- og andregangsvandrende) (**Figur 6.13.7**).



Figur 6.13.7. Andelen av den totale produksjonskapasiteten i produksjonsområdet for de 10 største vassdragene i PO 13. Stolpene er farget etter kategoriene for I_{trutta} vassdraget havnet i for førstegangsvandrerne og samlet (første- og andregangsvandrerne). Stolpen for «Resten» er farget etter det vektete snittet av I_{trutta} for resten av vassdragene.

Vektet I_{trutta} med usikkerhet

Usikkerhetsfordelingen for de vektete indikatorverdiene (I_{trutta}) er basert på usikkerheten i de samme underliggende variablene som for de vektete indikatorverdiene (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus) og likt antall kjøring (1000) av den virtuelle sjørretmodellen. Usikkerhetsfordelingene i **Figur 6.13.8** viser fordelingene til de vektete snittene av I_{trutta} på tvers av alle vassdragene for hver kjøring for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet første- og andregangsvandrere i PO 13. Medianen til fordelingene angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Vektet I_{trutta} (median) for PO 13 var 0,2 % for førstegangsvandrere, 0,1 % for andregangsvandrere og 0,4 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 6.13.8**).



Figur 6.13.8. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 13 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir den vektete I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

Det er gjort sensitivitetsanalyser med de samme underliggende variablene som er benyttet for de uvektede indikatorverdiene. Ingen av sensitivitetsanalysene gjorde noe utslag av betydning i de vektete indikatorverdiene til PO 13 (**Tabell 6.13.2**).

Tabell 6.13.2. Sensitivitetsanalyser for vektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 13 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	Vektet I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	0,2	0,1	0,4
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	0,2	0,1	0,3
S ₂ : Uniform 20 km	0,1	0,1	0,3
S ₃ : Uniform 30 km	0,1	0,1	0,2
S ₄ : Interpolerte avstander	0,2	0,1	0,4
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	0,3	0,3	0,6
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	0,1	0,1	0,2
S ₇ : Alternativ tålegrense**	0,1	0,1	0,2
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjørretet tilbakevandrer	0,1	0,1	0,2
S ₉ : All lusepåvirket sjørretet dør	0,4	0,3	0,7
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	0,2	0,2	0,4
S ₁₁ : 60 % dør	0,1	0,1	0,2

* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

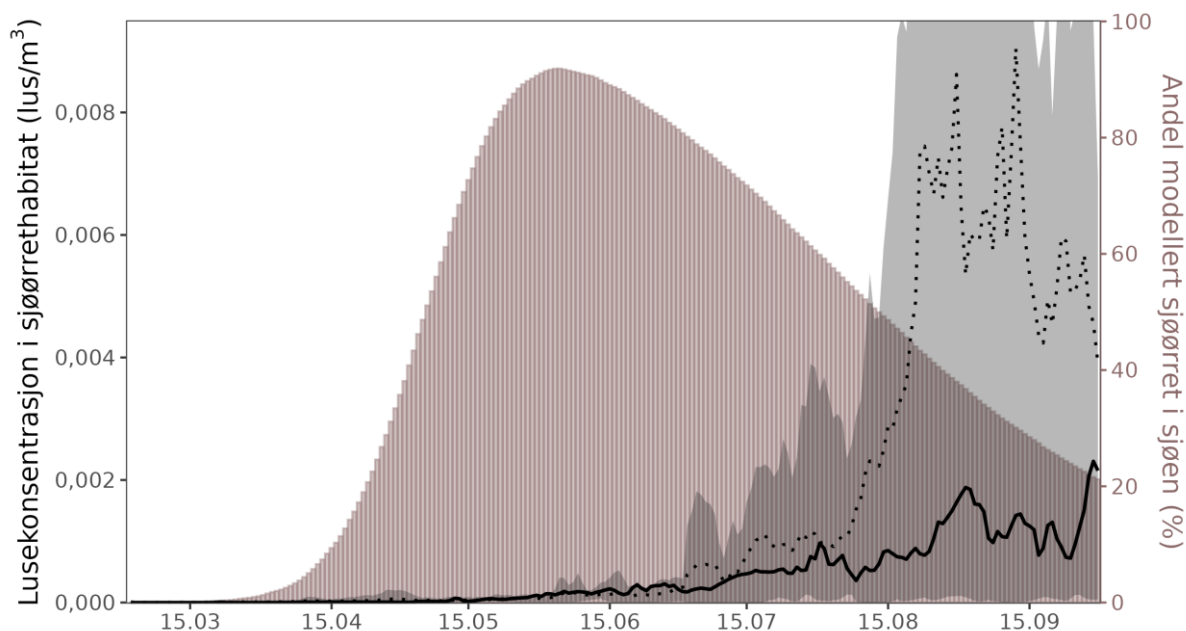
** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

7 Resultater for produksjonsområdene 2025

7.1 Produksjonsområde 1: Svenskegrensa til Jæren

Lusekonsentrasjon og andel sjørret i sjøen

I 2025 i PO 1 var det noe lavere lusenivå i sjørrethabitatet i sjøen sammenlignet med gjennomsnittet av de fem foregående årene (**Figur 7.1.1**, heltrukket sort linje sammenlignet med prikket linje). Andel sjørret i sjøen (søylediagram) sammenlignet med utviklingen av gjennomsnittlig lusenivå (heltrukket sort linje) viser at den høyeste lusekonsentrasjonen var på 0,002 lus per kubikkmeter i snitt, ble nådd den 29.09, og at det på dette tidspunktet var 22 % av den modellerte sjørreten igjen i sjøen (**Figur 7.1.1**).

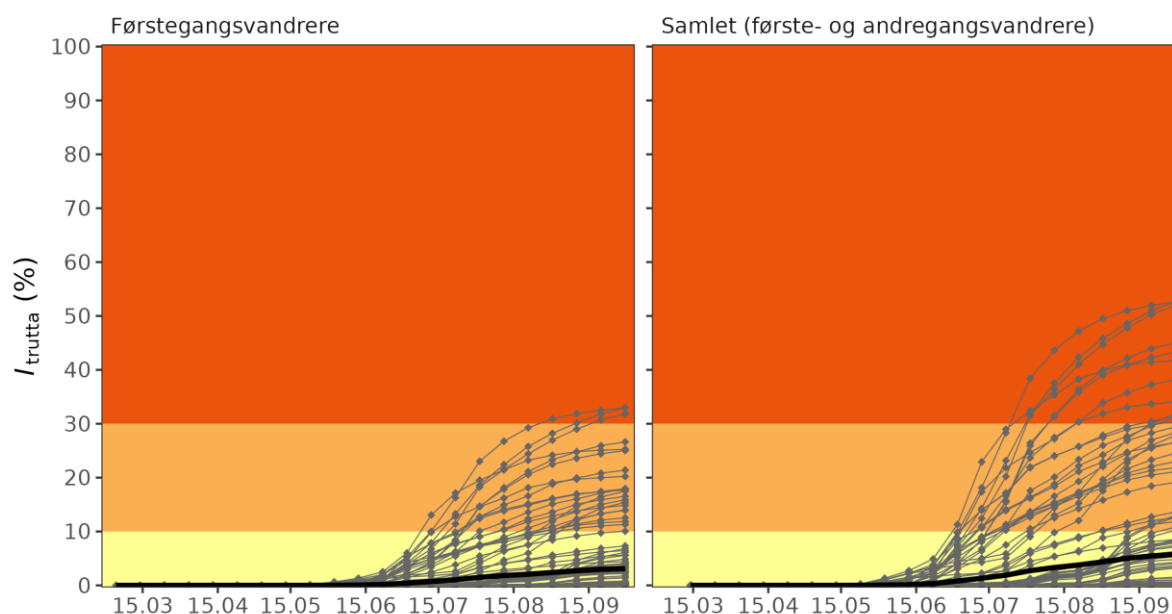


Figur 7.1.1. Lusekonsentrasjon (lus m^{-3}) i sjørrethabitatet i PO 1 per dag i 2025 (sort linje). Dette er den gjennomsnittlige lusekonsentrasjonen i en 20 km radius fra elvemunningene til alle vassdragene i produksjonsområdet for en gitt dag i 2025. Lusekonsentrasjonen for de siste fem årene er vist med gjennomsnitt (prikket linje) og minimum/maksimum (skravert område). De brune stolpene viser andelen i prosent av den modellerte sjørreten i sjøen per dag dersom det ikke er noen prematur tilbakevandring eller død. Andelen sjørret i sjøen gjelder både første- og andregangsvandrere.

7.1.1 Uvektede indikatorverdier

Endring i I_{trutta} gjennom sesongen

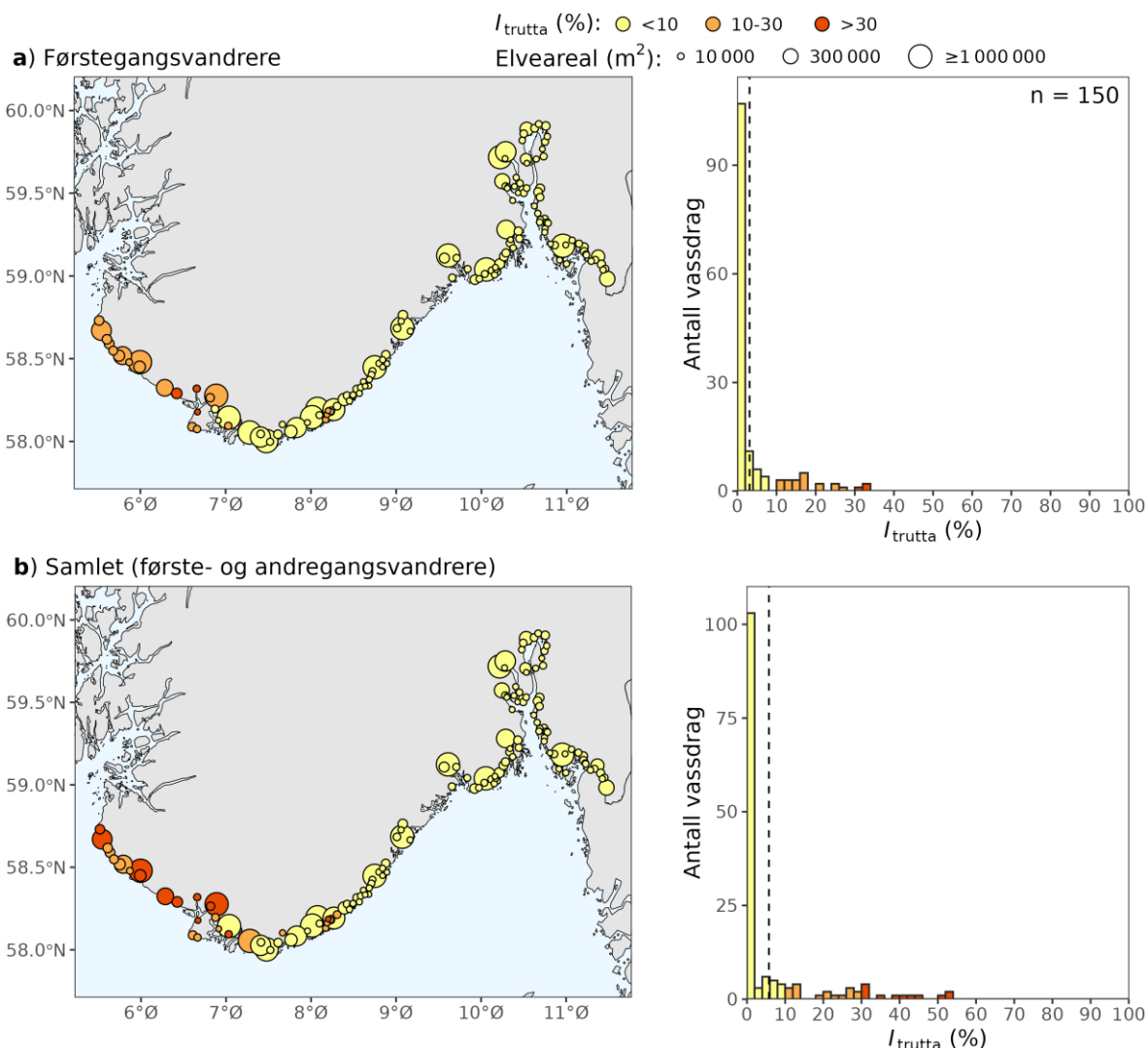
Sjørørreten i de ulike vassdragene i PO 1 var lite påvirket av lus frem til 13.05 (**Figur 7.1.2**). Derfra økte den gjennomsnittlige indikatorverdien (I_{trutta}) og endte på 3 % for førstegangsvandrere og 6 % for den samlede påvirkningen på både første- og andregangsvandrere. Etter august var det liten endring i I_{trutta} i PO 1, og fra 01.09 til 30.09 var økningen på kun 0,7 prosentpoeng for førstegangsvandrere og 1 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 7.1.2. Utviklingen i I_{trutta} over tid i PO 1 i 2025. Hvert vassdrag er representert med en grå linje der hvert punkt er estimert I_{trutta} (hver tiende dag). Den svarte linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} for hele produksjonsområdet over tid. Bakgrunnen er farget etter kategoriseringen av I_{trutta} .

Fordeling av I_{trutta} per vassdrag (geografisk og antall)

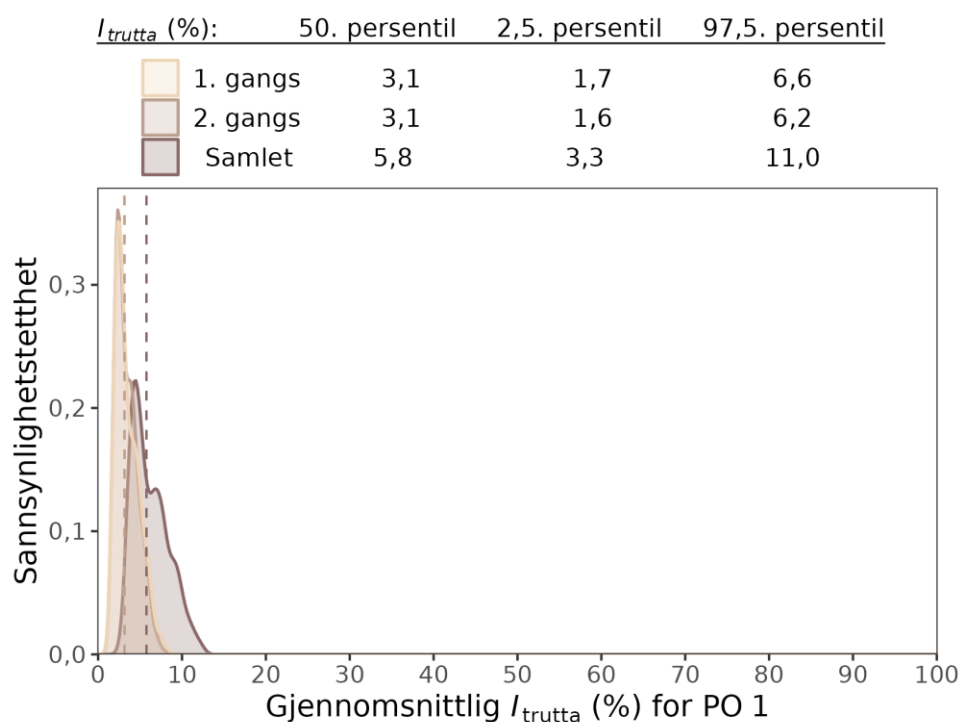
Den geografiske fordelingen og lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene i PO 1 er vist i **Figur 7.1.3**. Sjørørreten oppholder seg hovedsakelig i nærheten av vassdraget den vandrer ut fra (kap. 9.3). Vassdragets nærhet til oppdrettsaktivitet vil derfor være en viktig faktor for lusepåvirkningen (I_{trutta}).



Figur 7.1.3. Geografisk plassering av vassdragene i PO 1, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m^2 eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet). **a)** er for førstegangsvandrere og **b)** er for samlet påvirkning på første- og andregangsvandrere.

Uvektet I_{trutta} med usikkerhet

De uvektede indikatorverdiene (I_{trutta}) for produksjonsområdet er estimert med usikkerhet. I denne usikkerheten er både statistisk usikkerhet og biologisk variasjon (årsvariasjon og romlig variasjon) inkludert fra de underliggende variablene der vi hadde god informasjon om denne variasjonen (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus). Usikkerhetsfordelingene til det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet for begge gruppene er basert på 1000 kjøring av den virtuelle sjørretmodellen der ulike parameterverdier er trukket fra usikkerhetsfordelingene til de underliggende variablene (se kap. 9.13). For hver kjøring estimeres det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} på tvers av alle vassdrag, og det er disse 1000 I_{trutta} -verdiene som utgjør usikkerhetsfordelingene (**Figur 7.1.4**). Medianen til fordelingene angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien er større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Uvektet I_{trutta} (median) for PO 1 var 3,1 % for førstegangsvandrere, 3,1 % for andregangsvandrere og 5,8 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 7.1.4**).



Figur 7.1.4. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 1 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

For å teste robustheten til modellen har vi gjort sensitivitetsanalyser for underliggende variabler der vi ikke hadde god informasjon om usikkerheten (**Tabell 7.1.1**). Dette gjelder den romlige fordelingen av sjøørreten, tålegrensene for lus på sjøørreten før den blir påvirket, hvor stor andelen av den lusepåvirkede sjøørreten som tilbakevandrer og hvor stor andel som dør, og hvor stor andel av lusen som fester seg på sjøørreten som dør. Størst påvirkning på modellresultatet for de uvektede indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjøørret døde (samlet I_{trutta} økte med 4,2 prosentpoeng, **Tabell 7.1.1**).

Tabell 7.1.1. Sensitivitetsanalyser for uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 1 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	3,1	3,1	5,8
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	2,3	2,2	4,1
S ₂ : Uniform 20 km	2,1	2,1	3,8
S ₃ : Uniform 30 km	1,7	1,7	3,3
S ₄ : Interpolerte avstander	3,1	3,1	5,5
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	5,1	4,9	8,8
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	1,7	1,8	3,4
S ₇ : Alternativ tålegrense**	1,7	1,2	2,8
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørret tilbakevandrer	2,0	1,8	3,6
S ₉ : All lusepåvirket sjøørret dør	5,6	6,1	10,0
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	3,9	3,9	7,0
S ₁₁ : 60 % dør	2,3	2,3	4,2

* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

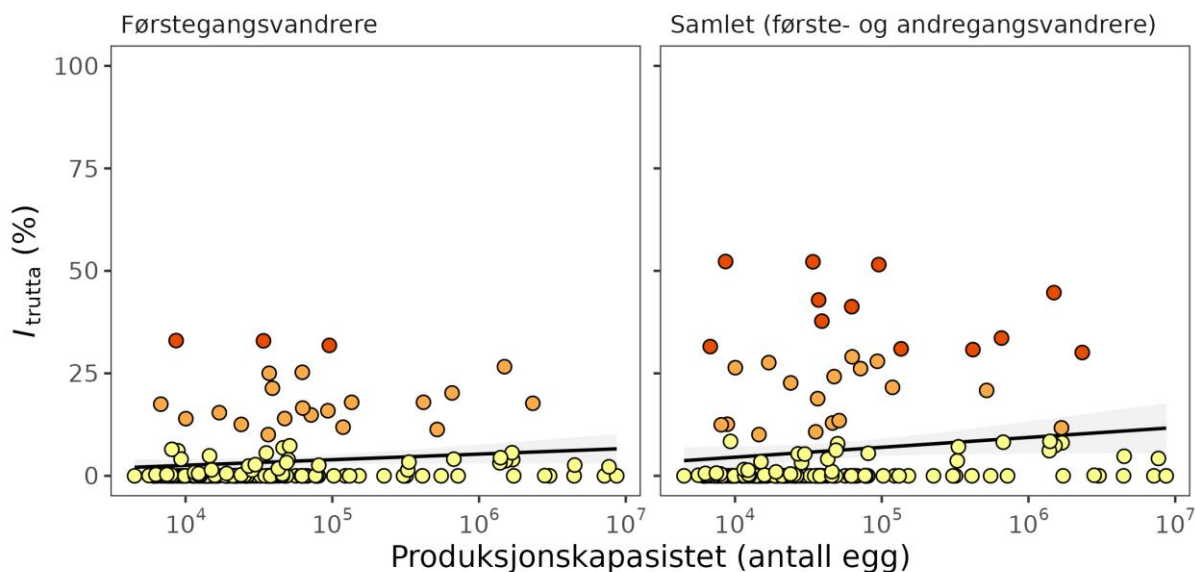
** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

7.1.2 Vektete indikatorverdier

Sjørretvassdragene i PO 1 har ulikt anadromt elveareal (**Figur 6.1.1**). Dette vil kunne påvirke produksjonskapasiteten til vassdraget. For å vekte indikatorverdiene på produksjonskapasitet har vi estimert antall egg hvert vassdrag teoretisk kan produsere basert på anadromt elveareal, samt tilstedeværelse av laks i vassdraget (kap. 3.2). Dette målet tar ikke hensyn til tilstanden til vassdraget, men gir en indikasjon på hvor mye hvert enkelt vassdrag bidrar til den totale produksjonskapasiteten til produksjonsområdet. Vi kan dermed bruke dette målet på produksjonskapasitet for å beregne vektet indikatorverdi for PO 1.

Sammenheng mellom produksjonskapasitet og I_{trutta}

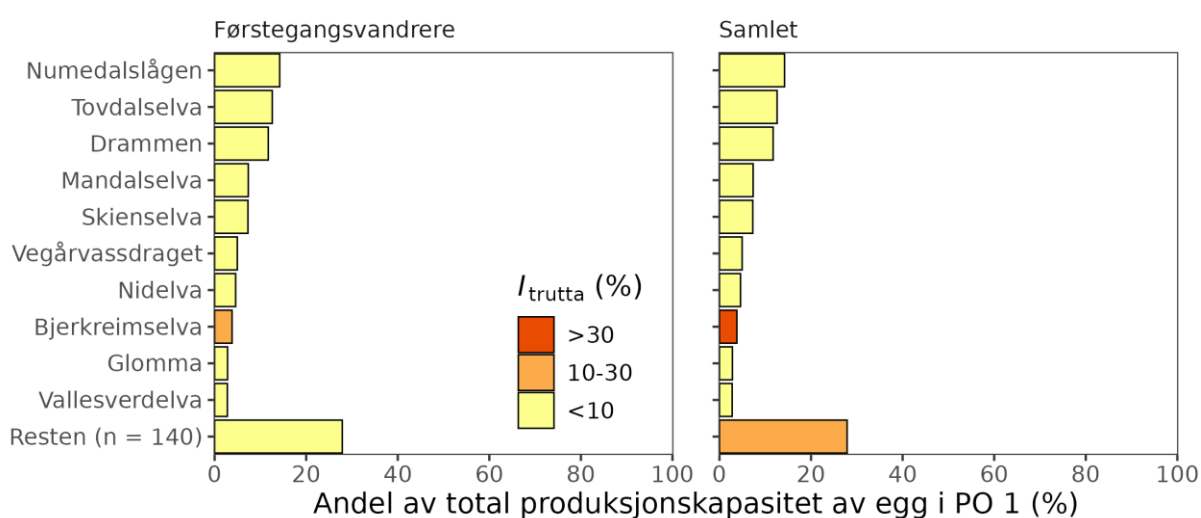
I PO 1 var det en svak sammenheng mellom den teoretiske produksjonskapasiteten og I_{trutta} for førstegangsvandrere ($r^2 = 2\%$) og samlet for første- og andregangsvandrere ($r^2 = 2\%$, **Figur 7.1.5**). En økning i antall egg som teoretisk kan produseres i vassdraget med en faktor på 10 tilsvarer en endring i I_{trutta} på +1,4 prosentpoeng for førstegangsvandrere og +2,4 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 7.1.5. Nedgang i sjørretens fitness, I_{trutta} (%), som en funksjon av vassdragets teoretiske produksjonskapasitet estimert som antall egg vassdraget teoretisk sett kan produsere basert på anadromt elveareal og tilstedeværelse av laks. For førstegangsvandrere er $I_{trutta} = -2,9 (\pm 3,6) + 1,4 (\pm 0,8) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 2\%$, og samlet for første- og andregangsvandrere er $I_{trutta} = -5,1 (\pm 6,1) + 2,4 (\pm 1,3) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 2\%$.

Andel av teoretisk produksjonskapasitet

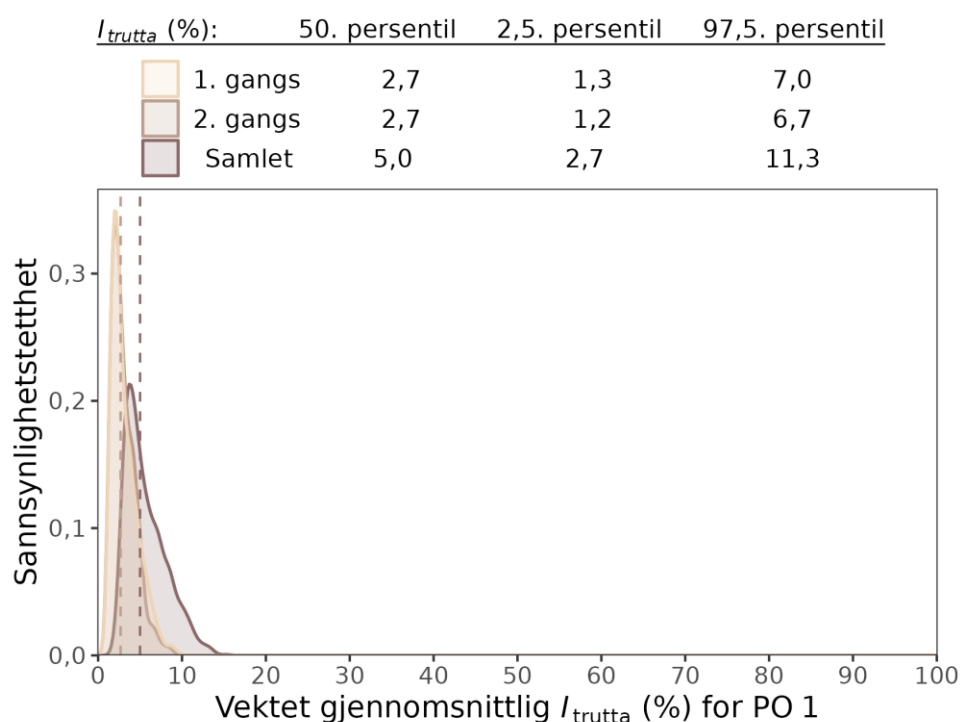
PO 1 har 150 sjørretvassdrag. Numedalslågen har størst andel av den teoretiske produksjonskapasiteten, med en andel på 14 % av produksjonen (**Figur 7.1.6**). Samlet utgjør de ti største vassdragene 72 % av den totale produksjonskapasiteten. Av de ti største vassdragene i PO 1 hadde Bjerkreimselva en I_{trutta} på mellom 10 og 30 % og de resterende ni vassdragene en $I_{trutta} < 10\%$ for førstegangsvandrende. Bjerkreimselva byttet kategori for I_{trutta} fra mellom 10 og 30 % til $> 30\%$ for den samlede påvirkningen på første- og andregangsvandrende. Resten av de 140 vassdragene i PO 1 hadde et vektet snitt for $I_{trutta} < 10\%$ for førstegangsvandrende og mellom 10 og 30 % for samlet (første- og andregangsvandrende) (**Figur 7.1.6**).



Figur 7.1.6. Andelen av den totale produksjonskapasiteten i produksjonsområdet for de 10 største vassdragene i PO 1. Stolpene er farget etter kategoriene for I_{trutta} vassdraget havnet i for førstegangsvandrende og samlet (første- og andregangsvandrende). Stolpen for «Resten» er farget etter det vektete snittet av I_{trutta} for resten av vassdragene.

Vektet I_{trutta} med usikkerhet

Usikkerhetsfordelingen for de vektete indikatorverdiene (I_{trutta}) er basert på usikkerheten i de samme underliggende variablene som for de vektete indikatorverdiene (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus) og likt antall kjøring (1000) av den virtuelle sjørretmodellen. Usikkerhetsfordelingene i **Figur 7.1.7** viser fordelingene til de vektete snittene av I_{trutta} på tvers av alle vassdragene for hver kjøring for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet første- og andregangsvandrere i PO 1. Medianen til fordelingene angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Vektet I_{trutta} (median) for PO 1 var 2,7 % for førstegangsvandrere, 2,7 % for andregangsvandrere og 5,0 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 7.1.7**).



Figur 7.1.7. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 1 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir den vektete I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

Det er gjort sensitivitetsanalyser med de samme underliggende variablene som er benyttet for de uvektede indikatorverdiene. Størst påvirkning på modellresultatet for de vektete indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjøørret dør (samlet I_{trutta} økte med 4,1 prosentpoeng, **Tabell 7.1.2**).

Tabell 7.1.2. Sensitivitetsanalyser for vektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 1 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	Vektet I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	2,7	2,7	5,0
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	1,9	1,7	3,3
S ₂ : Uniform 20 km	2,0	2,1	3,6
S ₃ : Uniform 30 km	1,8	1,8	3,5
S ₄ : Interpolerte avstander	2,6	2,5	4,8
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	4,7	4,6	8,5
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	1,4	1,4	2,7
S ₇ : Alternativ tålegrense**	1,4	1,0	2,3
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørret tilbakevandrer	1,7	1,5	3,1
S ₉ : All lusepåvirket sjøørret dør	4,9	5,4	9,1
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	3,5	3,4	6,4
S ₁₁ : 60 % dør	1,9	1,8	3,5

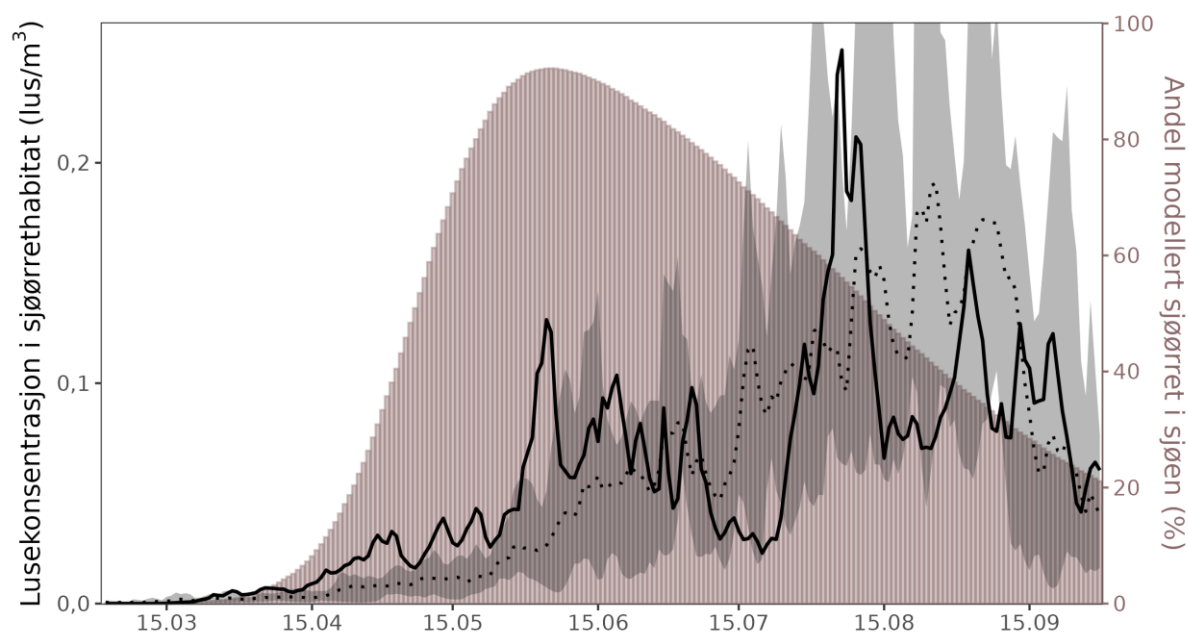
* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

7.2 Produksjonsområde 2: Ryfylke

Lusekonsentrasjon og andel sjørret i sjøen

I 2025 i PO 2 var det relativt likt lusenivå i sjørrethabitatet i sjøen sammenlignet med gjennomsnittet av de fem foregående årene (**Figur 7.2.1**, heltrukket sort linje sammenlignet med prikket linje). Andel sjørret i sjøen (søylediagram) sammenlignet med utviklingen av gjennomsnittlig lusenivå (heltrukket sort linje) viser at den høyeste lusekonsentrasjonen var på 0,3 lus per kubikkmeter i snitt, ble nådd den 06.08, og at det på dette tidspunktet var 56 % av den modellerte sjørreten igjen i sjøen (**Figur 7.2.1**).

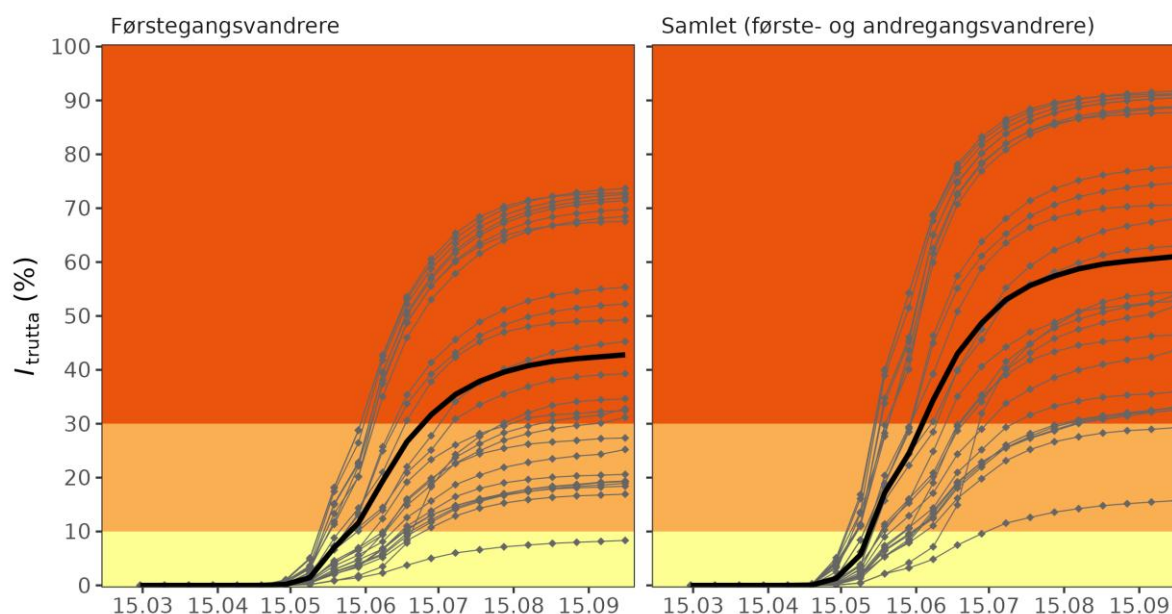


Figur 7.2.1. Lusekonsentrasjon (lus m^{-3}) i sjørrethabitatet i PO 2 per dag i 2025 (sort linje). Dette er den gjennomsnittlige lusekonsentrasjonen i en 20 km radius fra elvemunningene til alle vassdragene i produksjonsområdet for en gitt dag i 2025. Lusekonsentrasjonen for de siste fem årene er vist med gjennomsnitt (prikket linje) og minimum/maksimum (skravert område). De brune stolpene viser andelen i prosent av den modellerte sjørreten i sjøen per dag dersom det ikke er noen prematur tilbakevandring eller død. Andelen sjørret i sjøen gjelder både første- og andregangsvandrere.

7.2.1 Uvektede indikatorverdier

Endring i I_{trutta} gjennom sesongen

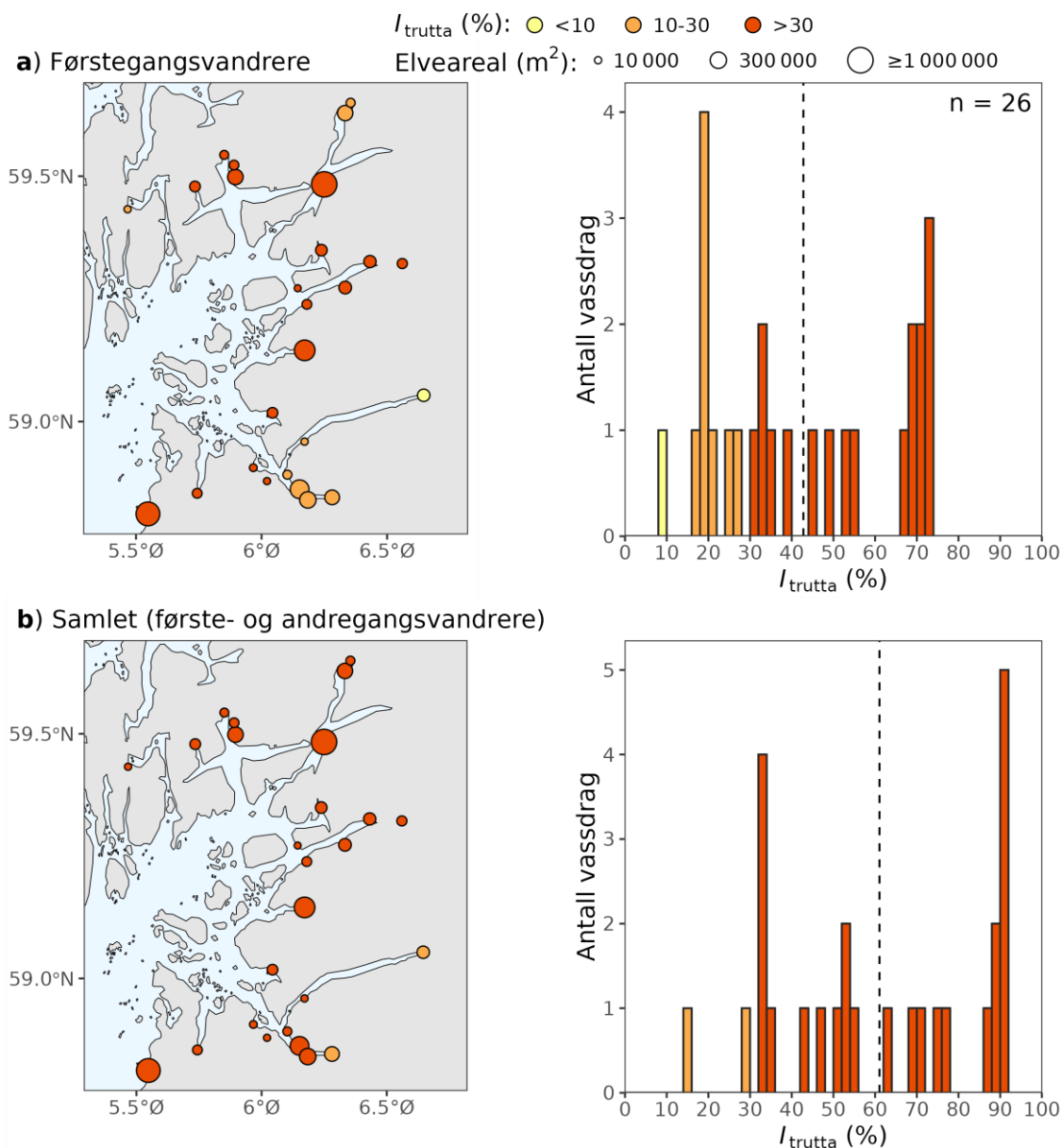
Sjørreten i de ulike vassdragene i PO 2 var lite påvirket av lus frem til 03.05 (**Figur 7.2.2**). Derfra økte den gjennomsnittlige indikatorverdien (I_{trutta}) og endte på 43 % for førstegangsvandrere og 61 % for den samlede påvirkningen på både første- og andregangsvandrere. Etter august var det liten endring i I_{trutta} i PO 2, og fra 01.09 til 30.09 var økningen på kun 1 prosentpoeng for førstegangsvandrere og 1 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 7.2.2. Utviklingen i I_{trutta} over tid i PO 2 i 2025. Hvert vassdrag er representert med en grå linje der hvert punkt er estimert I_{trutta} (hver tiende dag). Den svarte linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} for hele produksjonsområdet over tid. Bakgrunnen er farget etter kategoriseringen av I_{trutta} .

Fordeling av I_{trutta} per vassdrag (geografisk og antall)

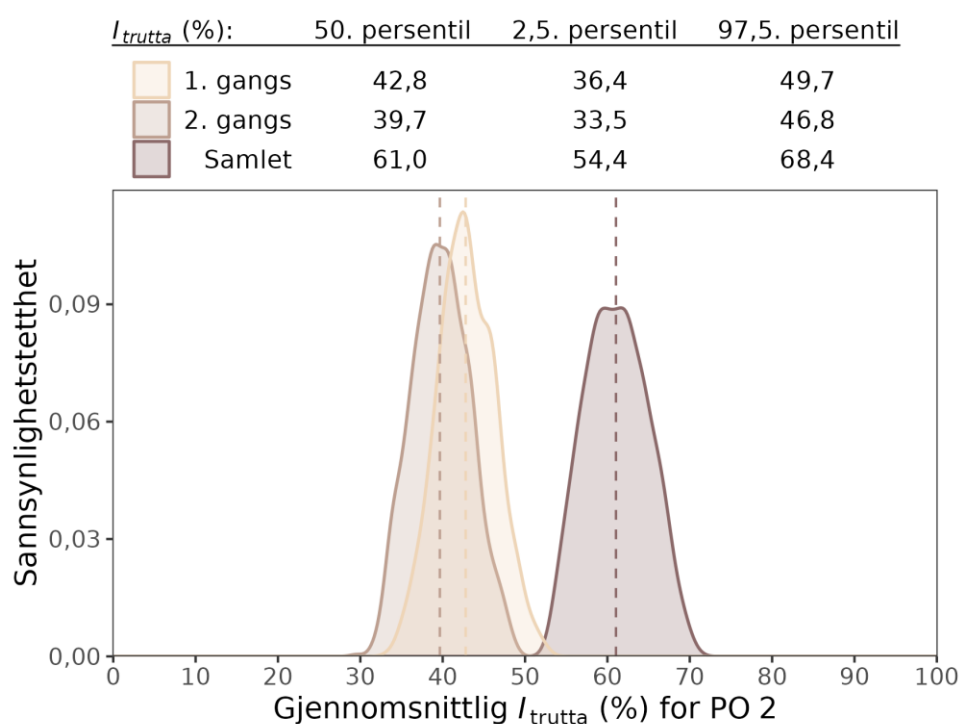
Den geografiske fordelingen og lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene i PO 2 er vist i **Figur 7.2.3**. Sjøørreten oppholder seg hovedsakelig i nærheten av vassdraget den vandrer ut fra (kap. 9.3). Vassdragets nærhet til oppdrettsaktivitet vil derfor være en viktig faktor for lusepåvirkningen (I_{trutta}).



Figur 7.2.3. Geografisk plassering av vassdragene i PO 2, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m² eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet). **a)** er for førstegangsvandrere og **b)** er for samlet påvirkning på første- og andregangsvandrere.

Uvektet I_{trutta} med usikkerhet

De uvektede indikatorverdiene (I_{trutta}) for produksjonsområdet er estimert med usikkerhet. I denne usikkerheten er både statistisk usikkerhet og biologisk variasjon (årsvariasjon og romlig variasjon) inkludert fra de underliggende variablene der vi hadde god informasjon om denne variasjonen (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus). Usikkerhetsfordelingene til det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet for begge gruppene er basert på 1000 kjøring av den virtuelle sjørretmodellen der ulike parameterverdier er trukket fra usikkerhetsfordelingene til de underliggende variablene (se kap. 9.13). For hver kjøring estimeres det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} på tvers av alle vassdrag, og det er disse 1000 I_{trutta} -verdiene som utgjør usikkerhetsfordelingene (**Figur 7.2.4**). Medianen til fordelingene angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien er større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Uvektet I_{trutta} (median) for PO 2 var 42,8 % for førstegangsvandrere, 39,7 % for andregangsvandrere og 61,0 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 7.2.4**).



Figur 7.2.4. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 2 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

For å teste robustheten til modellen har vi gjort sensitivitetsanalyser for underliggende variabler der vi ikke hadde god informasjon om usikkerheten (**Tabell 7.2.1**). Dette gjelder den romlige fordelingen av sjørreten, tålegrensene for lus på sjørreten før den blir påvirket, hvor stor andelen av den lusepåvirkede sjørreten som tilbakevandrer og hvor stor andel som dør, og hvor stor andel av lusen som fester seg på sjørreten som dør. Størst påvirkning på modellresultatet for de uvektede indikatorverdiene var det om sjørreten var uniformt fordelt med en radius på 10 km fra elvemunning (samlet I_{trutta} minket med 14,9 prosentpoeng, **Tabell 7.2.1**).

Tabell 7.2.1. Sensitivitetsanalyser for uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 2 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	42,8	39,7	61,0
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	34,1	32,1	46,1
S ₂ : Uniform 20 km	43,4	41,1	58,5
S ₃ : Uniform 30 km	52,7	49,9	71,1
S ₄ : Interpolerte avstander	37,8	38,4	57,2
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	47,5	44,2	66,9
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	38,0	35,0	54,9
S ₇ : Alternativ tålegrense**	39,4	33,8	55,1
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjørretet tilbakevandrer	36,1	31,8	53,0
S ₉ : All lusepåvirket sjørretet dør	58,4	58,1	75,0
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	44,6	41,6	63,5
S ₁₁ : 60 % dør	39,9	36,8	57,4

* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

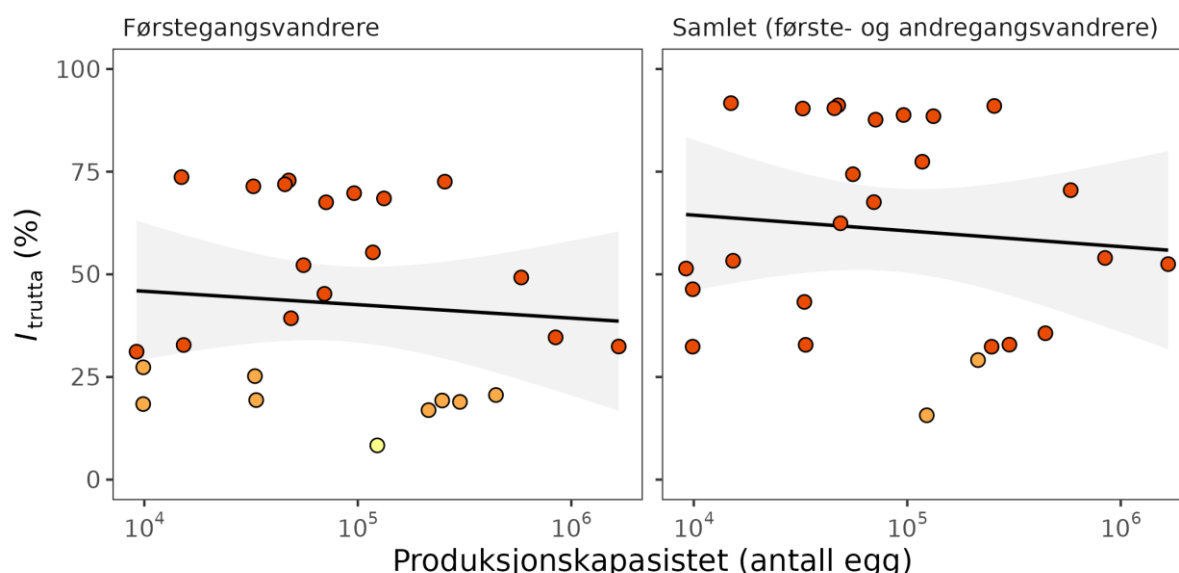
** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

7.2.2 Vektete indikatorverdier

Sjørretvassdragene i PO 2 har ulikt anadromt elveareal (**Figur 6.2.1**). Dette vil kunne påvirke produksjonskapasiteten til vassdraget. For å vekte indikatorverdiene på produksjonskapasitet har vi estimert antall egg hvert vassdrag teoretisk kan produsere basert på anadromt elveareal, samt tilstedeværelse av laks i vassdraget (kap. 3.2). Dette målet tar ikke hensyn til tilstanden til vassdraget, men gir en indikasjon på hvor mye hvert enkelt vassdrag bidrar til den totale produksjonskapasiteten til produksjonsområdet. Vi kan dermed bruke dette målet på produksjonskapasitet for å beregne vektet indikatorverdi for PO 2.

Sammenheng mellom produksjonskapasitet og I_{trutta}

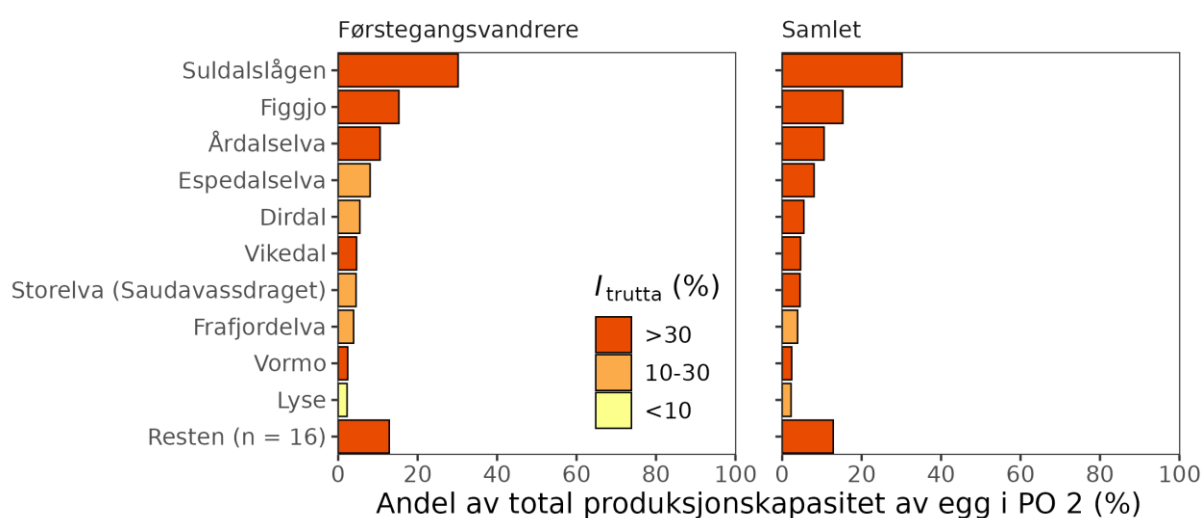
I PO 2 var det ingen sammenheng mellom den teoretiske produksjonskapasiteten og I_{trutta} for førstegangsvandrere ($r^2 = 1\%$) og samlet for første- og andregangsvandrere ($r^2 = 1\%$, **Figur 7.2.5**).



Figur 7.2.5. Nedgang i sjørretens fitness, I_{trutta} (%), som en funksjon av vassdragets teoretiske produksjonskapasitet estimert som antall egg vassdraget teoretisk sett kan produsere basert på anadromt elveareal og tilstedeværelse av laks. For førstegangsvandrere er $I_{trutta} = 59 (\pm 36,3) - 3,3 (\pm 7,3) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 1\%$, og samlet for første- og andregangsvandrere er $I_{trutta} = 79,8 (\pm 40,2) - 3,8 (\pm 8,1) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 1\%$.

Andel av teoretisk produksjonskapasitet

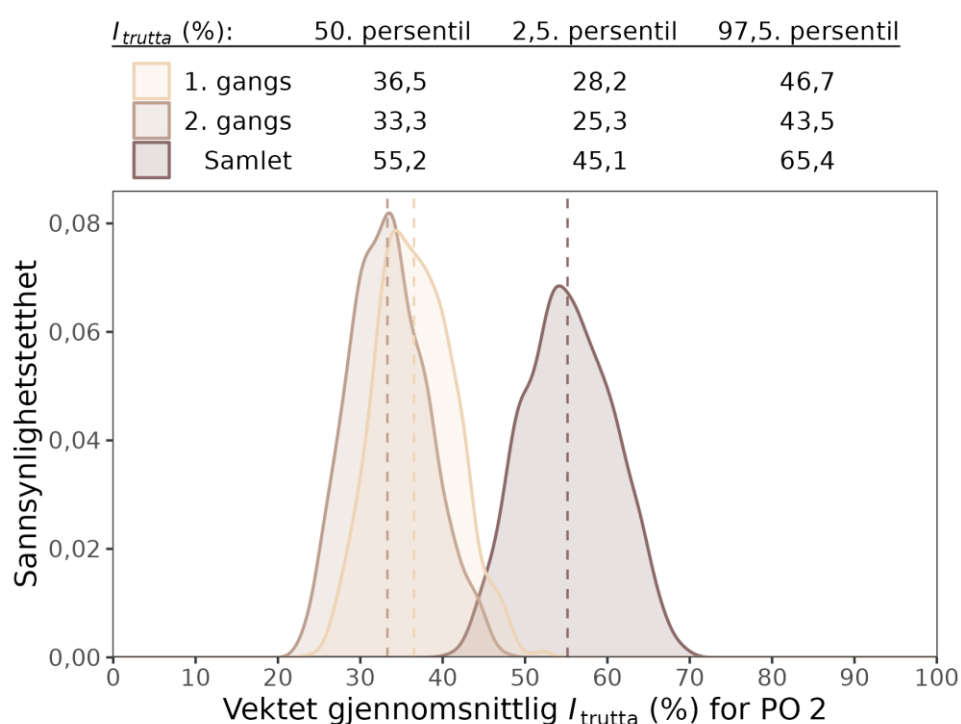
PO 2 har 26 sjørretvassdrag. Suldalslågen har størst andel av den teoretiske produksjonskapasiteten, med en andel på 30 % av produksjonen (**Figur 7.2.6**). Samlet utgjør de ti største vassdragene 87 % av den totale produksjonskapasiteten. Av de ti største vassdragene i PO 2 hadde Lyse en I_{trutta} på <10 %, Dirdal, Espedalselva, Frafjordelva og Storelva (Saudavassdraget) en I_{trutta} mellom 10 og 30 % og de resterende fem vassdragene en I_{trutta} >30 % for førstegangsvandrende. Dirdal, Espedalselva, Lyse og Storelva (Saudavassdraget) gikk opp en kategori for I_{trutta} for den samlede påvirkningen på første- og andregangsvandrende. Resten av de 16 vassdragene i PO 2 hadde et vektet snitt for I_{trutta} >30 % både for førstegangsvandrende og samlet (første- og andregangsvandrende) (**Figur 7.2.6**).



Figur 7.2.6. Andelen av den totale produksjonskapasiteten i produksjonsområdet for de 10 største vassdragene i PO 2. Stolpene er farget etter kategoriene for I_{trutta} vassdraget havnet i for førstegangsvandrende og samlet (første- og andregangsvandrende). Stolpen for «Resten» er farget etter det vektete snittet av I_{trutta} for resten av vassdragene.

Vektet I_{trutta} med usikkerhet

Usikkerhetsfordelingen for de vektete indikatorverdiene (I_{trutta}) er basert på usikkerheten i de samme underliggende variablene som for de vektete indikatorverdiene (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus) og likt antall kjøring (1000) av den virtuelle sjørretmodellen. Usikkerhetsfordelingene i **Figur 7.2.7** viser fordelingene til de vektete snittene av I_{trutta} på tvers av alle vassdragene for hver kjøring for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet første- og andregangsvandrere i PO 2. Medianen til fordelingene angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Vektet I_{trutta} (median) for PO 2 var 36,5 % for førstegangsvandrere, 33,3 % for andregangsvandrere og 55,2 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 7.2.7**).



Figur 7.2.7. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 2 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir den vektete I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

Det er gjort sensitivitetsanalyser med de samme underliggende variablene som er benyttet for de uvektede indikatorverdiene. Størst påvirkning på modellresultatet for de vektete indikatorverdiene var det om sjøørreten var uniformt fordelt med en radius på 10 km fra elvemunning (samlet I_{trutta} minket med 21,6 prosentpoeng, **Tabell 7.2.2**).

Tabell 7.2.2. Sensitivitetsanalyser for vektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 2 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	Vektet I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	36,5	33,3	55,2
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	23,0	21,9	33,6
S ₂ : Uniform 20 km	38,0	36,0	53,7
S ₃ : Uniform 30 km	52,1	48,8	70,0
S ₄ : Interpolerte avstander	30,9	33,1	51,4
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	42,3	39,1	62,5
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	30,7	28,0	47,3
S ₇ : Alternativ tålegrense**	32,2	26,5	47,5
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørret tilbakevandrer	29,7	25,6	46,1
S ₉ : All lusepåvirket sjøørret dør	51,8	51,3	72,2
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	38,6	35,6	58,0
S ₁₁ : 60 % dør	33,1	30,1	50,8

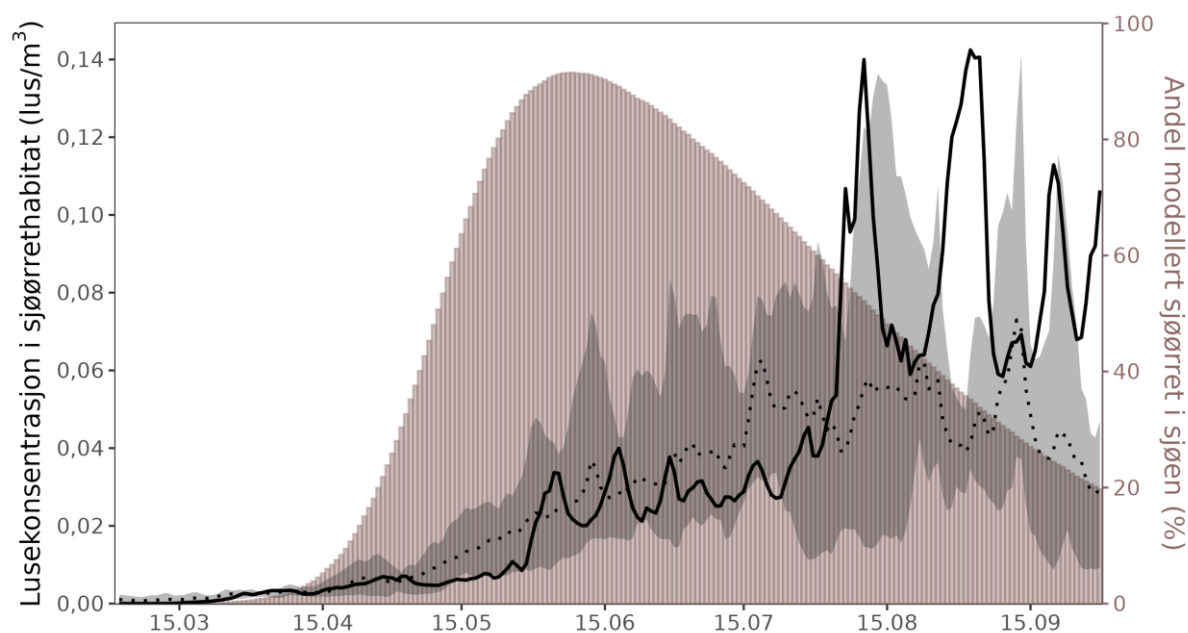
* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

7.3 Produksjonsområde 3: Karmøy til Sotra

Lusekonsentrasjon og andel sjørørret i sjøen

I 2025 i PO 3 var det noe høyere lusenivå i sjørørrethabitatet i sjøen sammenlignet med gjennomsnittet av de fem foregående årene (**Figur 7.3.1**, heltrukket sort linje sammenlignet med prikket linje). Andel sjørørret i sjøen (søylediagram) sammenlignet med utviklingen av gjennomsnittlig lusenivå (heltrukket sort linje) viser at den høyeste lusekonsentrasjonen var på 0,1 lus per kubikkmeter i snitt, ble nådd den 02.09, og at det på dette tidspunktet var 35 % av den modellerte sjørørreten igjen i sjøen (**Figur 7.3.1**).

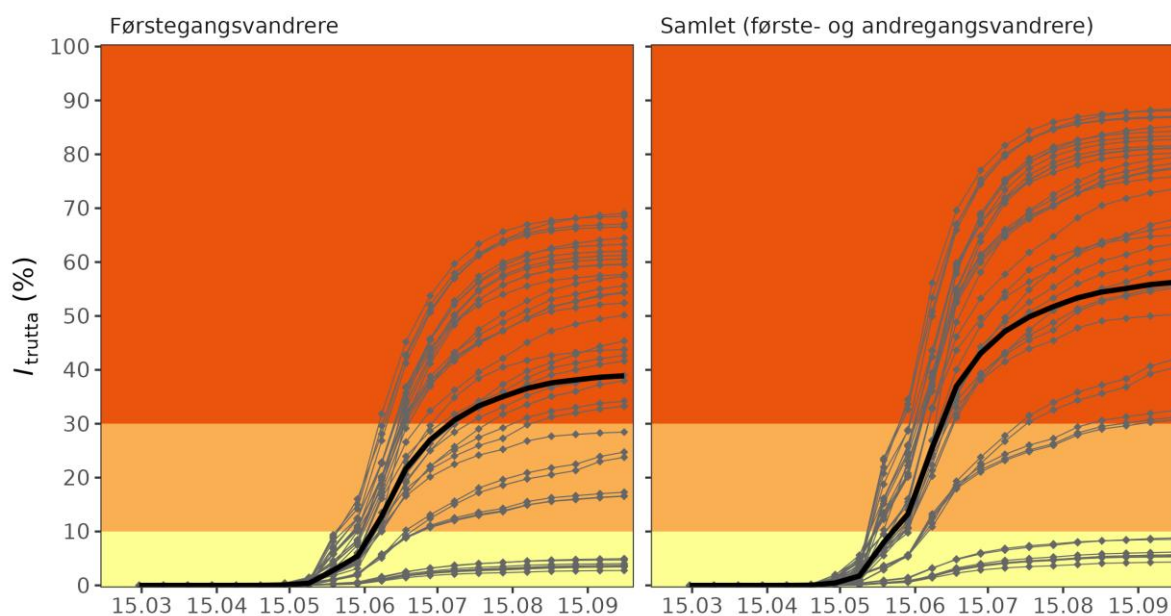


Figur 7.3.1. Lusekonsentrasjon (lus m^{-3}) i sjørørrethabitatet i PO 3 per dag i 2025 (sort linje). Dette er den gjennomsnittlige lusekonsentrasjonen i en 20 km radius fra elvemunningene til alle vassdragene i produksjonsområdet for en gitt dag i 2025. Lusekonsentrasjonen for de siste fem årene er vist med gjennomsnitt (prikket linje) og minimum/maksimum (skravert område). De brune stolpene viser andelen i prosent av den modellerte sjørørreten i sjøen per dag dersom det ikke er noen prematur tilbakevandring eller død. Andelen sjørørret i sjøen gjelder både første- og andregangsvandrere.

7.3.1 Uvektede indikatorverdier

Endring i I_{trutta} gjennom sesongen

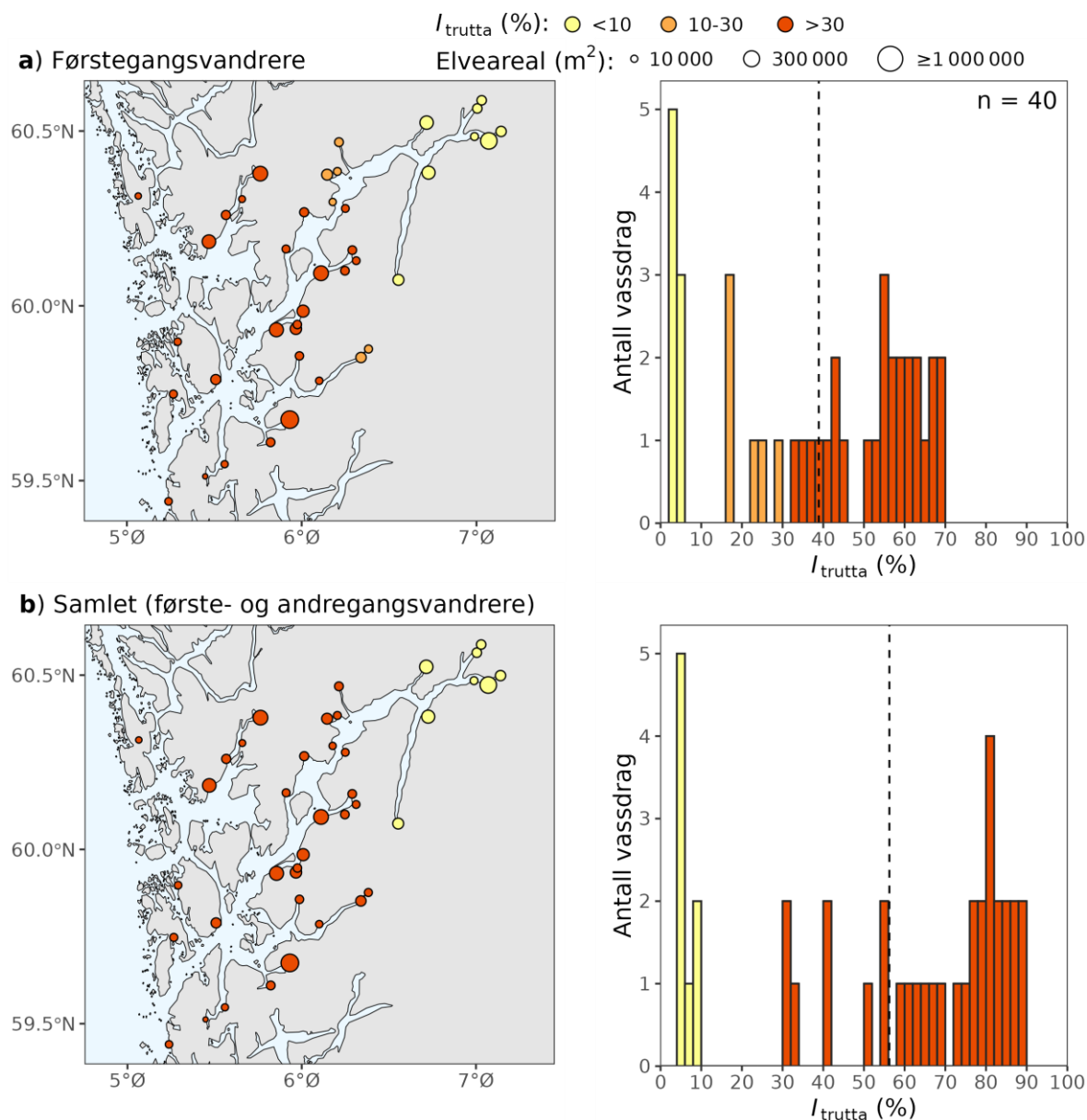
Sjørørreten i de ulike vassdragene i PO 3 var lite påvirket av lus frem til 03.05 (**Figur 7.3.2**). Derfra økte den gjennomsnittlige indikatorverdien (I_{trutta}) og endte på 39 % for førstegangsvandrere og 56 % for den samlede påvirkningen på både første- og andregangsvandrere. Etter august var det liten endring i I_{trutta} i PO 3, og fra 01.09 til 30.09 var økningen på kun 1 prosentpoeng for førstegangsvandrere og 2 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 7.3.2. Utviklingen i I_{trutta} over tid i PO 3 i 2025. Hvert vassdrag er representert med en grå linje der hvert punkt er estimert I_{trutta} (hver tiende dag). Den svarte linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} for hele produksjonsområdet over tid. Bakgrunnen er farget etter kategoriseringen av I_{trutta} .

Fordeling av I_{trutta} per vassdrag (geografisk og antall)

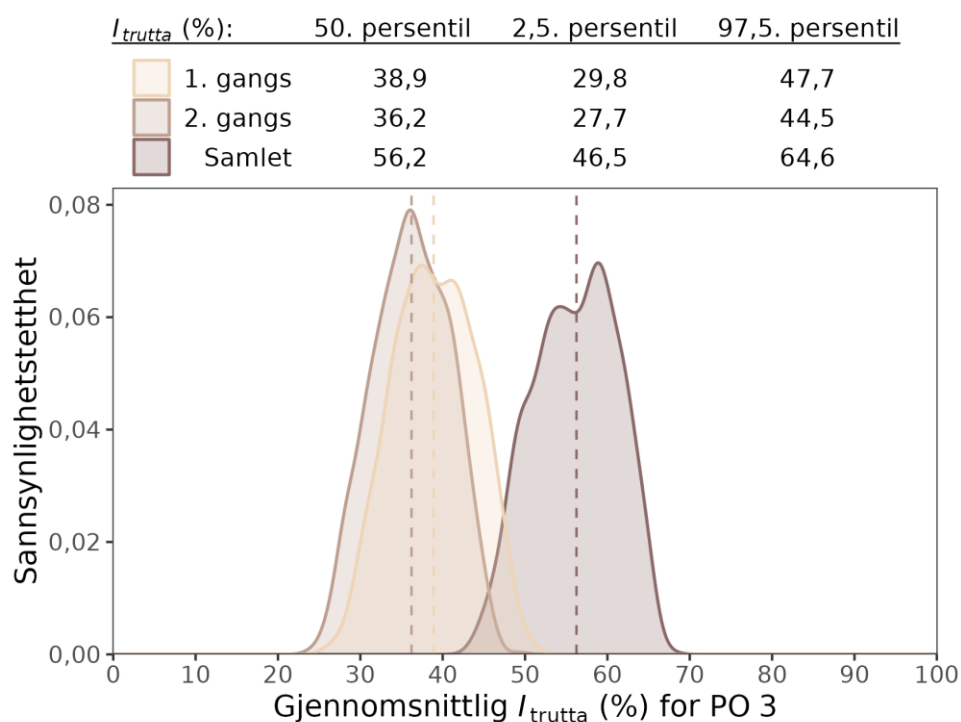
Den geografiske fordelingen og lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene i PO 3 er vist i **Figur 7.3.3**. Sjøørreten oppholder seg hovedsakelig i nærheten av vassdraget den vandrer ut fra (kap. 9.3). Vassdragets nærhet til oppdrettsaktivitet vil derfor være en viktig faktor for lusepåvirkningen (I_{trutta}).



Figur 7.3.3. Geografisk plassering av vassdragene i PO 3, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m² eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet). **a)** er for førstegangsvandrere og **b)** er for samlet påvirkning på første- og andregangsvandrere.

Uvektet I_{trutta} med usikkerhet

De uvektede indikatorverdiene (I_{trutta}) for produksjonsområdet er estimert med usikkerhet. I denne usikkerheten er både statistisk usikkerhet og biologisk variasjon (årsvariasjon og romlig variasjon) inkludert fra de underliggende variablene der vi hadde god informasjon om denne variasjonen (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus). Usikkerhetsfordelingene til det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet for begge gruppene er basert på 1000 kjøringar av den virtuelle sjørretmodellen der ulike parameterverdier er trukket fra usikkerhetsfordelingene til de underliggende variablene (se kap. 9.13). For hver kjøring estimeres det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} på tvers av alle vassdrag, og det er disse 1000 I_{trutta} -verdiene som utgjør usikkerhetsfordelingene (**Figur 7.3.4**). Medianen til fordelingene angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien er større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Uvektet I_{trutta} (median) for PO 3 var 38,9 % for førstegangsvandrere, 36,2 % for andregangsvandrere og 56,2 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 7.3.4**).



Figur 7.3.4. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 3 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

For å teste robustheten til modellen har vi gjort sensitivitetsanalyser for underliggende variabler der vi ikke hadde god informasjon om usikkerheten (**Tabell 7.3.1**). Dette gjelder den romlige fordelingen av sjøørreten, tålegrensene for lus på sjøørreten før den blir påvirket, hvor stor andelen av den lusepåvirkede sjøørreten som tilbakevandrer og hvor stor andel som dør, og hvor stor andel av lusen som fester seg på sjøørreten som dør. Størst påvirkning på modellresultatet for de uvektede indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjøørret døde (samlet I_{trutta} økte med 13,6 prosentpoeng, **Tabell 7.3.1**).

Tabell 7.3.1. Sensitivitetsanalyser for uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 3 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	38,9	36,2	56,2
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	35,5	33,2	50,5
S ₂ : Uniform 20 km	41,9	39,2	58,5
S ₃ : Uniform 30 km	45,0	41,8	61,9
S ₄ : Interpolerte avstander	34,8	35,4	52,7
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	44,8	41,6	62,6
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	32,1	30,0	48,1
S ₇ : Alternativ tålegrense**	34,5	28,4	48,6
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørret tilbakevandrer	31,8	27,9	47,8
S ₉ : All lusepåvirket sjøørret dør	55,4	55,7	69,8
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	41,5	38,6	59,1
S ₁₁ : 60 % dør	35,1	32,7	51,8

* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

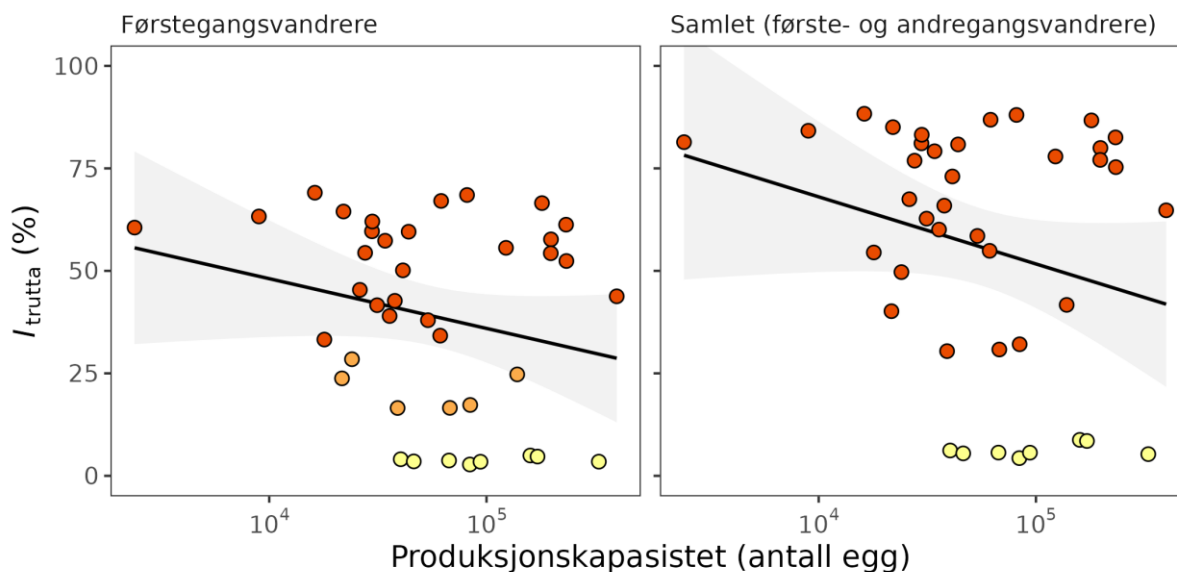
** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

7.3.2 Vektete indikatorverdier

Sjørretvassdragene i PO 3 har ulikt anadromt elveareal (**Figur 6.3.1**). Dette vil kunne påvirke produksjonskapasiteten til vassdraget. For å vekte indikatorverdiene på produksjonskapasitet har vi estimert antall egg hvert vassdrag teoretisk kan produsere basert på anadromt elveareal, samt tilstedeværelse av laks i vassdraget (kap. 3.2). Dette målet tar ikke hensyn til tilstanden til vassdraget, men gir en indikasjon på hvor mye hvert enkelt vassdrag bidrar til den totale produksjonskapasiteten til produksjonsområdet. Vi kan dermed bruke dette målet på produksjonskapasitet for å beregne vektet indikatorverdi for PO 3.

Sammenheng mellom produksjonskapasitet og I_{trutta}

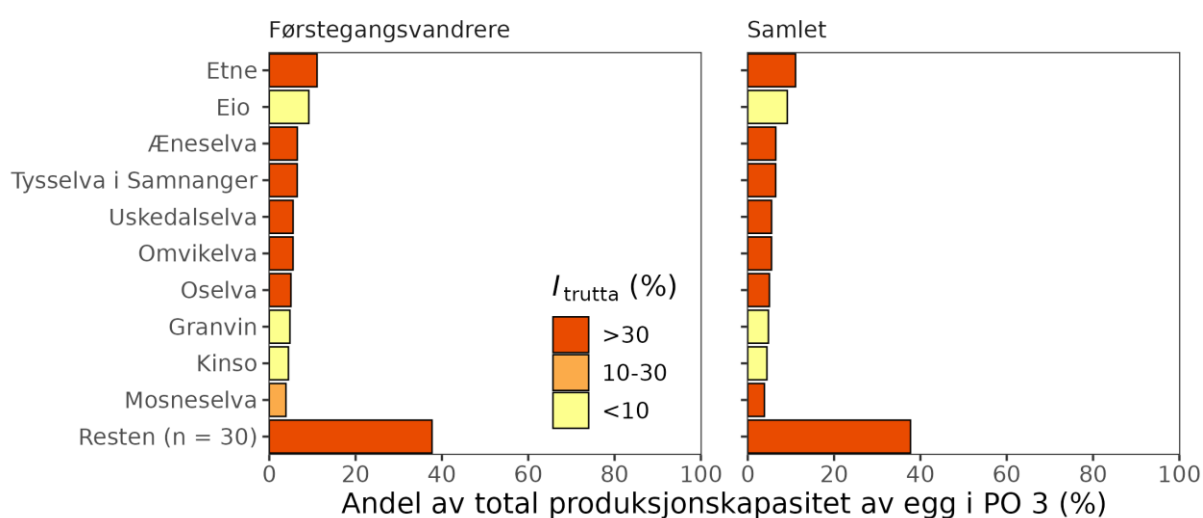
I PO 3 var det en svak sammenheng mellom den teoretiske produksjonskapasiteten og I_{trutta} for førstegangsvandrere ($r^2 = 6\%$) og samlet for første- og andregangsvandrere ($r^2 = 6\%$, **Figur 7.3.5**). En økning i antall egg som teoretisk kan produseres i vassdraget med en faktor på 10 tilsvarer en endring i I_{trutta} på -12,1 prosentpoeng for førstegangsvandrere og -16,4 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 7.3.5. Nedgang i sjørretens fitness, I_{trutta} (%), som en funksjon av vassdragets teoretiske produksjonskapasitet estimert som antall egg vassdraget teoretisk sett kan produsere basert på anadromt elveareal og tilstedeværelse av laks. For førstegangsvandrere er $I_{trutta} = 96,6 (\pm 38,4) - 12,1 (\pm 8,1) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 6\%$, og samlet for første- og andregangsvandrere er $I_{trutta} = 133,5 (\pm 49,6) - 16,4 (\pm 10,4) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 6\%$.

Andel av teoretisk produksjonskapasitet

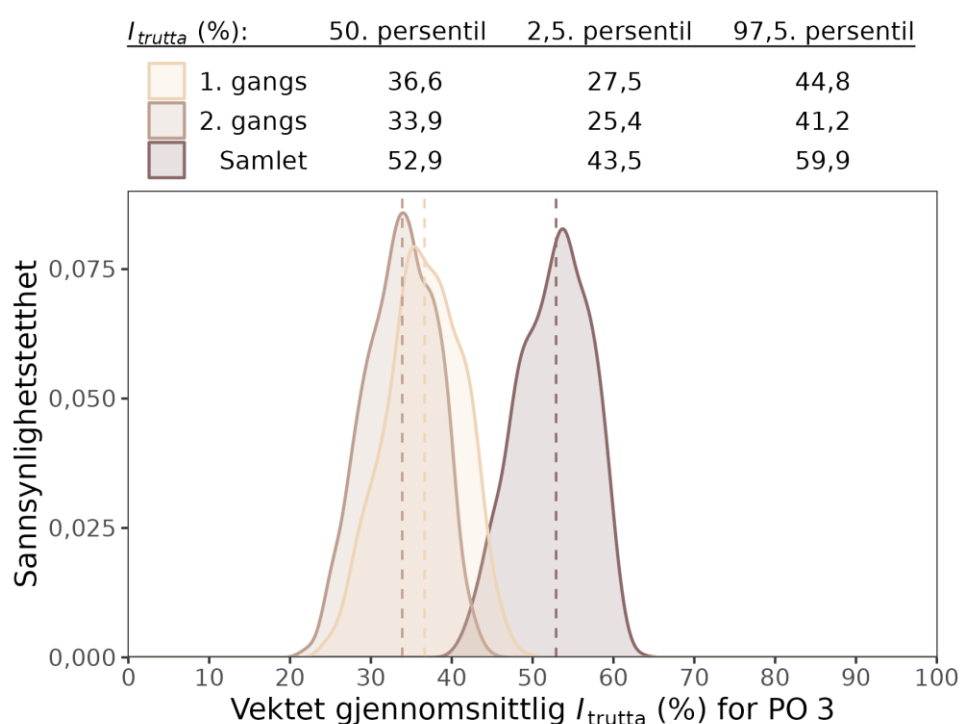
PO 3 har 40 sjøørrevassdrag. Etne har størst andel av den teoretiske produksjonskapasiteten, med en andel på 11 % av produksjonen (**Figur 7.3.6**). Samlet utgjør de ti største vassdragene 62 % av den totale produksjonskapasiteten. Av de ti største vassdragene i PO 3 hadde Mosneselva en I_{trutta} på mellom 10 og 30 %, Kinso, Eio og Granvin en $I_{trutta} < 10\%$ og de resterende seks vassdragene en $I_{trutta} > 30\%$ for førstegangsvandrende. Mosneselva byttet kategori for I_{trutta} fra mellom 10 og 30 % til $> 30\%$ for den samlede påvirkningen på første- og andregangsvandrende. Resten av de 30 vassdragene i PO 3 hadde et vektet snitt for $I_{trutta} > 30\%$ både for førstegangsvandrende og samlet (første- og andregangsvandrende) (**Figur 7.3.6**).



Figur 7.3.6. Andelen av den totale produksjonskapasiteten i produksjonsområdet for de 10 største vassdragene i PO 3. Stolpene er farget etter kategoriene for I_{trutta} vassdraget havnet i for førstegangsvandrere og samlet (første- og andregangsvandrere). Stolpen for «Resten» er farget etter det vektete snittet av I_{trutta} for resten av vassdragene.

Vektet I_{trutta} med usikkerhet

Usikkerhetsfordelingen for de vektete indikatorverdiene (I_{trutta}) er basert på usikkerheten i de samme underliggende variablene som for de vektete indikatorverdiene (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus) og likt antall kjøring (1000) av den virtuelle sjørretmodellen. Usikkerhetsfordelingene i **Figur 7.3.7** viser fordelingene til de vektete snittene av I_{trutta} på tvers av alle vassdragene for hver kjøring for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet første- og andregangsvandrere i PO 3. Medianen til fordelingene angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Vektet I_{trutta} (median) for PO 3 var 36,6 % for førstegangsvandrere, 33,9 % for andregangsvandrere og 52,9 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 7.3.7**).



Figur 7.3.7. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 3 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir den vektete I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

Det er gjort sensitivitetsanalyser med de samme underliggende variablene som er benyttet for de uvektede indikatorverdiene. Størst påvirkning på modellresultatet for de vektete indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjøørret dør (samlet I_{trutta} økte med 12,8 prosentpoeng, **Tabell 7.3.2**).

Tabell 7.3.2. Sensitivitetsanalyser for vektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 3 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	Vektet I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	36,6	33,9	52,9
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	34,8	32,8	49,3
S ₂ : Uniform 20 km	40,5	37,8	55,0
S ₃ : Uniform 30 km	43,4	40,0	58,2
S ₄ : Interpolerte avstander	31,7	32,2	48,6
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	41,9	38,7	58,3
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	30,5	28,1	45,8
S ₇ : Alternativ tålegrense**	32,5	26,9	46,3
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørret tilbakevandrer	30,0	26,1	45,0
S ₉ : All lusepåvirket sjøørret dør	52,5	52,1	65,7
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	39,0	35,9	55,4
S ₁₁ : 60 % dør	33,1	30,8	49,1

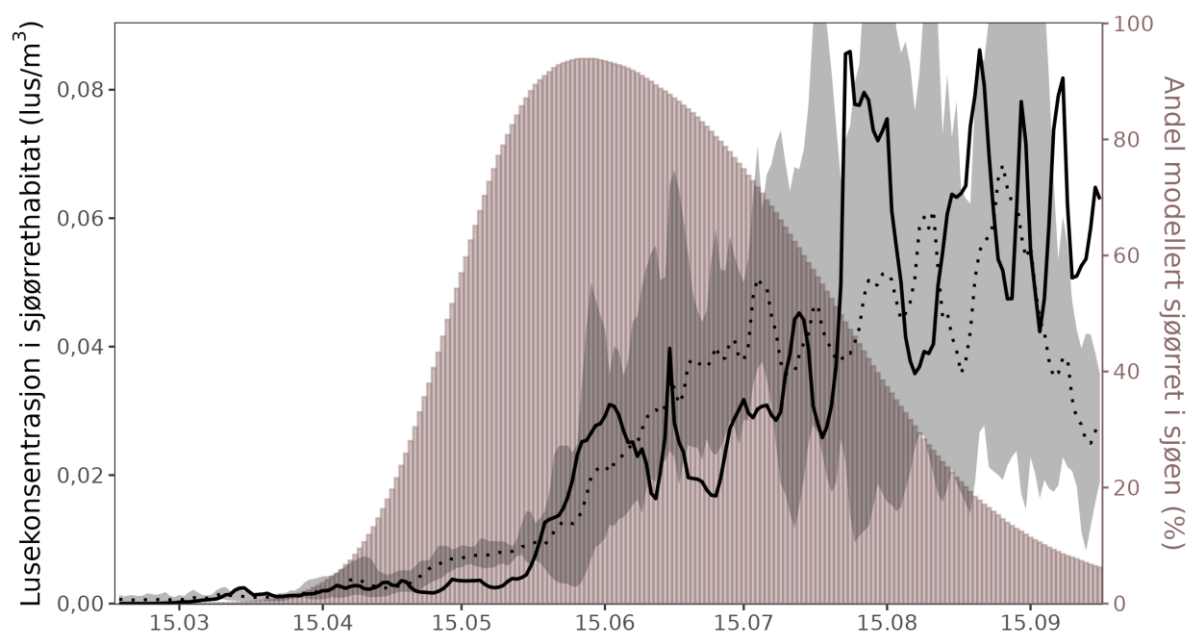
* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

7.4 Produksjonsområde 4: Nordhordaland til Stad

Lusekonsentrasjon og andel sjørørret i sjøen

I 2025 i PO 4 var det relativt likt lusenivå i sjørørrethabitatet i sjøen sammenlignet med gjennomsnittet av de fem foregående årene (**Figur 7.4.1**, heltrukket sort linje sammenlignet med prikket linje). Andel sjørørret i sjøen (søylediagram) sammenlignet med utviklingen av gjennomsnittlig lusenivå (heltrukket sort linje) viser at den høyeste lusekonsentrasjonen var på 0,09 lus per kubikkmeter i snitt, ble nådd den 04.09, og at det på dette tidspunktet var 18 % av den modellerte sjørørreten igjen i sjøen (**Figur 7.4.1**).

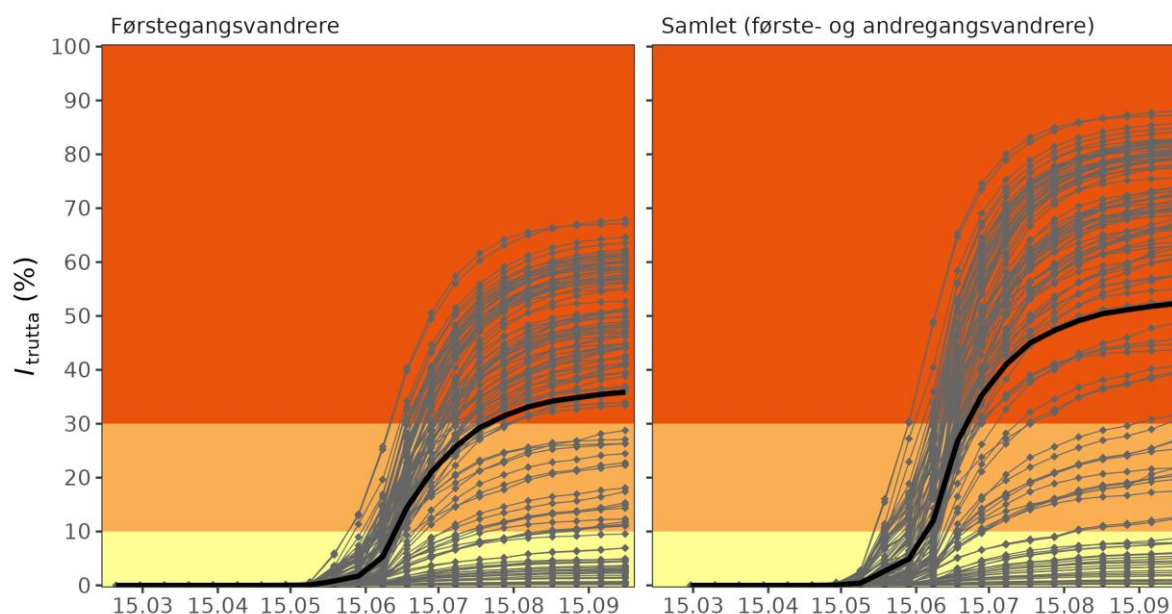


Figur 7.4.1. Lusekonsentrasjon (lus m^{-3}) i sjørørrethabitatet i PO 4 per dag i 2025 (sort linje). Dette er den gjennomsnittlige lusekonsentrasjonen i en 20 km radius fra elvemunningene til alle vassdragene i produksjonsområdet for en gitt dag i 2025. Lusekonsentrasjonen for de siste fem årene er vist med gjennomsnitt (prikket linje) og minimum/maksimum (skravert område). De brune stolpene viser andelen i prosent av den modellerte sjørørreten i sjøen per dag dersom det ikke er noen prematur tilbakevandring eller død. Andelen sjørørret i sjøen gjelder både første- og andregangsvandrere.

7.4.1 Uvektede indikatorverdier

Endring i I_{trutta} gjennom sesongen

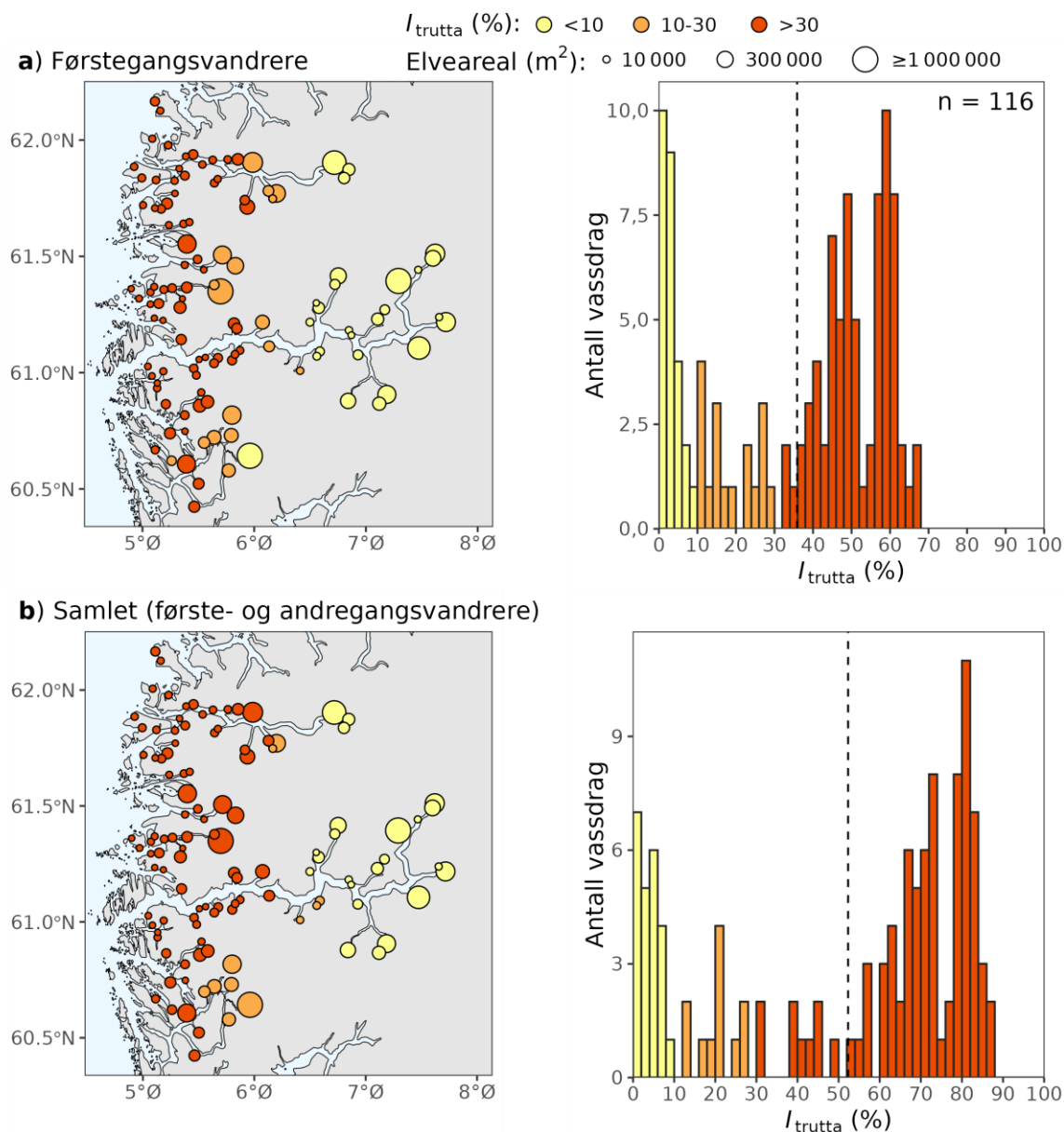
Sjørørreten i de ulike vassdragene i PO 4 var lite påvirket av lus frem til 23.04 (**Figur 7.4.2**). Derfra økte den gjennomsnittlige indikatorverdien (I_{trutta}) og endte på 36 % for førstegangsvandrere og 52 % for den samlede påvirkningen på både første- og andregangsvandrere. Etter august var det liten endring i I_{trutta} i PO 4, og fra 01.09 til 30.09 var økningen på kun 2 prosentpoeng for førstegangsvandrere og 2 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 7.4.2. Utviklingen i I_{trutta} over tid i PO 4 i 2025. Hvert vassdrag er representert med en grå linje der hvert punkt er estimert I_{trutta} (hver tiende dag). Den svarte linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} for hele produksjonsområdet over tid. Bakgrunnen er farget etter kategoriseringen av I_{trutta} .

Fordeling av I_{trutta} per vassdrag (geografisk og antall)

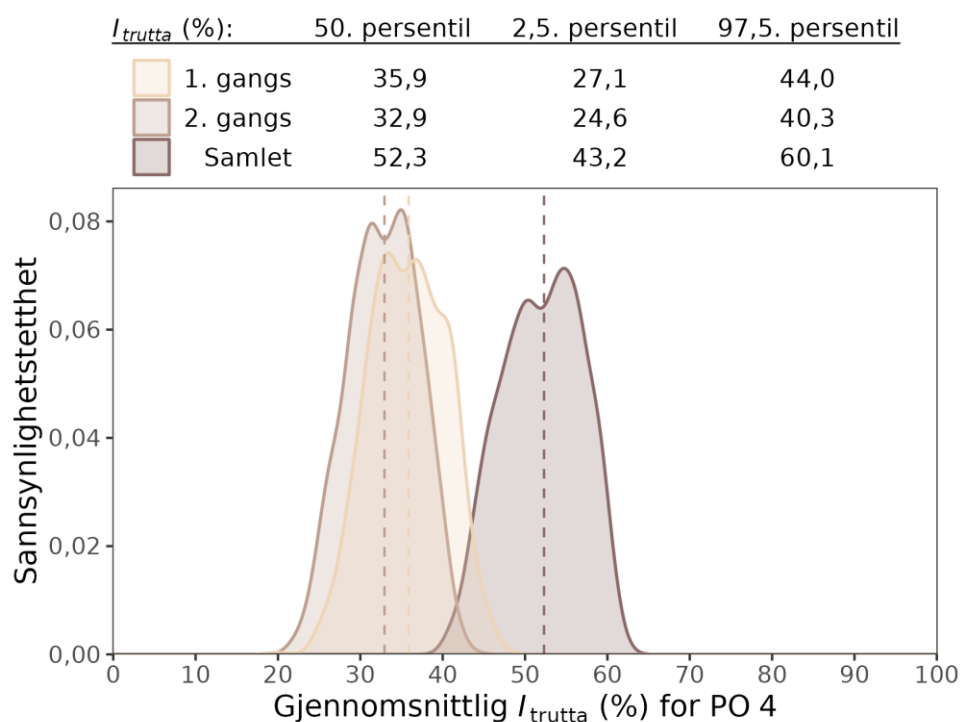
Den geografiske fordelingen og lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene i PO 4 er vist i **Figur 7.4.3**. Sjørørreten oppholder seg hovedsakelig i nærheten av vassdraget den vandrer ut fra (kap. 9.3). Vassdragets nærhet til oppdrettsaktivitet vil derfor være en viktig faktor for lusepåvirkningen (I_{trutta}).



Figur 7.4.3. Geografisk plassering av vassdragene i PO 4, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m² eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet). **a)** er for førstegangsvandrere og **b)** er for samlet påvirkning på første- og andregangsvandrere.

Uvektet I_{trutta} med usikkerhet

De uvektede indikatorverdiene (I_{trutta}) for produksjonsområdet er estimert med usikkerhet. I denne usikkerheten er både statistisk usikkerhet og biologisk variasjon (årsvariasjon og romlig variasjon) inkludert fra de underliggende variablene der vi hadde god informasjon om denne variasjonen (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus). Usikkerhetsfordelingene til det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet for begge gruppene er basert på 1000 kjøring av den virtuelle sjørretmodellen der ulike parameterverdier er trukket fra usikkerhetsfordelingene til de underliggende variablene (se kap. 9.13). For hver kjøring estimeres det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} på tvers av alle vassdrag, og det er disse 1000 I_{trutta} -verdiene som utgjør usikkerhetsfordelingene (**Figur 7.4.4**). Medianen til fordelingene angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien er større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Uvektet I_{trutta} (median) for PO 4 var 35,9 % for førstegangsvandrere, 32,9 % for andregangsvandrere og 52,3 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 7.4.4**).



Figur 7.4.4. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 4 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

For å teste robustheten til modellen har vi gjort sensitivitetsanalyser for underliggende variabler der vi ikke hadde god informasjon om usikkerheten (**Tabell 7.4.1**). Dette gjelder den romlige fordelingen av sjøørreten, tålegrensene for lus på sjøørreten før den blir påvirket, hvor stor andelen av den lusepåvirkede sjøørreten som tilbakevandrer og hvor stor andel som dør, og hvor stor andel av lusen som fester seg på sjøørreten som dør. Størst påvirkning på modellresultatet for de uvektede indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjøørret døde (samlet I_{trutta} økte med 14,9 prosentpoeng, **Tabell 7.4.1**).

Tabell 7.4.1. Sensitivitetsanalyser for uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 4 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	35,9	32,9	52,3
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	32,2	29,3	46,3
S ₂ : Uniform 20 km	36,6	33,2	51,8
S ₃ : Uniform 30 km	39,3	36,1	54,9
S ₄ : Interpolerte avstander	33,6	32,0	50,3
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	41,0	37,9	58,2
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	29,7	27,5	45,0
S ₇ : Alternativ tålegrense**	31,6	25,8	45,1
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørret tilbakevandrer	28,4	24,6	43,1
S ₉ : All lusepåvirket sjøørret dør	52,9	52,8	67,2
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	38,2	35,1	54,9
S ₁₁ : 60 % dør	32,3	29,8	48,2

* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

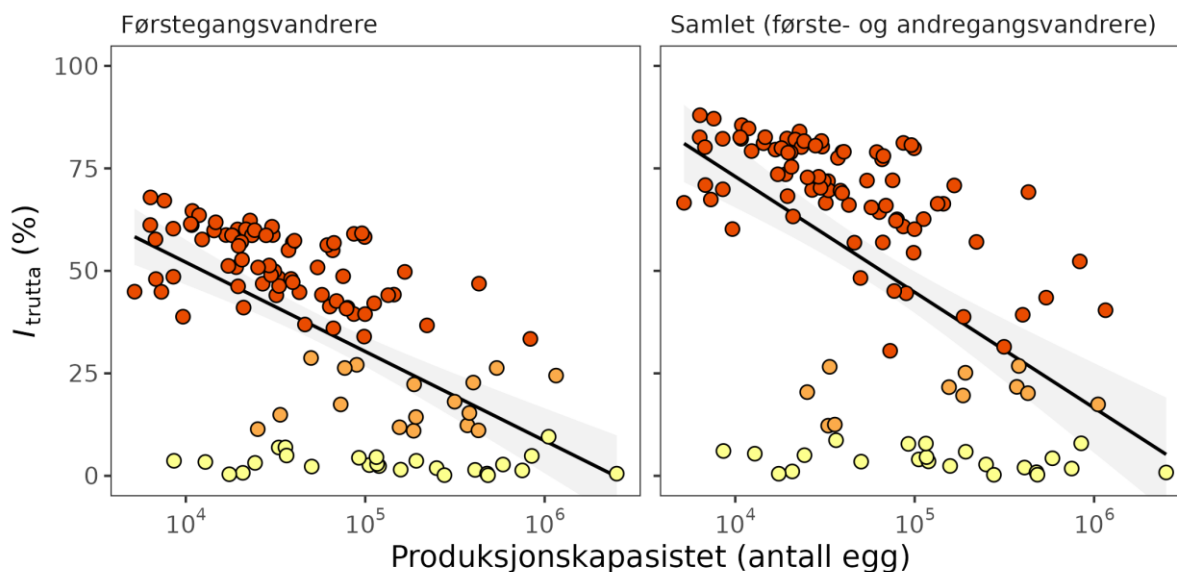
** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

7.4.2 Vektete indikatorverdier

Sjørretvassdragene i PO 4 har ulikt anadromt elveareal (**Figur 6.4.1**). Dette vil kunne påvirke produksjonskapasiteten til vassdraget. For å vekte indikatorverdiene på produksjonskapasitet har vi estimert antall egg hvert vassdrag teoretisk kan produsere basert på anadromt elveareal, samt tilstedeværelse av laks i vassdraget (kap. 3.2). Dette målet tar ikke hensyn til tilstanden til vassdraget, men gir en indikasjon på hvor mye hvert enkelt vassdrag bidrar til den totale produksjonskapasiteten til produksjonsområdet. Vi kan dermed bruke dette målet på produksjonskapasitet for å beregne vektet indikatorverdi for PO 4.

Sammenheng mellom produksjonskapasitet og I_{trutta}

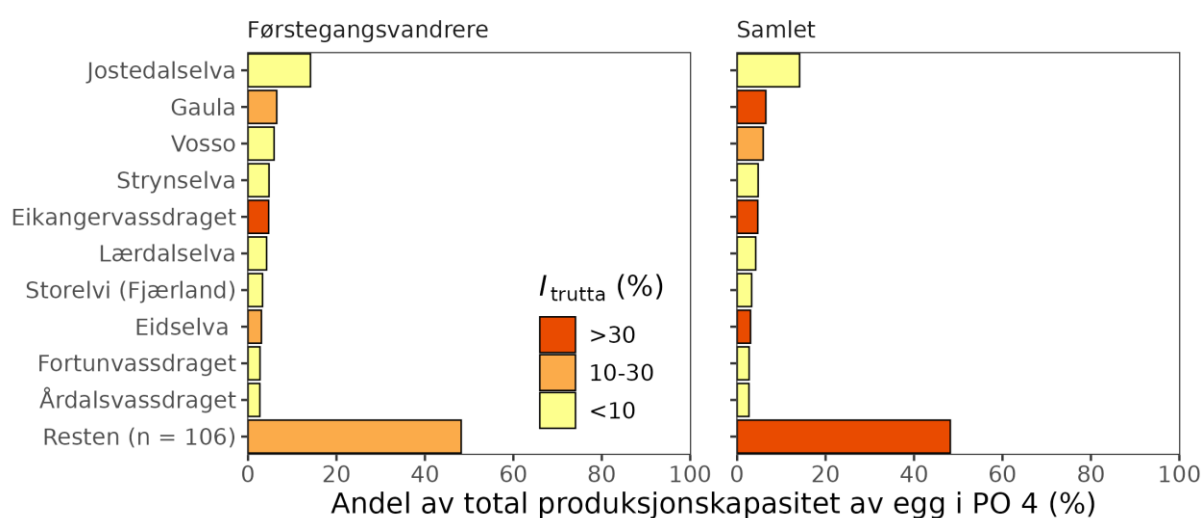
I PO 4 var det en sammenheng mellom den teoretiske produksjonskapasiteten og I_{trutta} for førstegangsvandrere ($r^2 = 33\%$) og samlet for første- og andregangsvandrere ($r^2 = 30\%$, **Figur 7.4.5**). En økning i antall egg som teoretisk kan produseres i vassdraget med en faktor på 10 tilsvarer en endring i I_{trutta} på -21,8 prosentpoeng for førstegangsvandrere og -28,2 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 7.4.5. Nedgang i sjørretens fitness, I_{trutta} (%), som en funksjon av vassdragets teoretiske produksjonskapasitet estimert som antall egg vassdraget teoretisk sett kan produsere basert på anadromt elveareal og tilstedeværelse av laks. For førstegangsvandrere er $I_{trutta} = 139,2 (\pm 13,8) - 21,8 (\pm 2,9) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 33\%$, og samlet for første- og andregangsvandrere er $I_{trutta} = 185,9 (\pm 19,1) - 28,2 (\pm 4) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 30\%$.

Andel av teoretisk produksjonskapasitet

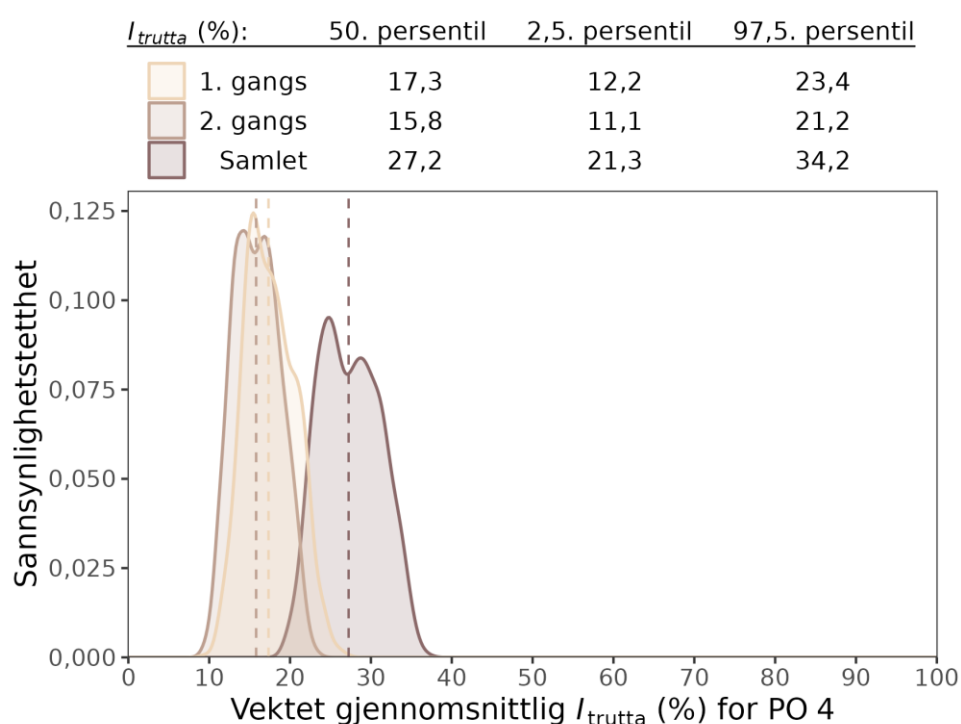
PO 4 har 116 sjørretvassdrag. Jostedalselva har størst andel av den teoretiske produksjonskapasiteten, med en andel på 14 % av produksjonen (**Figur 7.4.6**). Samlet utgjør de ti største vassdragene 52 % av den totale produksjonskapasiteten. Av de ti største vassdragene i PO 4 hadde Eikangervassdraget en I_{trutta} på >30 %, Gaula og Eidselva en I_{trutta} mellom 10 og 30 % og de resterende syv vassdragene en I_{trutta} <10 % for førstegangsvandrende. Vosso, Gaula og Eidselva gikk opp en kategori for I_{trutta} for den samlede påvirkningen på første- og andregangsvandrende. Resten av de 106 vassdragene i PO 4 hadde et vektet snitt for I_{trutta} mellom 10 og 30 % for førstegangsvandrende og >30 % for samlet (første- og andregangsvandrende) (**Figur 7.4.6**).



Figur 7.4.6. Andelen av den totale produksjonskapasiteten i produksjonsområdet for de 10 største vassdragene i PO 4. Stolpene er farget etter kategoriene for I_{trutta} vassdraget havnet i for førstegangsvandrende og samlet (første- og andregangsvandrende). Stolpen for «Resten» er farget etter det vektete snittet av I_{trutta} for resten av vassdragene.

Vektet I_{trutta} med usikkerhet

Usikkerhetsfordelingen for de vektete indikatorverdiene (I_{trutta}) er basert på usikkerheten i de samme underliggende variablene som for de vektete indikatorverdiene (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus) og likt antall kjøring (1000) av den virtuelle sjørretmodellen. Usikkerhetsfordelingene i **Figur 7.4.7** viser fordelingene til de vektete snittene av I_{trutta} på tvers av alle vassdragene for hver kjøring for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet første- og andregangsvandrere i PO 4. Medianen til fordelingene angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Vektet I_{trutta} (median) for PO 4 var 17,3 % for førstegangsvandrere, 15,8 % for andregangsvandrere og 27,2 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 7.4.7**).



Figur 7.4.7. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 4 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir den vektete I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

Det er gjort sensitivitetsanalyser med de samme underliggende variablene som er benyttet for de uvektede indikatorverdiene. Størst påvirkning på modellresultatet for de vektete indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjøørret dør (samlet I_{trutta} økte med 11,1 prosentpoeng, **Tabell 7.4.2**).

Tabell 7.4.2. Sensitivitetsanalyser for vektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 4 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	Vektet I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	17,3	15,8	27,2
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	11,0	10,3	16,9
S ₂ : Uniform 20 km	16,6	15,3	25,2
S ₃ : Uniform 30 km	21,5	19,4	30,9
S ₄ : Interpolerte avstander	15,1	15,6	25,6
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	21,5	19,5	32,8
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	13,1	12,2	21,4
S ₇ : Alternativ tålegrense**	14,4	11,1	21,7
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørret tilbakevandrer	13,4	11,3	21,4
S ₉ : All lusepåvirket sjøørret dør	26,5	26,4	38,3
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	19,0	17,3	29,5
S ₁₁ : 60 % dør	14,9	13,7	24,0

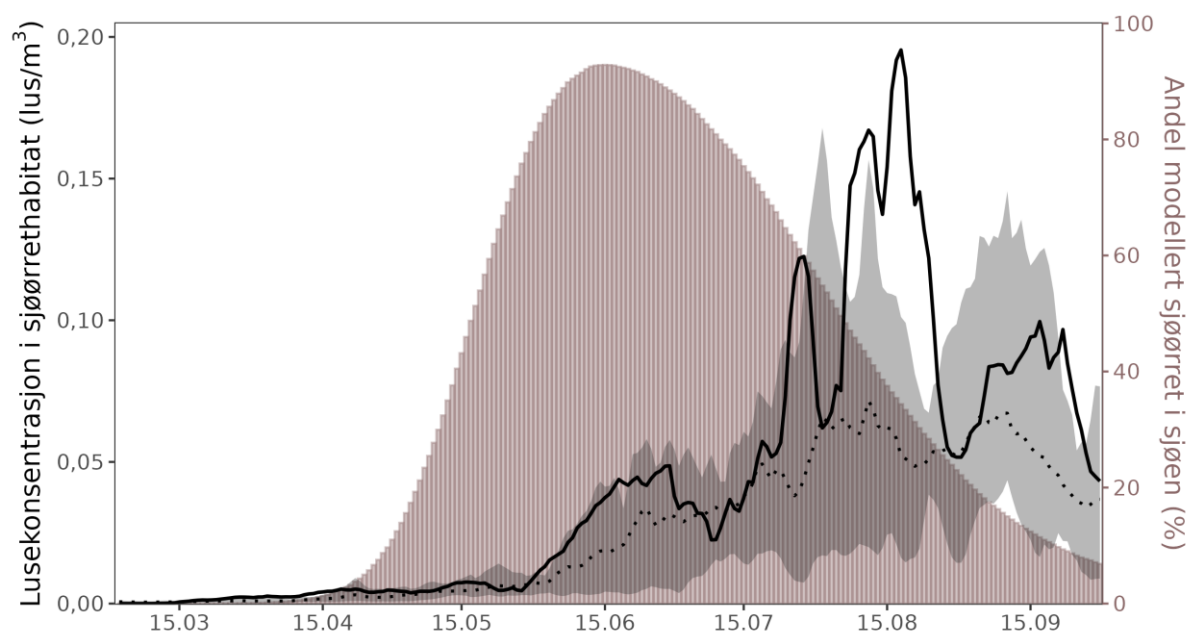
* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

7.5 Produksjonsområde 5: Stad til Hustadvika

Lusekonsentrasjon og andel sjørret i sjøen

I 2025 i PO 5 var det noe høyere lusenivå i sjørrethabitatet i sjøen sammenlignet med gjennomsnittet av de fem foregående årene (**Figur 7.5.1**, heltrukket sort linje sammenlignet med prikket linje). Andel sjørret i sjøen (søylediagram) sammenlignet med utviklingen av gjennomsnittlig lusenivå (heltrukket sort linje) viser at den høyeste lusekonsentrasjonen var på 0,2 lus per kubikkmeter i snitt, ble nådd den 18.08, og at det på dette tidspunktet var 34 % av den modellerte sjørreten igjen i sjøen (**Figur 7.5.1**).

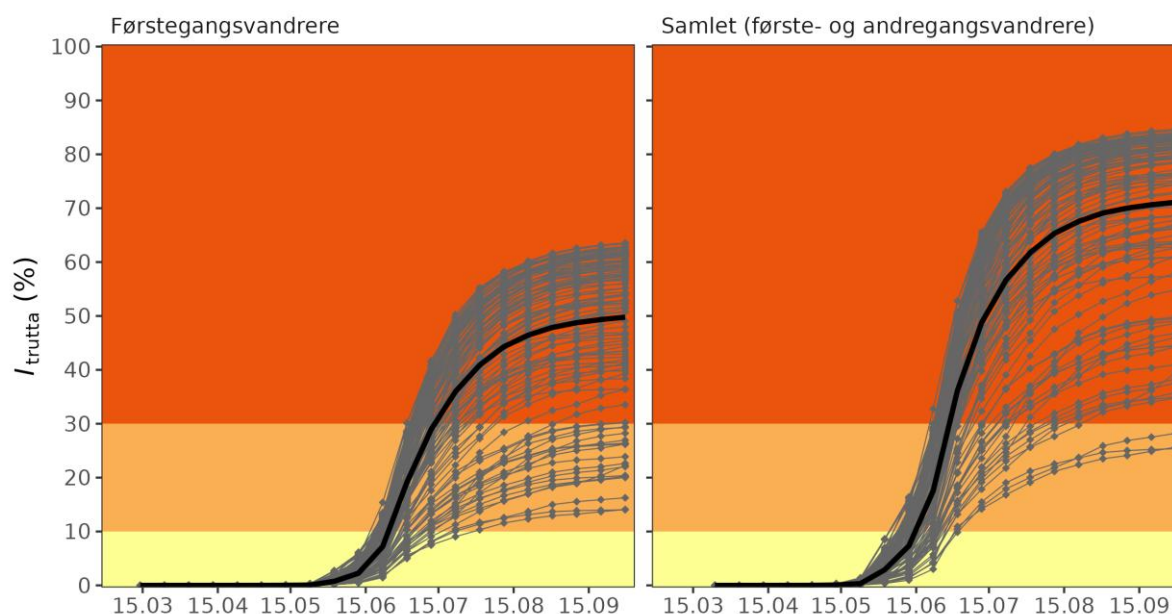


Figur 7.5.1. Lusekonsentrasjon (lus m^{-3}) i sjørrethabitatet i PO 5 per dag i 2025 (sort linje). Dette er den gjennomsnittlige lusekonsentrasjonen i en 20 km radius fra elvemunningene til alle vassdragene i produksjonsområdet for en gitt dag i 2025. Lusekonsentrasjonen for de siste fem årene er vist med gjennomsnitt (prikket linje) og minimum/maksimum (skravert område). De brune stolpene viser andelen i prosent av den modellerte sjørreten i sjøen per dag dersom det ikke er noen prematur tilbakevandring eller død. Andelen sjørret i sjøen gjelder både første- og andregangsvandrere.

7.5.1 Uvektede indikatorverdier

Endring i I_{trutta} gjennom sesongen

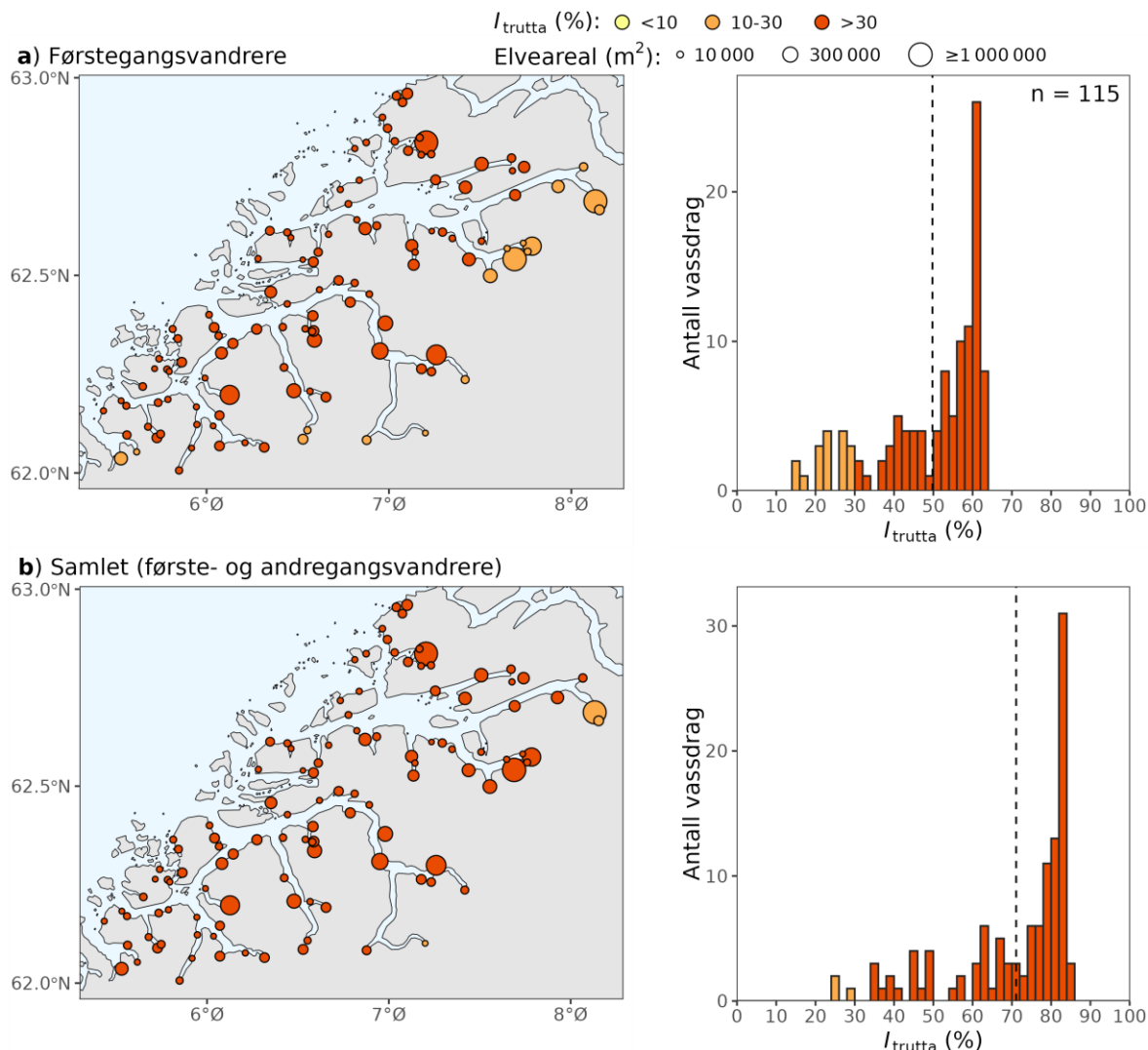
Sjørørreten i de ulike vassdragene i PO 5 var lite påvirket av lus frem til 03.05 (**Figur 7.5.2**). Derfra økte den gjennomsnittlige indikatorverdien (I_{trutta}) og endte på 50 % for førstegangsvandrere og 71 % for den samlede påvirkningen på både første- og andregangsvandrere. Etter august var det liten endring i I_{trutta} i PO 5, og fra 01.09 til 30.09 var økningen på kun 2 prosentpoeng for førstegangsvandrere og 2 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 7.5.2. Utviklingen i I_{trutta} over tid i PO 5 i 2025. Hvert vassdrag er representert med en grå linje der hvert punkt er estimert I_{trutta} (hver tiende dag). Den svarte linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} for hele produksjonsområdet over tid. Bakgrunnen er farget etter kategoriseringen av I_{trutta} .

Fordeling av I_{trutta} per vassdrag (geografisk og antall)

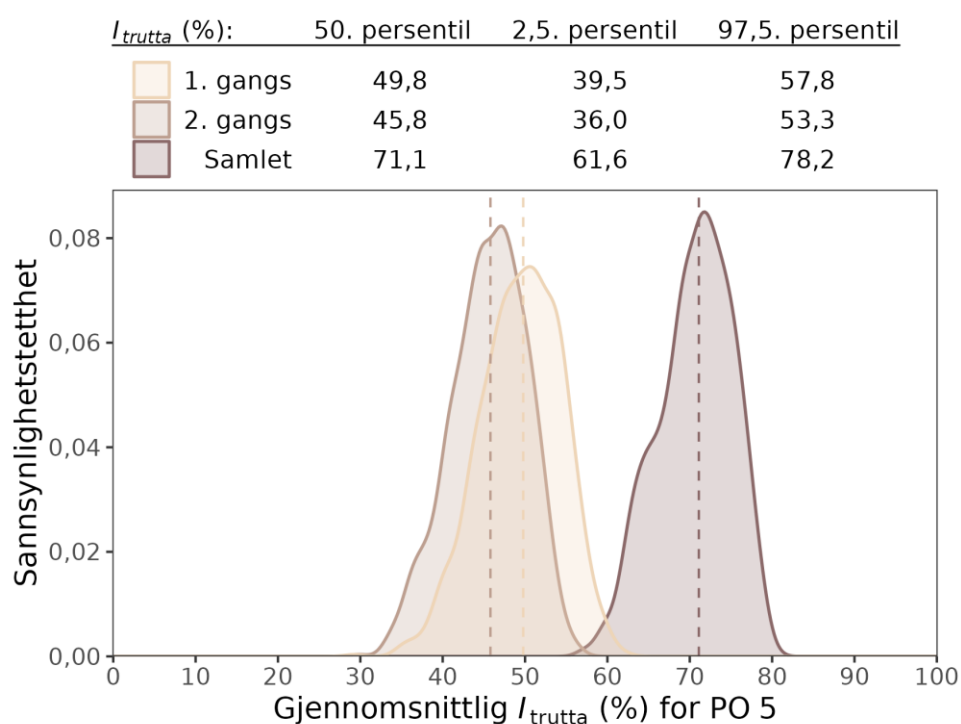
Den geografiske fordelingen og lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene i PO 5 er vist i **Figur 7.5.3**. Sjørørreten oppholder seg hovedsakelig i nærheten av vassdraget den vandrer ut fra (kap. 9.3). Vassdragets nærhet til oppdrettsaktivitet vil derfor være en viktig faktor for lusepåvirkningen (I_{trutta}).



Figur 7.5.3. Geografisk plassering av vassdragene i PO 5, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m² eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet). **a)** er for førstegangsvandrere og **b)** er for samlet påvirkning på første- og andregangsvandrere.

Uvektet I_{trutta} med usikkerhet

De uvektede indikatorverdiene (I_{trutta}) for produksjonsområdet er estimert med usikkerhet. I denne usikkerheten er både statistisk usikkerhet og biologisk variasjon (årsvariasjon og romlig variasjon) inkludert fra de underliggende variablene der vi hadde god informasjon om denne variasjonen (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus). Usikkerhetsfordelingene til det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet for begge gruppene er basert på 1000 kjøring av den virtuelle sjørretmodellen der ulike parameterverdier er trukket fra usikkerhetsfordelingene til de underliggende variablene (se kap. 9.13). For hver kjøring estimeres det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} på tvers av alle vassdrag, og det er disse 1000 I_{trutta} -verdiene som utgjør usikkerhetsfordelingene (**Figur 7.5.4**). Medianen til fordelingene angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien er større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Uvektet I_{trutta} (median) for PO 5 var 49,8 % for førstegangsvandrere, 45,8 % for andregangsvandrere og 71,1 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 7.5.4**).



Figur 7.5.4. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 5 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

For å teste robustheten til modellen har vi gjort sensitivitetsanalyser for underliggende variabler der vi ikke hadde god informasjon om usikkerheten (**Tabell 7.5.1**). Dette gjelder den romlige fordelingen av sjørreten, tålegrensene for lus på sjørreten før den blir påvirket, hvor stor andelen av den lusepåvirkede sjørreten som tilbakevandrer og hvor stor andel som dør, og hvor stor andel av lusen som fester seg på sjørreten som dør. Størst påvirkning på modellresultatet for de uvektede indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjørret døde (samlet I_{trutta} økte med 17,9 prosentpoeng, **Tabell 7.5.1**).

Tabell 7.5.1. Sensitivitetsanalyser for uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 5 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	49,8	45,8	71,1
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	47,5	44,2	66,7
S ₂ : Uniform 20 km	54,5	50,0	75,0
S ₃ : Uniform 30 km	57,5	52,6	79,4
S ₄ : Interpolerte avstander	45,9	44,5	67,4
<i>Tålegrens</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	54,8	50,6	76,1
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	43,3	40,0	64,3
S ₇ : Alternativ tålegrense**	46,0	38,7	65,1
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjørret tilbakevandrer	39,8	34,4	59,5
S ₉ : All lusepåvirket sjørret dør	73,0	72,5	89,0
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	52,1	47,9	73,3
S ₁₁ : 60 % dør	46,2	42,6	67,4

* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

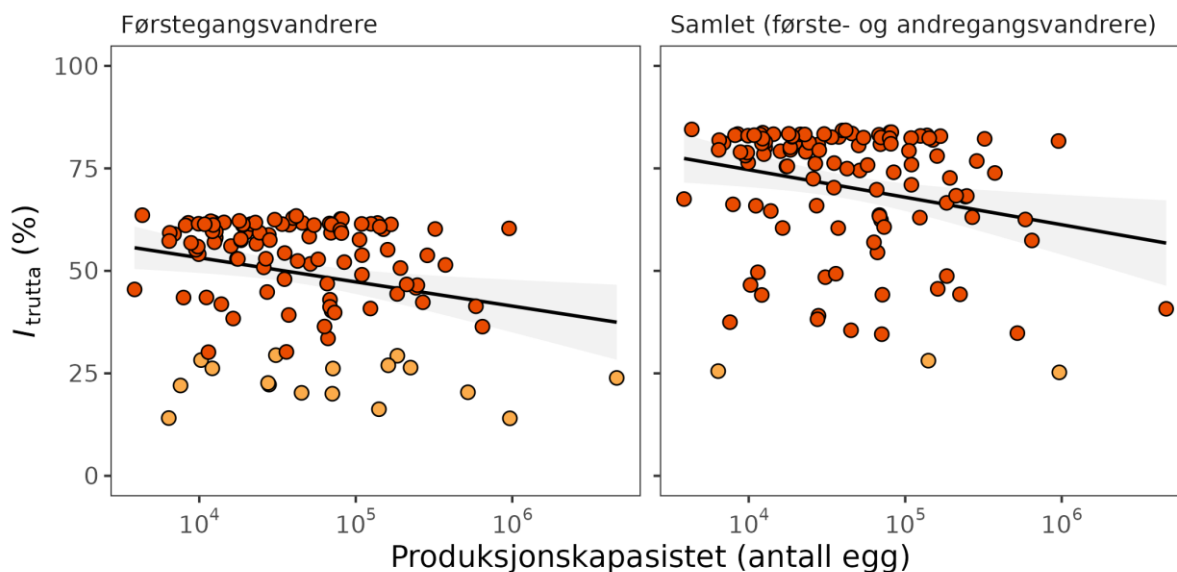
** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

7.5.2 Vektete indikatorverdier

Sjørretvassdragene i PO 5 har ulikt anadromt elveareal (**Figur 6.5.1**). Dette vil kunne påvirke produksjonskapasiteten til vassdraget. For å vekte indikatorverdiene på produksjonskapasitet har vi estimert antall egg hvert vassdrag teoretisk kan produsere basert på anadromt elveareal, samt tilstedeværelse av laks i vassdraget (kap. 3.2). Dette målet tar ikke hensyn til tilstanden til vassdraget, men gir en indikasjon på hvor mye hvert enkelt vassdrag bidrar til den totale produksjonskapasiteten til produksjonsområdet. Vi kan dermed bruke dette målet på produksjonskapasitet for å beregne vektet indikatorverdi for PO 5.

Sammenheng mellom produksjonskapasitet og I_{trutta}

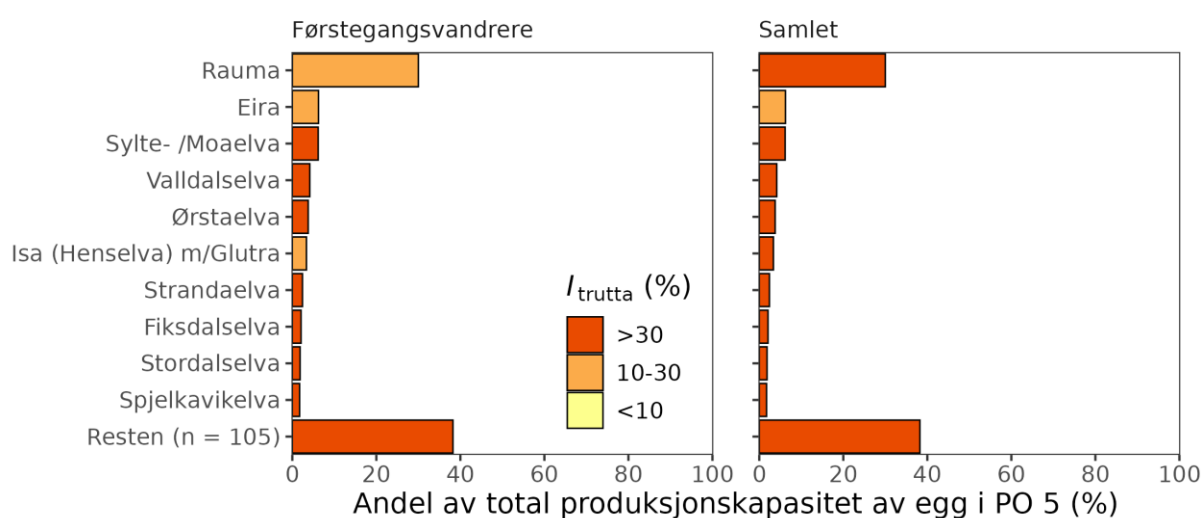
I PO 5 var det en svak sammenheng mellom den teoretiske produksjonskapasiteten og I_{trutta} for førstegangsvandrere ($r^2 = 6\%$) og samlet for første- og andregangsvandrere ($r^2 = 6\%$, **Figur 7.5.5**). En økning i antall egg som teoretisk kan produseres i vassdraget med en faktor på 10 tilsvarer en endring i I_{trutta} på -5,9 prosentpoeng for førstegangsvandrere og -6,7 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 7.5.5. Nedgang i sjørretens fitness, I_{trutta} (%), som en funksjon av vassdragets teoretiske produksjonskapasitet estimert som antall egg vassdraget teoretisk sett kan produsere basert på anadromt elveareal og tilstedeværelse av laks. For førstegangsvandrere er $I_{trutta} = 76,8 (\pm 10,2) - 5,9 (\pm 2,2) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 6\%$, og samlet for første- og andregangsvandrere er $I_{trutta} = 101,5 (\pm 11,6) - 6,7 (\pm 2,5) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 6\%$.

Andel av teoretisk produksjonskapasitet

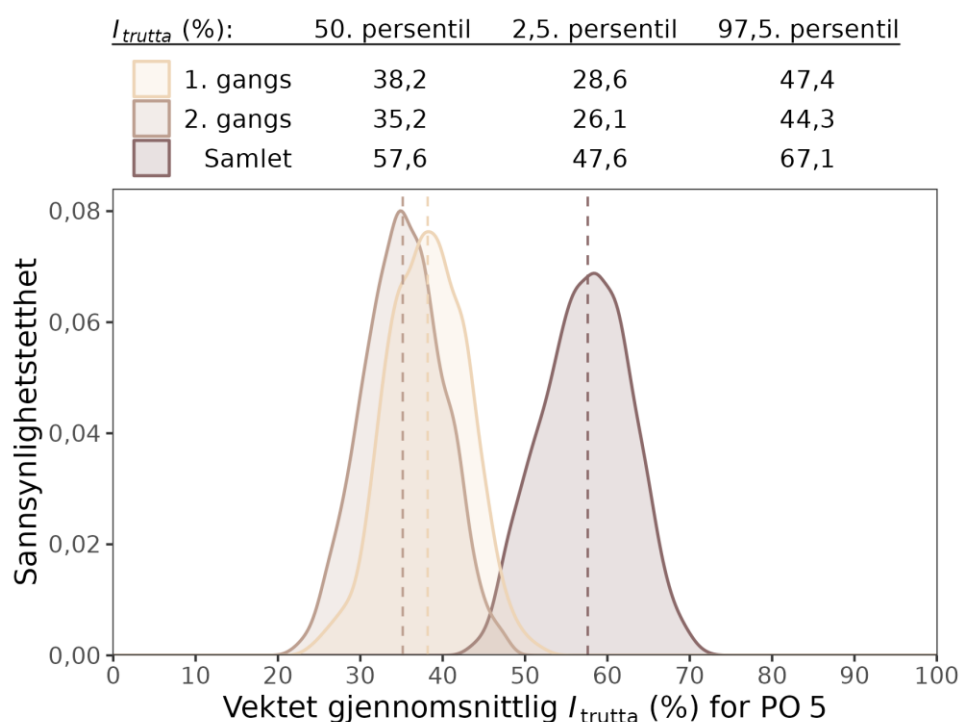
PO 5 har 115 sjørretvassdrag. Rauma har størst andel av den teoretiske produksjonskapasiteten, med en andel på 30 % av produksjonen (**Figur 7.5.6**). Samlet utgjør de ti største vassdragene 62 % av den totale produksjonskapasiteten. Av de ti største vassdragene i PO 5 hadde Isa (Henselva) m/Glutra, Rauma og Eira en I_{trutta} mellom 10 og 30 % og de resterende syv vassdragene en $I_{trutta} > 30\%$ for førstegangsvandrende. Isa (Henselva) m/Glutra og Rauma gikk opp en kategori for I_{trutta} for den samlede påvirkningen på første- og andregangsvandrende. Resten av de 105 vassdragene i PO 5 hadde et vektet snitt for $I_{trutta} > 30\%$ både for førstegangsvandrende og samlet (første- og andregangsvandrende) (**Figur 7.5.6**).



Figur 7.5.6. Andelen av den totale produksjonskapasiteten i produksjonsområdet for de 10 største vassdragene i PO 5. Stolpene er farget etter kategoriene for I_{trutta} vassdraget havnet i for førstegangsvandrerne og samlet (første- og andregangsvandrerne). Stolpen for «Resten» er farget etter det vektete snittet av I_{trutta} for resten av vassdragene.

Vektet I_{trutta} med usikkerhet

Usikkerhetsfordelingen for de vektete indikatorverdiene (I_{trutta}) er basert på usikkerheten i de samme underliggende variablene som for de vektete indikatorverdiene (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus) og likt antall kjøring (1000) av den virtuelle sjørretmodellen. Usikkerhetsfordelingene i **Figur 7.5.7** viser fordelingene til de vektete snittene av I_{trutta} på tvers av alle vassdragene for hver kjøring for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet første- og andregangsvandrere i PO 5. Medianen til fordelingene angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Vektet I_{trutta} (median) for PO 5 var 38,2 % for førstegangsvandrere, 35,2 % for andregangsvandrere og 57,6 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 7.5.7**).



Figur 7.5.7. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 5 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir den vektete I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

Det er gjort sensitivitetsanalyser med de samme underliggende variablene som er benyttet for de uvektede indikatorverdiene. Størst påvirkning på modellresultatet for de vektete indikatorverdiene var det om sjøørreten var uniformt fordelt med en radius på 30 km fra elvemunning (samlet I_{trutta} økte med 19,5 prosentpoeng, **Tabell 7.5.2**).

Tabell 7.5.2. Sensitivitetsanalyser for vektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 5 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	Vektet I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	38,2	35,2	57,6
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	29,6	27,8	42,9
S ₂ : Uniform 20 km	41,3	39,0	60,9
S ₃ : Uniform 30 km	55,5	51,1	77,1
S ₄ : Interpolerte avstander	33,5	34,7	54,0
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	43,8	40,2	64,0
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	32,0	29,8	50,3
S ₇ : Alternativ tålegrense**	34,4	28,4	50,9
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørret tilbakevandrer	30,0	26,0	46,8
S ₉ : All lusepåvirket sjøørret dør	57,3	57,0	76,5
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	40,6	37,3	60,3
S ₁₁ : 60 % dør	35,1	32,3	53,6

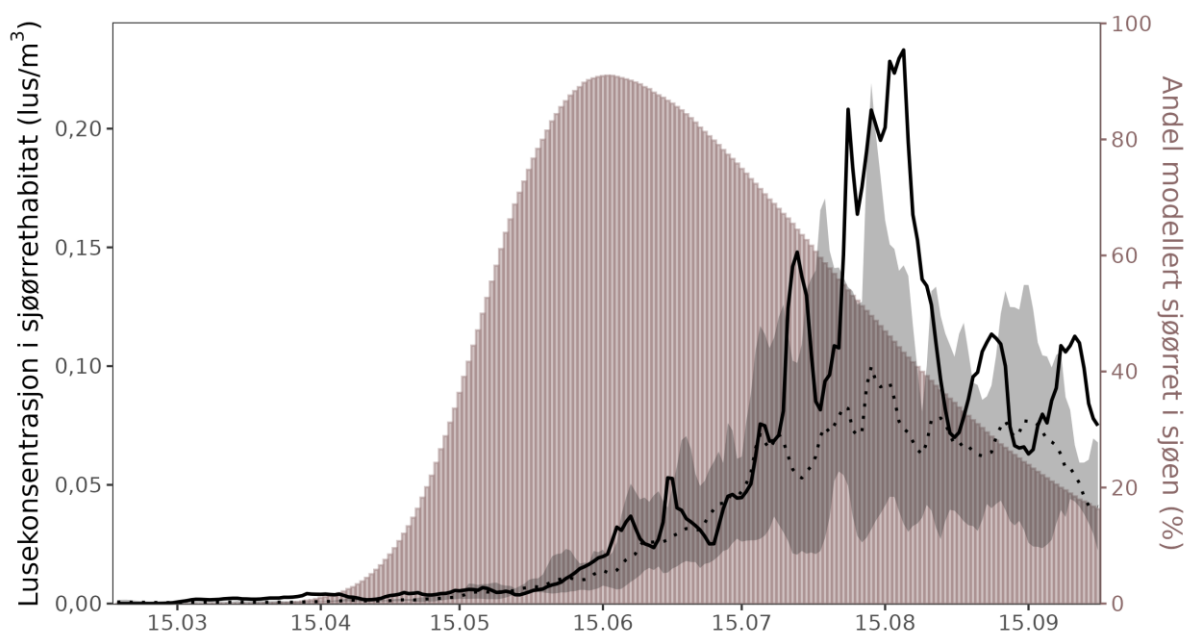
* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

7.6 Produksjonsområde 6: Nordmøre og Sør-Trøndelag

Lusekonsentrasjon og andel sjørørret i sjøen

I 2025 i PO 6 var det noe høyere lusenivå i sjørørrethabitatet i sjøen sammenlignet med gjennomsnittet av de fem foregående årene (**Figur 7.6.1**, heltrukket sort linje sammenlignet med prikket linje). Andel sjørørret i sjøen (søylediagram) sammenlignet med utviklingen av gjennomsnittlig lusenivå (heltrukket sort linje) viser at den høyeste lusekonsentrasjonen var på 0,2 lus per kubikkmeter i snitt, ble nådd den 19.08, og at det på dette tidspunktet var 43 % av den modellerte sjørørreten igjen i sjøen (**Figur 7.6.1**).

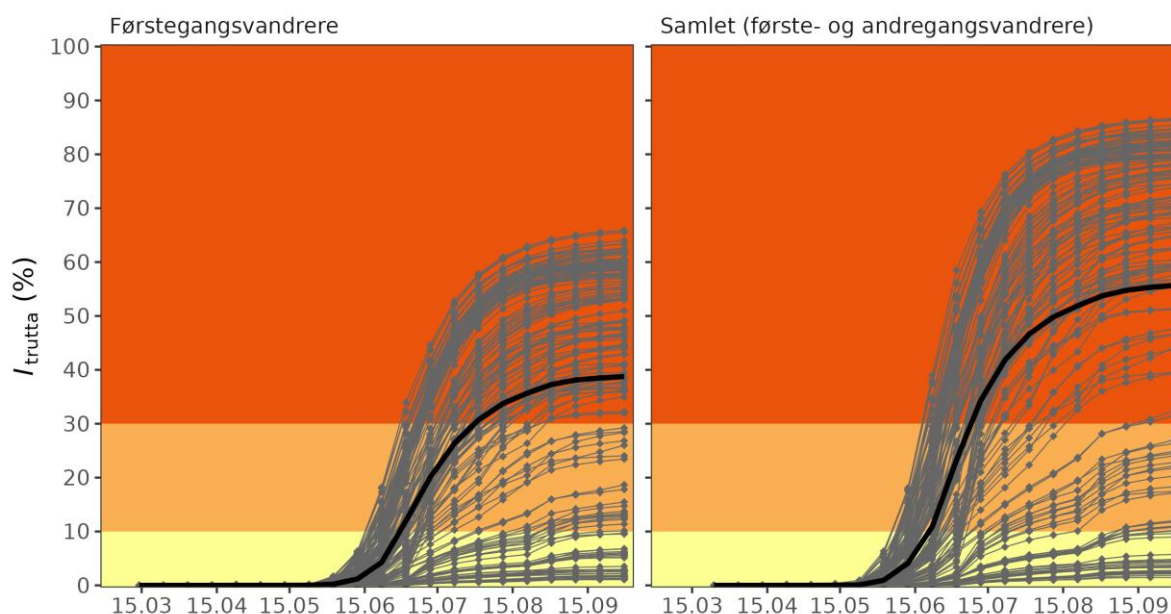


Figur 7.6.1. Lusekonsentrasjon (lus m^{-3}) i sjørørrethabitatet i PO 6 per dag i 2025 (sort linje). Dette er den gjennomsnittlige lusekonsentrasjonen i en 20 km radius fra elvemunningene til alle vassdragene i produksjonsområdet for en gitt dag i 2025. Lusekonsentrasjonen for de siste fem årene er vist med gjennomsnitt (prikket linje) og minimum/maksimum (skravert område). De brune stolpene viser andelen i prosent av den modellerte sjørørreten i sjøen per dag dersom det ikke er noen prematur tilbakevandring eller død. Andelen sjørørret i sjøen gjelder både første- og andregangsvandrere.

7.6.1 Uvektede indikatorverdier

Endring i I_{trutta} gjennom sesongen

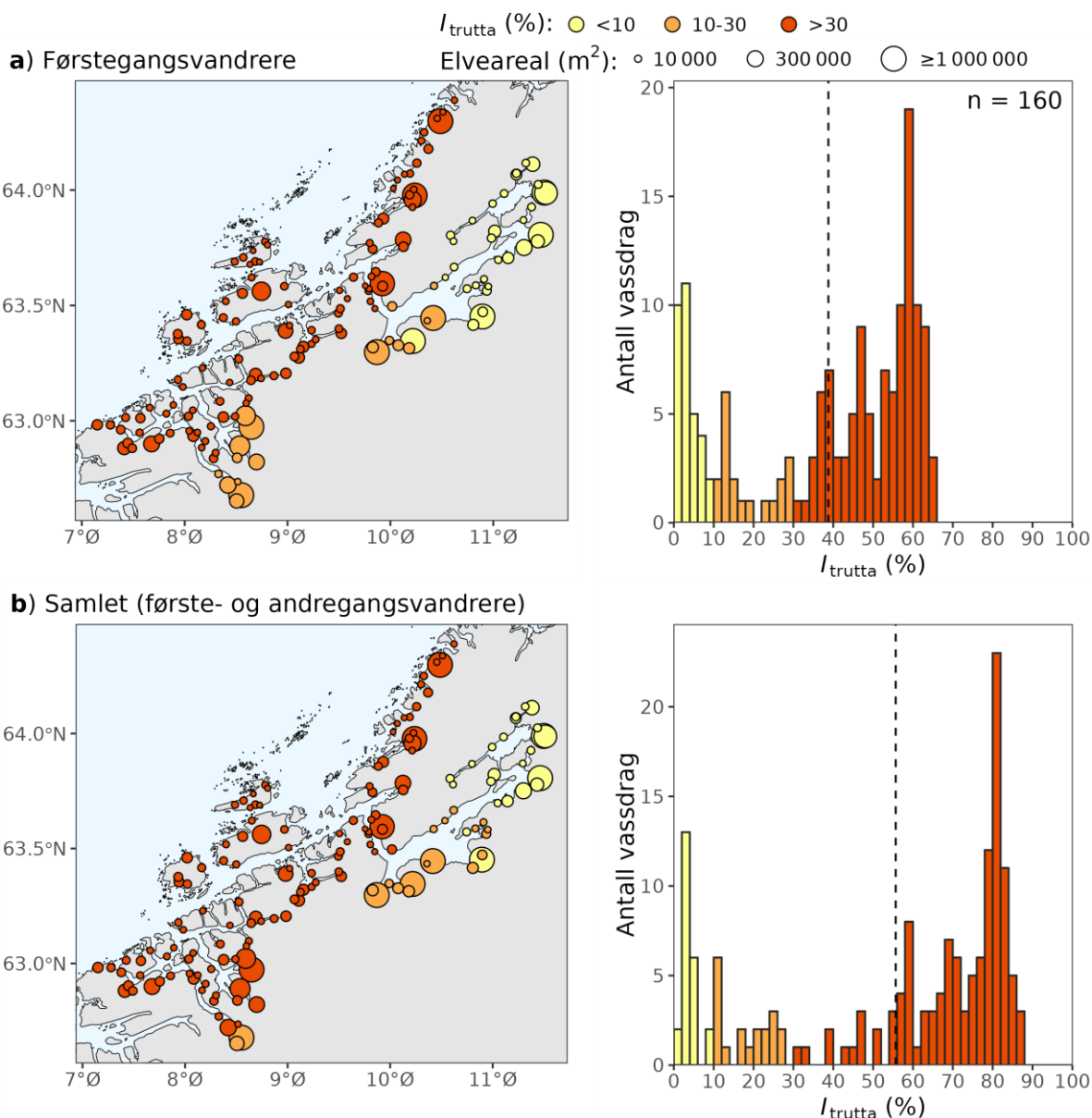
Sjørørreten i de ulike vassdragene i PO 6 var lite påvirket av lus frem til 23.04 (**Figur 7.6.2**). Derfra økte den gjennomsnittlige indikatorverdien (I_{trutta}) og endte på 39 % for førstegangsvandrere og 56 % for den samlede påvirkningen på både første- og andregangsvandrere. Etter august var det liten endring i I_{trutta} i PO 6, og fra 01.09 til 30.09 var økningen på kun 1 prosentpoeng for førstegangsvandrere og 2 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 7.6.2. Utviklingen i I_{trutta} over tid i PO 6 i 2025. Hvert vassdrag er representert med en grå linje der hvert punkt er estimert I_{trutta} (hver tiende dag). Den svarte linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} for hele produksjonsområdet over tid. Bakgrunnen er farget etter kategoriseringen av I_{trutta} .

Fordeling av I_{trutta} per vassdrag (geografisk og antall)

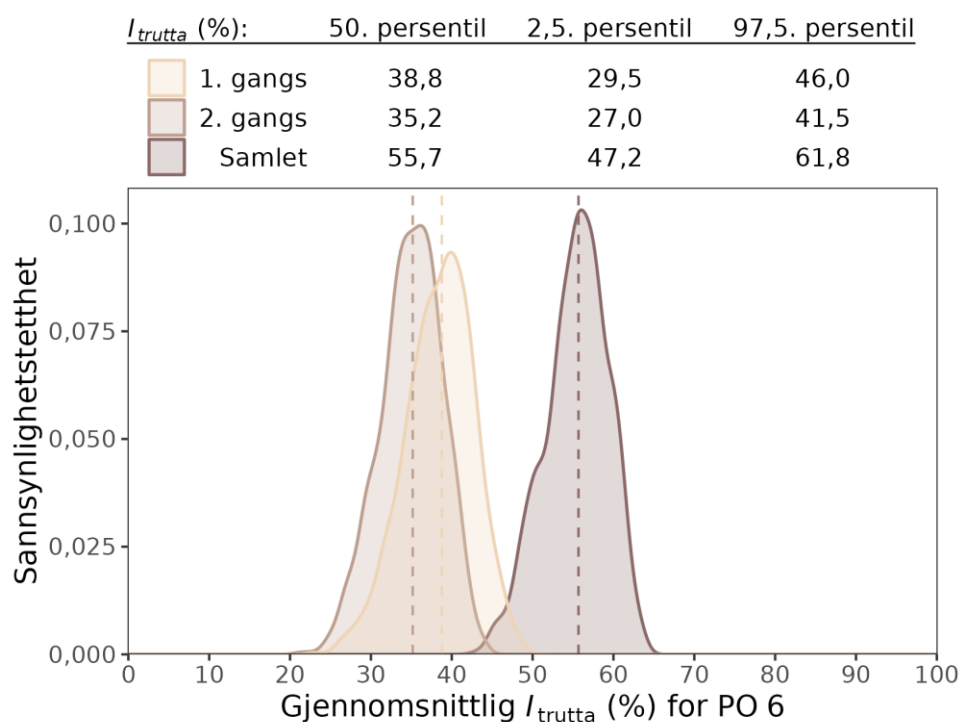
Den geografiske fordelingen og lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene i PO 6 er vist i **Figur 7.6.3**. Sjørørreten oppholder seg hovedsakelig i nærheten av vassdraget den vandrer ut fra (kap. 9.3). Vassdragets nærhet til oppdrettsaktivitet vil derfor være en viktig faktor for lusepåvirkningen (I_{trutta}).



Figur 7.6.3. Geografisk plassering av vassdragene i PO 6, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m² eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet). **a)** er for førstegangsvandrere og **b)** er for samlet påvirkning på første- og andregangsvandrere.

Uvektet I_{trutta} med usikkerhet

De uvektede indikatorverdiene (I_{trutta}) for produksjonsområdet er estimert med usikkerhet. I denne usikkerheten er både statistisk usikkerhet og biologisk variasjon (årsvariasjon og romlig variasjon) inkludert fra de underliggende variablene der vi hadde god informasjon om denne variasjonen (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus). Usikkerhetsfordelingene til det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet for begge gruppene er basert på 1000 kjøring av den virtuelle sjørretmodellen der ulike parameterverdier er trukket fra usikkerhetsfordelingene til de underliggende variablene (se kap. 9.13). For hver kjøring estimeres det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} på tvers av alle vassdrag, og det er disse 1000 I_{trutta} -verdiene som utgjør usikkerhetsfordelingene (**Figur 7.6.4**). Medianen til fordelingene angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien er større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Uvektet I_{trutta} (median) for PO 6 var 38,8 % for førstegangsvandrere, 35,2 % for andregangsvandrere og 55,7 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 7.6.4**).



Figur 7.6.4. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 6 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

For å teste robustheten til modellen har vi gjort sensitivitetsanalyser for underliggende variabler der vi ikke hadde god informasjon om usikkerheten (**Tabell 7.6.1**). Dette gjelder den romlige fordelingen av sjørreten, tålegrensene for lus på sjørreten før den blir påvirket, hvor stor andelen av den lusepåvirkede sjørreten som tilbakevandrer og hvor stor andel som dør, og hvor stor andel av lusen som fester seg på sjørreten som dør. Størst påvirkning på modellresultatet for de uvektede indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjørret døde (samlet I_{trutta} økte med 16,5 prosentpoeng, **Tabell 7.6.1**).

Tabell 7.6.1. Sensitivitetsanalyser for uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 6 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	38,8	35,2	55,7
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	35,8	32,6	51,5
S ₂ : Uniform 20 km	39,2	35,5	55,5
S ₃ : Uniform 30 km	41,4	37,9	58,4
S ₄ : Interpolerte avstander	36,3	34,5	53,8
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	42,6	38,7	59,9
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	34,0	30,9	50,5
S ₇ : Alternativ tålegrense**	35,9	30,0	51,0
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjørret tilbakevandrer	30,1	25,5	45,2
S ₉ : All lusepåvirket sjørret dør	58,9	57,8	72,2
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	40,5	36,8	57,5
S ₁₁ : 60 % dør	36,1	32,7	52,8

* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

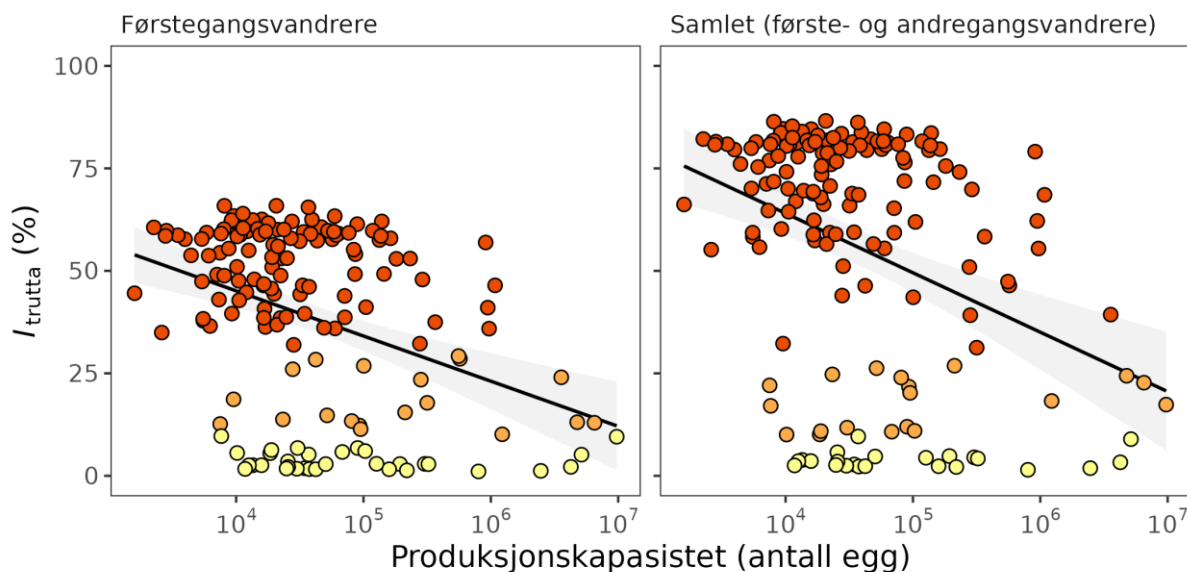
** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

7.6.2 Vektete indikatorverdier

Sjørretvassdragene i PO 6 har ulikt anadromt elveareal (**Figur 6.6.1**). Dette vil kunne påvirke produksjonskapasiteten til vassdraget. For å vekte indikatorverdiene på produksjonskapasitet har vi estimert antall egg hvert vassdrag teoretisk kan produsere basert på anadromt elveareal, samt tilstedeværelse av laks i vassdraget (kap. 3.2). Dette målet tar ikke hensyn til tilstanden til vassdraget, men gir en indikasjon på hvor mye hvert enkelt vassdrag bidrar til den totale produksjonskapasiteten til produksjonsområdet. Vi kan dermed bruke dette målet på produksjonskapasitet for å beregne vektet indikatorverdi for PO 6.

Sammenheng mellom produksjonskapasitet og I_{trutta}

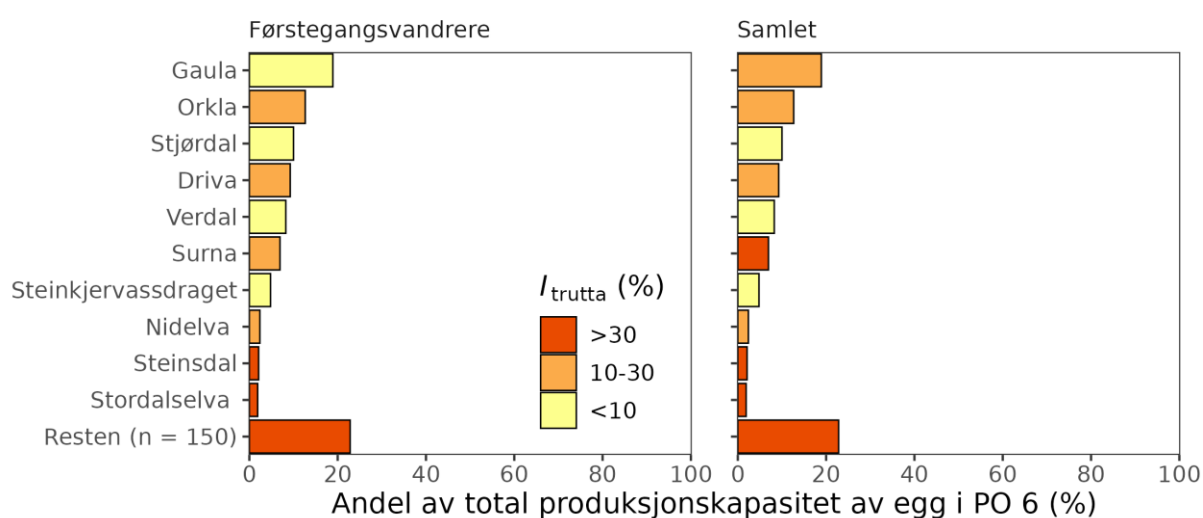
I PO 6 var det en sammenheng mellom den teoretiske produksjonskapasiteten og I_{trutta} for førstegangsvandrere ($r^2 = 14\%$) og samlet for første- og andregangsvandrere ($r^2 = 13\%$, **Figur 7.6.5**). En økning i antall egg som teoretisk kan produseres i vassdraget med en faktor på 10 tilsvarer en endring i I_{trutta} på -11 prosentpoeng for førstegangsvandrere og -14,5 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 7.6.5. Nedgang i sjørretens fitness, I_{trutta} (%), som en funksjon av vassdragets teoretiske produksjonskapasitet estimert som antall egg vassdraget teoretisk sett kan produsere basert på anadromt elveareal og tilstedeværelse av laks. For førstegangsvandrere er $I_{trutta} = 89,2 (\pm 10,2) - 11 (\pm 2,2) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 14\%$, og samlet for første- og andregangsvandrere er $I_{trutta} = 122 (\pm 13,7) - 14,5 (\pm 2,9) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 13\%$.

Andel av teoretisk produksjonskapasitet

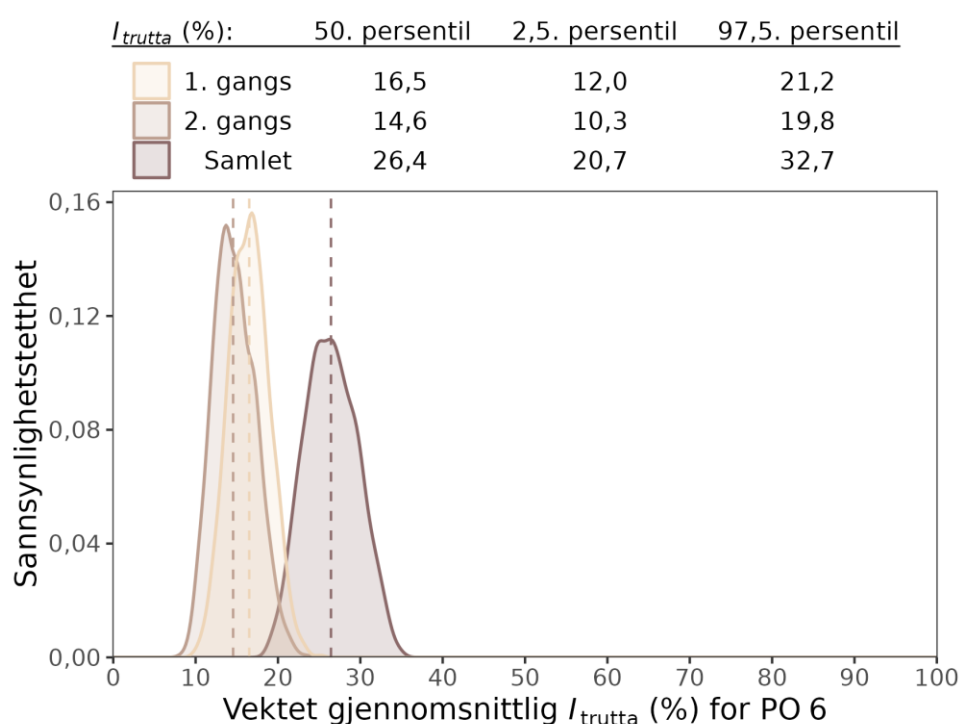
PO 6 har 160 sjøørretvassdrag. Gaula har størst andel av den teoretiske produksjonskapasiteten, med en andel på 19 % av produksjonen (**Figur 7.6.6**). Samlet utgjør de ti største vassdragene 77 % av den totale produksjonskapasiteten. Av de ti største vassdragene i PO 6 hadde Stordalselva og Steinsdal en $I_{trutta} > 30\%$, Gaula, Stjørdal, Verdal og Steinkjervassdraget en $I_{trutta} < 10\%$ og Driva, Surna, Orkla og Nidelva en I_{trutta} mellom 10 og 30 %. Surna og Gaula gikk opp en kategori for I_{trutta} for den samlede påvirkningen på første- og andregangsvandrende. Resten av de 150 vassdragene i PO 6 hadde et vektet snitt for $I_{trutta} > 30\%$ både for førstegangsvandrende og samlet (første- og andregangsvandrende) (**Figur 7.6.6**).



Figur 7.6.6. Andelen av den totale produksjonskapasiteten i produksjonsområdet for de 10 største vassdragene i PO 6. Stolpene er farget etter kategoriene for I_{trutta} vassdraget havnet i for førstegangsvandrere og samlet (første- og andregangsvandrende). Stolpen for «Resten» er farget etter det vektete snittet av I_{trutta} for resten av vassdragene.

Vektet I_{trutta} med usikkerhet

Usikkerhetsfordelingen for de vektete indikatorverdiene (I_{trutta}) er basert på usikkerheten i de samme underliggende variablene som for de vektete indikatorverdiene (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus) og likt antall kjøring (1000) av den virtuelle sjørretmodellen. Usikkerhetsfordelingene i **Figur 7.6.7** viser fordelingene til de vektete snittene av I_{trutta} på tvers av alle vassdragene for hver kjøring for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet første- og andregangsvandrere i PO 6. Medianen til fordelingene angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Vektet I_{trutta} (median) for PO 6 var 16,5 % for førstegangsvandrere, 14,6 % for andregangsvandrere og 26,4 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 7.6.7**).



Figur 7.6.7. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 6 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir den vektete I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

Det er gjort sensitivitetsanalyser med de samme underliggende variablene som er benyttet for de uvektede indikatorverdiene. Størst påvirkning på modellresultatet for de vektete indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjøørret dør (samlet I_{trutta} økte med 13,2 prosentpoeng, **Tabell 7.6.2**).

Tabell 7.6.2. Sensitivitetsanalyser for vektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 6 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	Vektet I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	16,5	14,6	26,4
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	9,9	8,6	14,7
S ₂ : Uniform 20 km	14,2	13,4	22,8
S ₃ : Uniform 30 km	19,3	17,5	29,9
S ₄ : Interpolerte avstander	14,5	14,2	24,4
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	19,6	17,4	31,0
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	13,4	11,8	21,9
S ₇ : Alternativ tålegrense**	14,2	10,9	21,8
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørret tilbakevandrer	12,1	9,8	19,5
S ₉ : All lusepåvirket sjøørret dør	26,7	25,3	39,6
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	17,6	15,9	28,2
S ₁₁ : 60 % dør	14,8	13,0	23,9

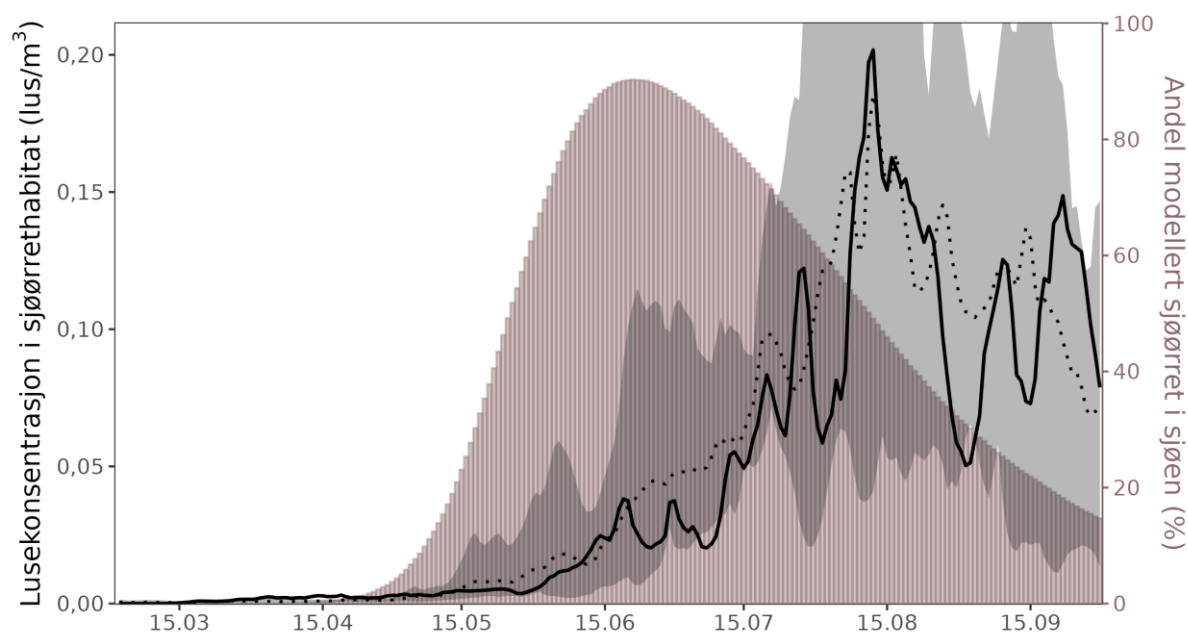
* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

7.7 Produksjonsområde 7: Nord-Trøndelag med Bindal

Lusekonsentrasjon og andel sjørørret i sjøen

I 2025 i PO 7 var det relativt likt lusenivå i sjørørrethabitatet i sjøen sammenlignet med gjennomsnittet av de fem foregående årene (**Figur 7.7.1**, heltrukket sort linje sammenlignet med prikket linje). Andel sjørørret i sjøen (søylediagram) sammenlignet med utviklingen av gjennomsnittlig lusenivå (heltrukken sort linje) viser at den høyeste lusekonsentrasjonen var på 0,2 lus per kubikkmeter i snitt, ble nådd den 12.08, og at det på dette tidspunktet var 49 % av den modellerte sjørørreten igjen i sjøen (**Figur 7.7.1**).

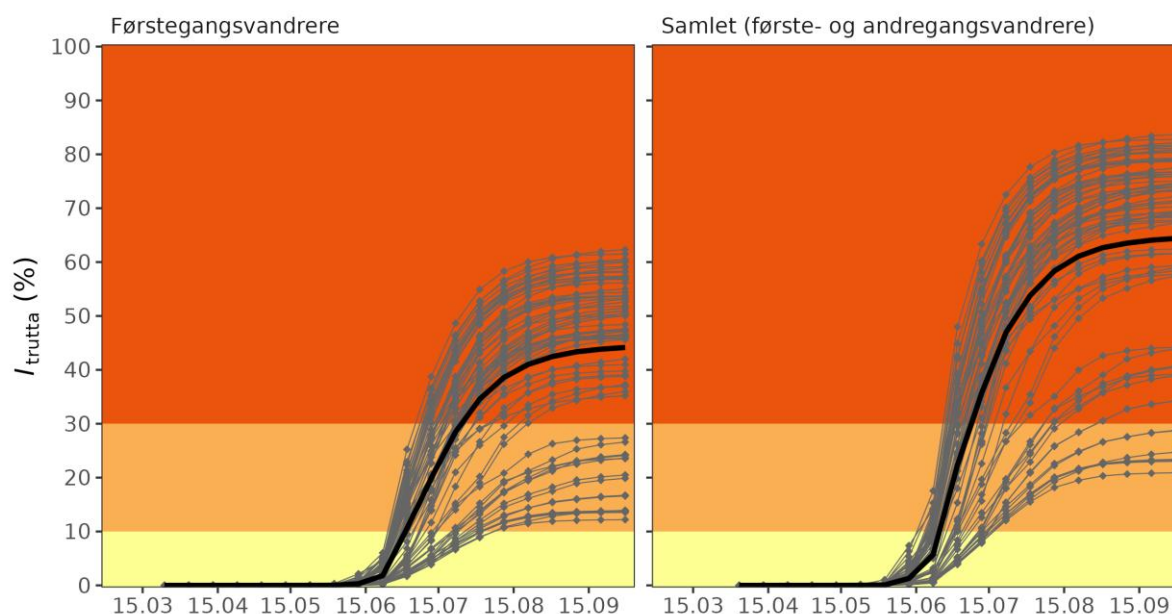


Figur 7.7.1. Lusekonsentrasjon (lus m^{-3}) i sjørørrethabitatet i PO 7 per dag i 2025 (sort linje). Dette er den gjennomsnittlige lusekonsentrasjonen i en 20 km radius fra elvemunningene til alle vassdragene i produksjonsområdet for en gitt dag i 2025. Lusekonsentrasjonen for de siste fem årene er vist med gjennomsnitt (prikket linje) og minimum/maksimum (skravert område). De brune stolpene viser andelen i prosent av den modellerte sjørørreten i sjøen per dag dersom det ikke er noen prematur tilbakevandring eller død. Andelen sjørørret i sjøen gjelder både første- og andregangsvandrere.

7.7.1 Uvektede indikatorverdier

Endring i I_{trutta} gjennom sesongen

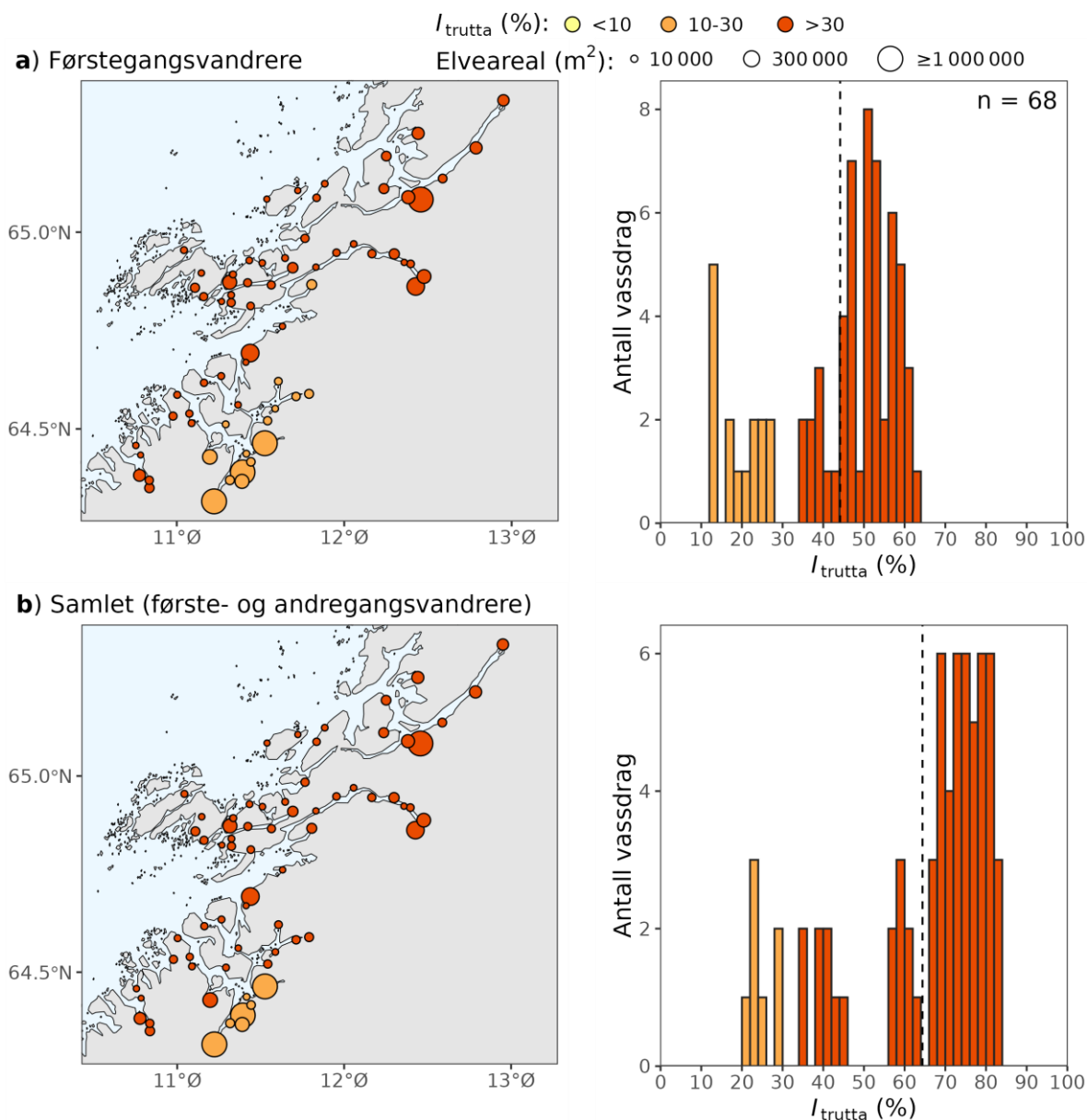
Sjørreten i de ulike vassdragene i PO 7 var lite påvirket av lus frem til 03.05 (**Figur 7.7.2**). Derfra økte den gjennomsnittlige indikatorverdien (I_{trutta}) og endte på 44 % for førstegangsvandrere og 64 % for den samlede påvirkningen på både første- og andregangsvandrere. Etter august var det liten endring i I_{trutta} i PO 7, og fra 01.09 til 30.09 var økningen på kun 2 prosentpoeng for førstegangsvandrere og 2 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 7.7.2. Utviklingen i I_{trutta} over tid i PO 7 i 2025. Hvert vassdrag er representert med en grå linje der hvert punkt er estimert I_{trutta} (hver tiende dag). Den svarte linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} for hele produksjonsområdet over tid. Bakgrunnen er farget etter kategoriseringen av I_{trutta} .

Fordeling av I_{trutta} per vassdrag (geografisk og antall)

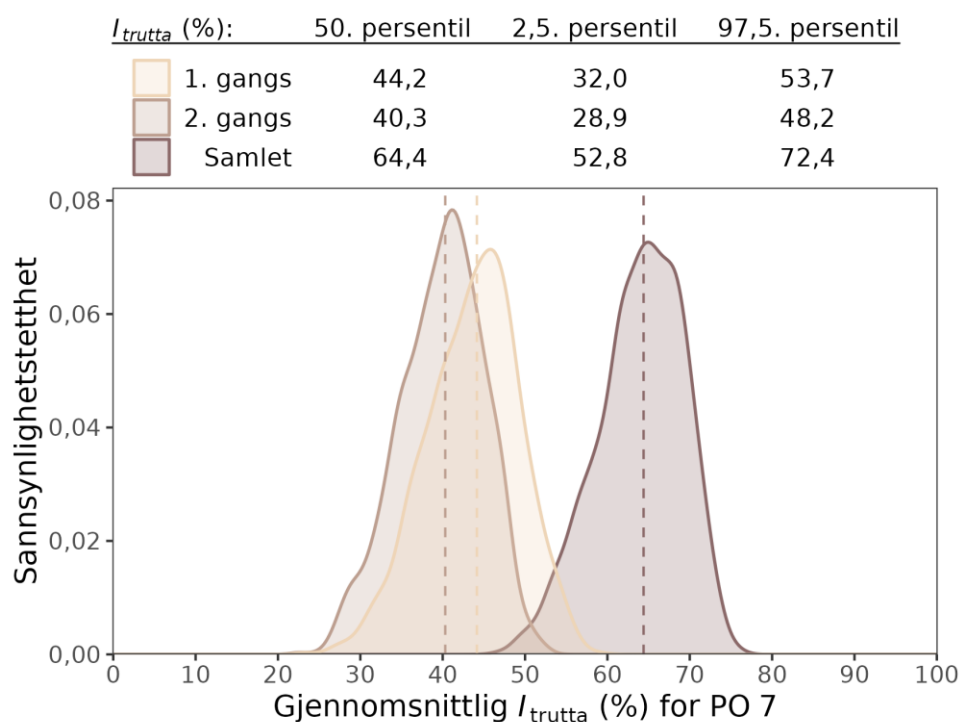
Den geografiske fordelingen og lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene i PO 7 er vist i **Figur 7.7.3**. Sjørørreten oppholder seg hovedsakelig i nærheten av vassdraget den vandrer ut fra (kap. 9.3). Vassdragets nærhet til oppdrettsaktivitet vil derfor være en viktig faktor for lusepåvirkningen (I_{trutta}).



Figur 7.7.3. Geografisk plassering av vassdragene i PO 7, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m² eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet). **a)** er for førstegangsvandrere og **b)** er for samlet påvirkning på første- og andregangsvandrere.

Uvektet I_{trutta} med usikkerhet

De uvektede indikatorverdiene (I_{trutta}) for produksjonsområdet er estimert med usikkerhet. I denne usikkerheten er både statistisk usikkerhet og biologisk variasjon (årsvariasjon og romlig variasjon) inkludert fra de underliggende variablene der vi hadde god informasjon om denne variasjonen (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus). Usikkerhetsfordelingene til det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet for begge gruppene er basert på 1000 kjøring av den virtuelle sjørretmodellen der ulike parameterverdier er trukket fra usikkerhetsfordelingene til de underliggende variablene (se kap. 9.13). For hver kjøring estimeres det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} på tvers av alle vassdrag, og det er disse 1000 I_{trutta} -verdiene som utgjør usikkerhetsfordelingene (**Figur 7.7.4**). Medianen til fordelingene angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien er større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Uvektet I_{trutta} (median) for PO 7 var 44,2 % for førstegangsvandrere, 40,3 % for andregangsvandrere og 64,4 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 7.7.4**).



Figur 7.7.4. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 7 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

For å teste robustheten til modellen har vi gjort sensitivitetsanalyser for underliggende variabler der vi ikke hadde god informasjon om usikkerheten (**Tabell 7.7.1**). Dette gjelder den romlige fordelingen av sjøørreten, tålegrensene for lus på sjøørreten før den blir påvirket, hvor stor andelen av den lusepåvirkede sjøørreten som tilbakevandrer og hvor stor andel som dør, og hvor stor andel av lusen som fester seg på sjøørreten som dør. Størst påvirkning på modellresultatet for de uvektede indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjøørret døde (samlet I_{trutta} økte med 20,8 prosentpoeng, **Tabell 7.7.1**).

Tabell 7.7.1. Sensitivitetsanalyser for uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 7 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	44,2	40,3	64,4
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	40,5	37,0	58,6
S ₂ : Uniform 20 km	45,4	41,5	65,1
S ₃ : Uniform 30 km	49,4	44,4	70,2
S ₄ : Interpolerte avstander	41,5	39,4	62,3
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	48,6	44,5	69,3
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	38,1	35,3	57,8
S ₇ : Alternativ tålegrense**	40,7	34,0	58,8
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørret tilbakevandrer	33,6	28,4	51,1
S ₉ : All lusepåvirket sjøørret dør	68,8	68,0	85,2
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	46,1	42,1	66,7
S ₁₁ : 60 % dør	40,7	37,5	60,9

* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

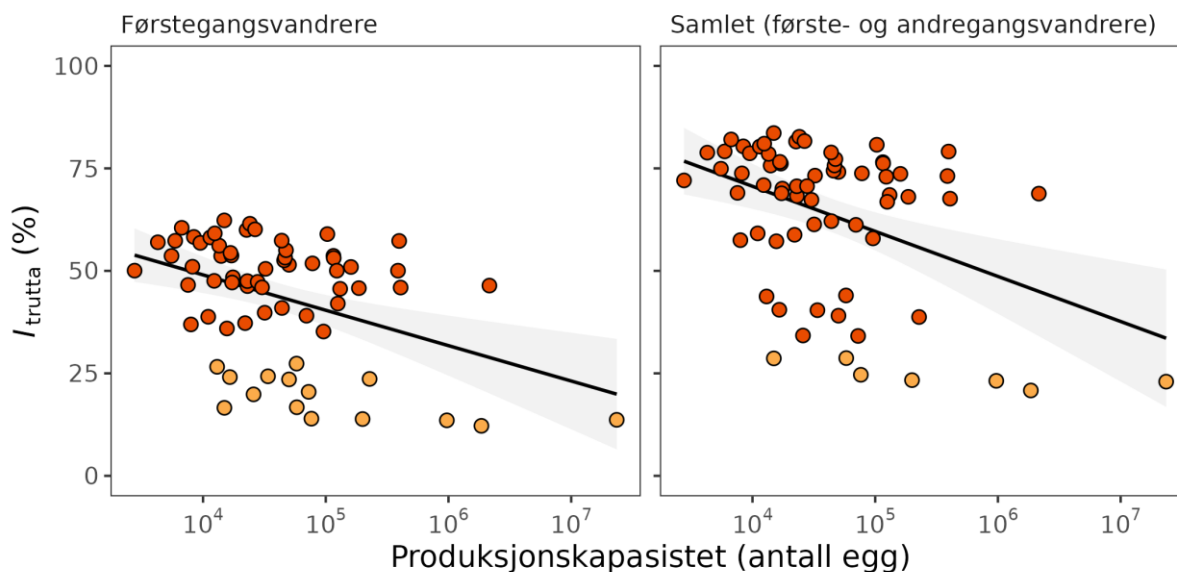
** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

7.7.2 Vektete indikatorverdier

Sjørretvassdragene i PO 7 har ulikt anadromt elveareal (**Figur 6.7.1**). Dette vil kunne påvirke produksjonskapasiteten til vassdraget. For å vekte indikatorverdiene på produksjonskapasitet har vi estimert antall egg hvert vassdrag teoretisk kan produsere basert på anadromt elveareal, samt tilstedeværelse av laks i vassdraget (kap. 3.2). Dette målet tar ikke hensyn til tilstanden til vassdraget, men gir en indikasjon på hvor mye hvert enkelt vassdrag bidrar til den totale produksjonskapasiteten til produksjonsområdet. Vi kan dermed bruke dette målet på produksjonskapasitet for å beregne vektet indikatorverdi for PO 7.

Sammenheng mellom produksjonskapasitet og I_{trutta}

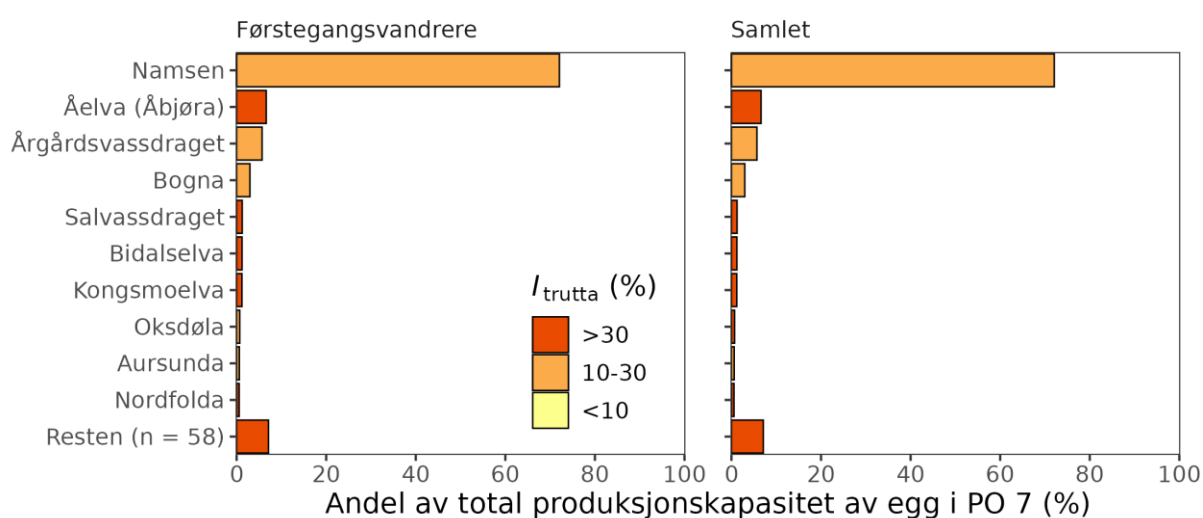
I PO 7 var det en sammenheng mellom den teoretiske produksjonskapasiteten og I_{trutta} for førstegangsvandrere ($r^2 = 17\%$) og samlet for første- og andregangsvandrere ($r^2 = 17\%$, **Figur 7.7.5**). En økning i antall egg som teoretisk kan produseres i vassdraget med en faktor på 10 tilsvarer en endring i I_{trutta} på -8,6 prosentpoeng for førstegangsvandrere og -11 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 7.7.5. Nedgang i sjørretens fitness, I_{trutta} (%), som en funksjon av vassdragets teoretiske produksjonskapasitet estimert som antall egg vassdraget teoretisk sett kan produsere basert på anadromt elveareal og tilstedeværelse av laks. For førstegangsvandrere er $I_{trutta} = 83,5 (\pm 11,1) - 8,6 (\pm 2,4) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 17\%$, og samlet for første- og andregangsvandrere er $I_{trutta} = 114,6 (\pm 13,9) - 11 (\pm 3) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 17\%$.

Andel av teoretisk produksjonskapasitet

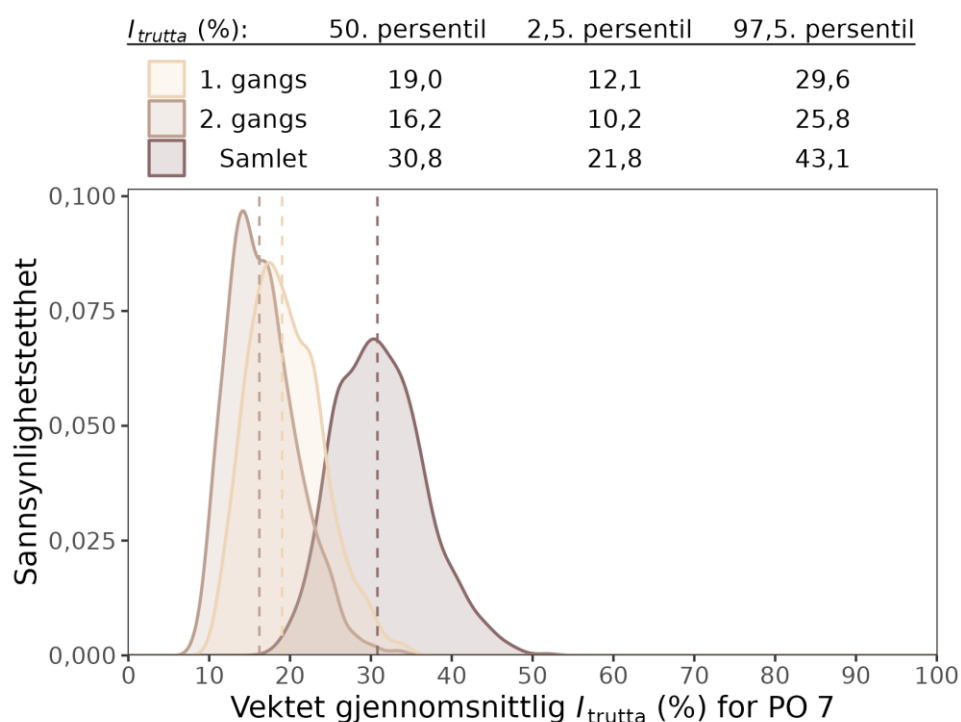
PO 7 har 68 sjørretvassdrag. Namsen har størst andel av den teoretiske produksjonskapasiteten, med en andel på 72 % av produksjonen (**Figur 7.7.6**). Samlet utgjør de ti største vassdragene 93 % av den totale produksjonskapasiteten. Av de ti største vassdragene i PO 7 hadde Oksdøla, Aursunda, Bogna, Årgårdsvassdraget og Namsen en I_{trutta} mellom 10 og 30 % og Salvassdraget, Nordfolda, Kongsmoelva, Bidalselva og Åelva (Åbjøra) en $I_{trutta} > 30$ %. Oksdøla byttet kategori for I_{trutta} fra mellom 10 og 30 % til > 30 % for den samlede påvirkningen på første- og andregangsvandrende. Resten av de 58 vassdragene i PO 7 hadde et vektet snitt for $I_{trutta} > 30$ % både for førstegangsvandrende og samlet (første- og andregangsvandrende) (**Figur 7.7.6**).



Figur 7.7.6. Andelen av den totale produksjonskapasiteten i produksjonsområdet for de 10 største vassdragene i PO 7. Stolpene er farget etter kategoriene for I_{trutta} vassdraget havnet i for førstegangsvandrerne og samlet (første- og andregangsvandrerne). Stolpen for «Resten» er farget etter det vektete snittet av I_{trutta} for resten av vassdragene.

Vektet I_{trutta} med usikkerhet

Usikkerhetsfordelingen for de vektete indikatorverdiene (I_{trutta}) er basert på usikkerheten i de samme underliggende variablene som for de vektete indikatorverdiene (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus) og likt antall kjøring (1000) av den virtuelle sjørretmodellen. Usikkerhetsfordelingene i **Figur 7.7.7** viser fordelingene til de vektete snittene av I_{trutta} på tvers av alle vassdragene for hver kjøring for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet første- og andregangsvandrere i PO 7. Medianen til fordelingene angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Vektet I_{trutta} (median) for PO 7 var 19,0 % for førstegangsvandrere, 16,2 % for andregangsvandrere og 30,8 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 7.7.7**).



Figur 7.7.7. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 7 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir den vektete I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

Det er gjort sensitivitetsanalyser med de samme underliggende variablene som er benyttet for de uvektede indikatorverdiene. Størst påvirkning på modellresultatet for de vektete indikatorverdiene var det om sjøørreten var uniformt fordelt med en radius på 10 km fra elvemunning (samlet I_{trutta} minket med 19,1 prosentpoeng, **Tabell 7.7.2**).

Tabell 7.7.2. Sensitivitetsanalyser for vektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 7 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	Vektet I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	19,0	16,2	30,8
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	8,0	7,2	11,7
S ₂ : Uniform 20 km	10,2	9,5	15,3
S ₃ : Uniform 30 km	17,9	16,1	28,9
S ₄ : Interpolerte avstander	17,3	16,9	29,3
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	21,8	18,5	34,5
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	15,3	13,0	25,4
S ₇ : Alternativ tålegrense**	16,8	12,3	26,0
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørret tilbakevandrer	13,4	10,4	21,8
S ₉ : All lusepåvirket sjøørret dør	31,7	29,6	47,9
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	20,3	17,3	32,5
S ₁₁ : 60 % dør	16,6	14,6	27,8

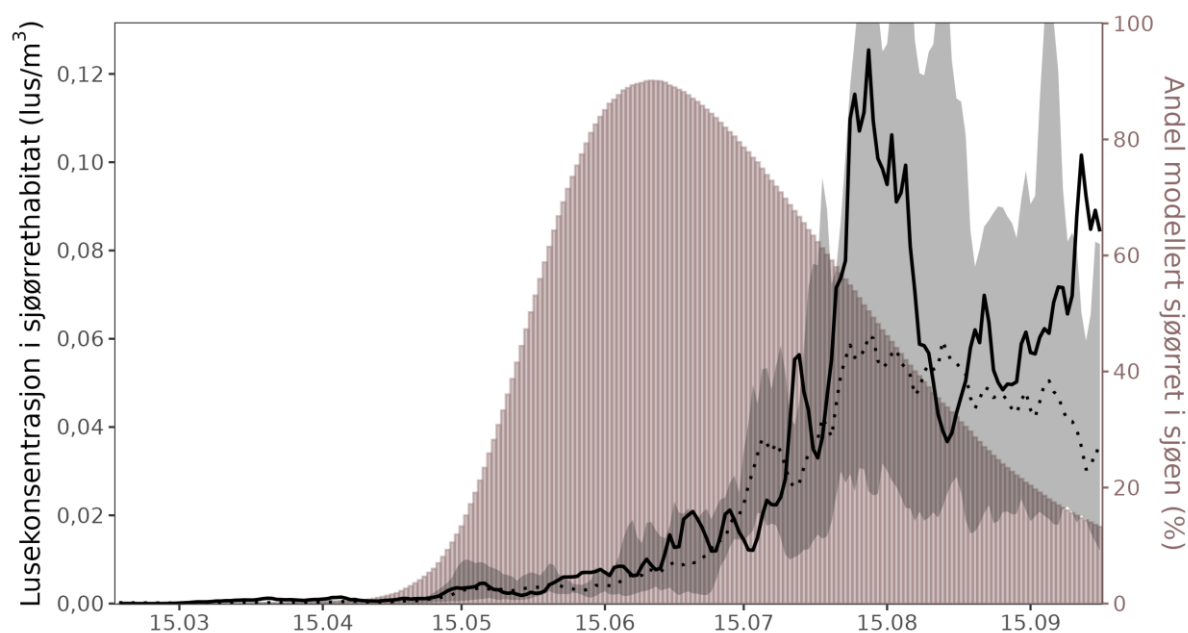
* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

7.8 Produksjonsområde 8: Helgeland til Bodø

Lusekonsentrasjon og andel sjørørret i sjøen

I 2025 i PO 8 var det relativt likt lusenivå i sjørørrethabitatet i sjøen sammenlignet med gjennomsnittet av de fem foregående årene (**Figur 7.8.1**, heltrukket sort linje sammenlignet med prikket linje). Andel sjørørret i sjøen (søylediagram) sammenlignet med utviklingen av gjennomsnittlig lusenivå (heltrukket sort linje) viser at den høyeste lusekonsentrasjonen var på 0,1 lus per kubikkmeter i snitt, ble nådd den 11.08, og at det på dette tidspunktet var 50 % av den modellerte sjørørreten igjen i sjøen (**Figur 7.8.1**).

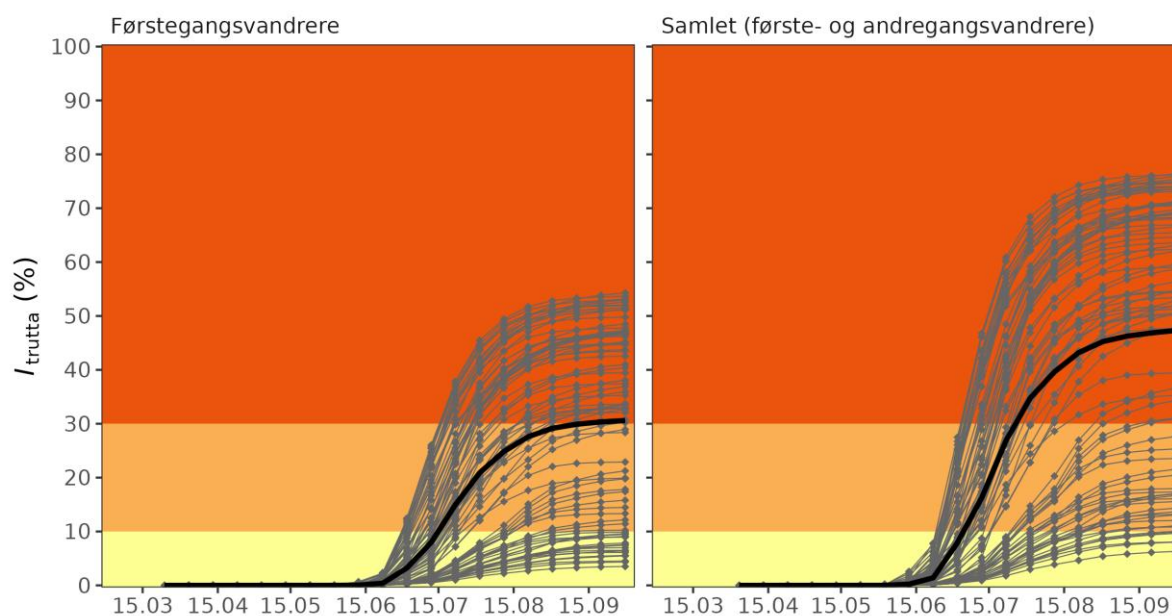


Figur 7.8.1. Lusekonsentrasjon (lus m^{-3}) i sjørørrethabitatet i PO 8 per dag i 2025 (sort linje). Dette er den gjennomsnittlige lusekonsentrasjonen i en 20 km radius fra elvemunningene til alle vassdragene i produksjonsområdet for en gitt dag i 2025. Lusekonsentrasjonen for de siste fem årene er vist med gjennomsnitt (prikket linje) og minimum/maksimum (skravert område). De brune stolpene viser andelen i prosent av den modellerte sjørørreten i sjøen per dag dersom det ikke er noen prematur tilbakevandring eller død. Andelen sjørørret i sjøen gjelder både første- og andregangsvandrere.

7.8.1 Uvektede indikatorverdier

Endring i I_{trutta} gjennom sesongen

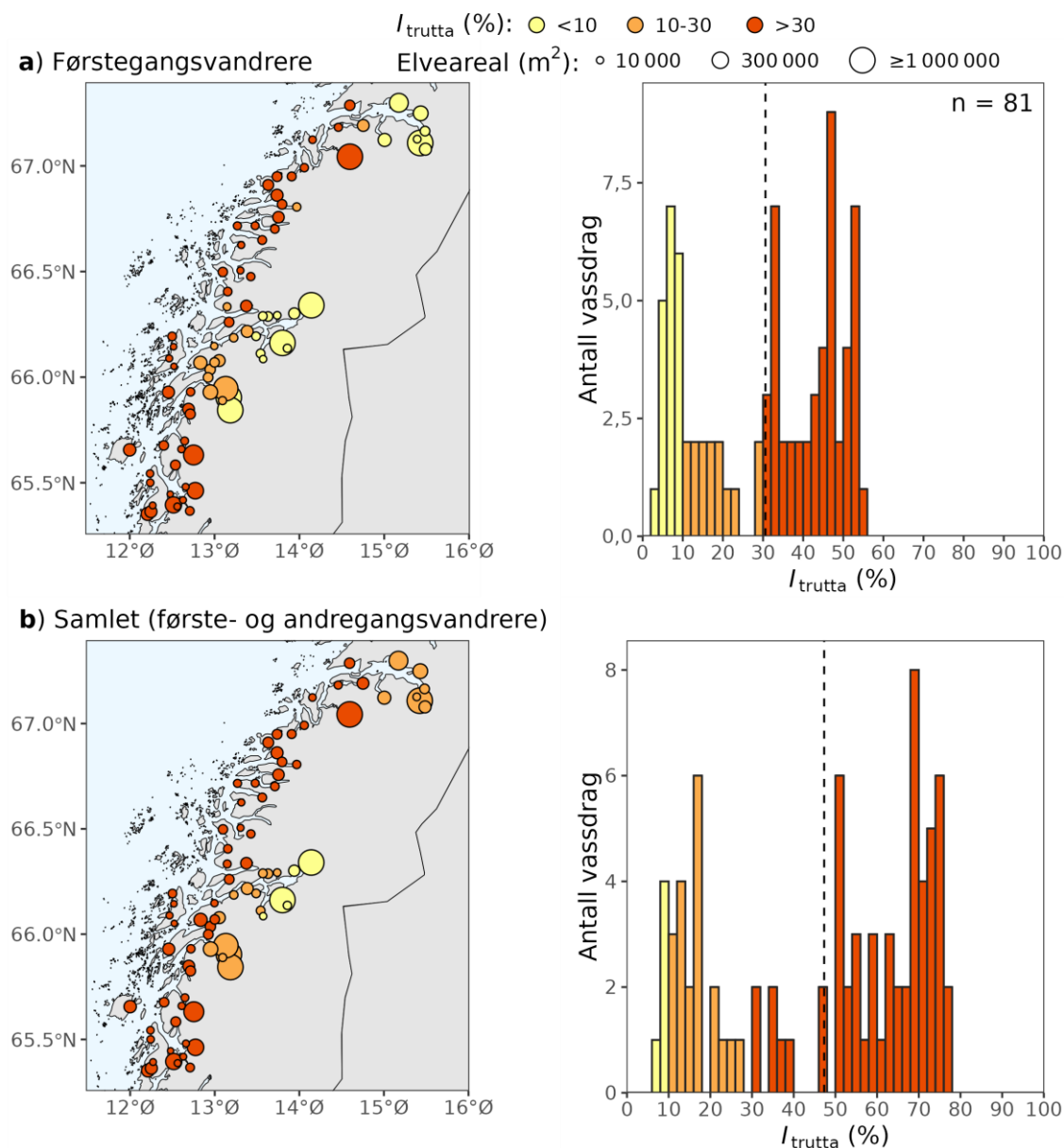
Sjørørreten i de ulike vassdragene i PO 8 var lite påvirket av lus frem til 13.05 (**Figur 7.8.2**). Derfra økte den gjennomsnittlige indikatorverdien (I_{trutta}) og endte på 31 % for førstegangsvandrere og 47 % for den samlede påvirkningen på både første- og andregangsvandrere. Etter august var det liten endring i I_{trutta} i PO 8, og fra 01.09 til 30.09 var økningen på kun 1 prosentpoeng for førstegangsvandrere og 2 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 7.8.2. Utviklingen i I_{trutta} over tid i PO 8 i 2025. Hvert vassdrag er representert med en grå linje der hvert punkt er estimert I_{trutta} (hver tiende dag). Den svarte linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} for hele produksjonsområdet over tid. Bakgrunnen er farget etter kategoriseringen av I_{trutta} .

Fordeling av I_{trutta} per vassdrag (geografisk og antall)

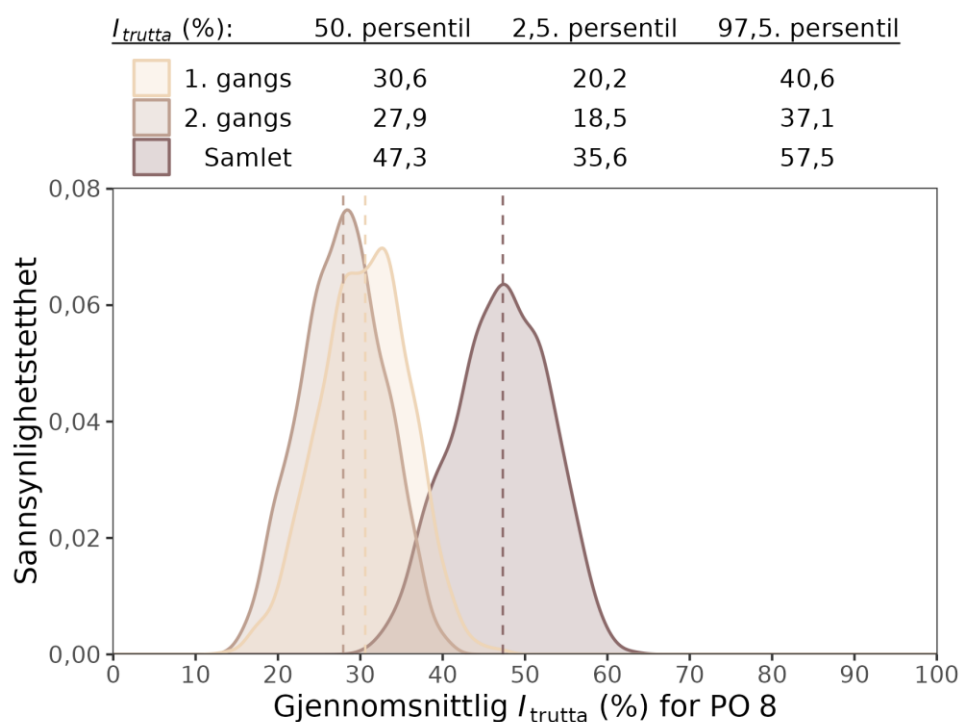
Den geografiske fordelingen og lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene i PO 8 er vist i **Figur 7.8.3**. Sjørørreten oppholder seg hovedsakelig i nærheten av vassdraget den vandrer ut fra (kap. 9.3). Vassdragets nærhet til oppdrettsaktivitet vil derfor være en viktig faktor for lusepåvirkningen (I_{trutta}).



Figur 7.8.3. Geografisk plassering av vassdragene i PO 8, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m² eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet). **a)** er for førstegangsvandrere og **b)** er for samlet påvirkning på første- og andregangsvandrere.

Uvektet I_{trutta} med usikkerhet

De uvektede indikatorverdiene (I_{trutta}) for produksjonsområdet er estimert med usikkerhet. I denne usikkerheten er både statistisk usikkerhet og biologisk variasjon (årsvariasjon og romlig variasjon) inkludert fra de underliggende variablene der vi hadde god informasjon om denne variasjonen (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus). Usikkerhetsfordelingene til det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet for begge gruppene er basert på 1000 kjøringar av den virtuelle sjørretmodellen der ulike parameterverdier er trukket fra usikkerhetsfordelingene til de underliggende variablene (se kap. 9.13). For hver kjøring estimeres det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} på tvers av alle vassdrag, og det er disse 1000 I_{trutta} -verdiene som utgjør usikkerhetsfordelingene (**Figur 7.8.4**). Medianen til fordelingene angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien er større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Uvektet I_{trutta} (median) for PO 8 var 30,6 % for førstegangsvandrere, 27,9 % for andregangsvandrere og 47,3 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 7.8.4**).



Figur 7.8.4. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 8 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

For å teste robustheten til modellen har vi gjort sensitivitetsanalyser for underliggende variabler der vi ikke hadde god informasjon om usikkerheten (**Tabell 7.8.1**). Dette gjelder den romlige fordelingen av sjøørreten, tålegrensene for lus på sjøørreten før den blir påvirket, hvor stor andelen av den lusepåvirkede sjøørreten som tilbakevandrer og hvor stor andel som dør, og hvor stor andel av lusen som fester seg på sjøørreten som dør. Størst påvirkning på modellresultatet for de uvektede indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjøørret døde (samlet I_{trutta} økte med 21,1 prosentpoeng, **Tabell 7.8.1**).

Tabell 7.8.1. Sensitivitetsanalyser for uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 8 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	30,6	27,9	47,3
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	27,7	25,2	41,5
S ₂ : Uniform 20 km	31,6	28,7	47,0
S ₃ : Uniform 30 km	33,5	30,1	50,3
S ₄ : Interpolerte avstander	29,0	27,4	45,7
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	35,5	32,4	53,2
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	24,9	22,9	40,0
S ₇ : Alternativ tålegrense**	27,1	21,7	40,7
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørret tilbakevandrer	21,8	18,4	34,7
S ₉ : All lusepåvirket sjøørret dør	51,2	50,5	68,4
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	32,7	29,9	49,8
S ₁₁ : 60 % dør	27,4	25,2	43,3

* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

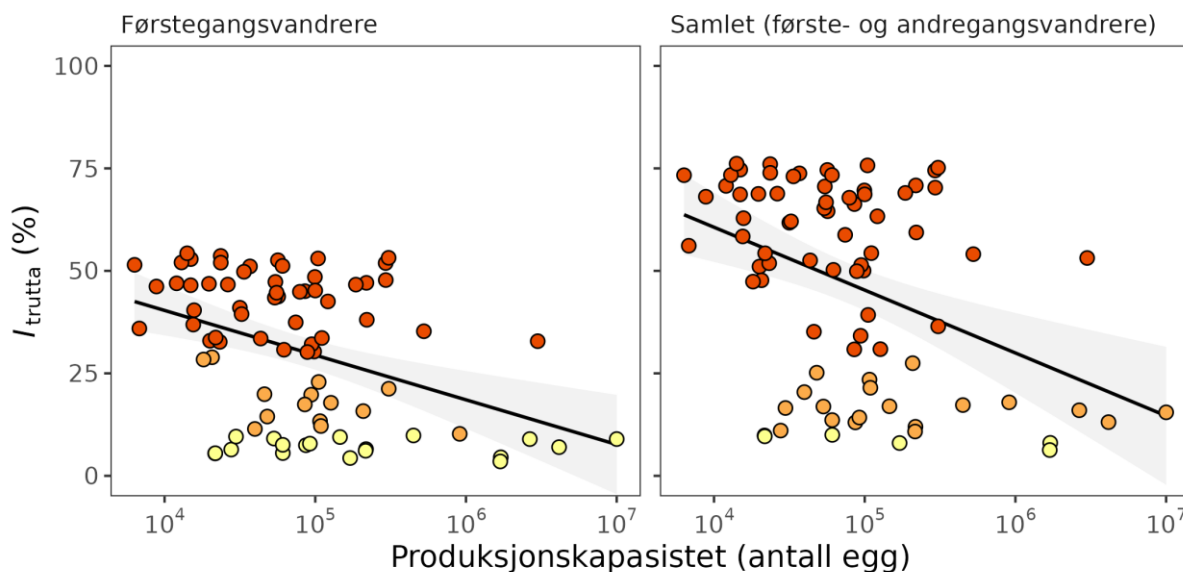
** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

7.8.2 Vektete indikatorverdier

Sjørretvassdragene i PO 8 har ulikt anadromt elveareal (**Figur 6.8.1**). Dette vil kunne påvirke produksjonskapasiteten til vassdraget. For å vekte indikatorverdiene på produksjonskapasitet har vi estimert antall egg hvert vassdrag teoretisk kan produsere basert på anadromt elveareal, samt tilstedeværelse av laks i vassdraget (kap. 3.2). Dette målet tar ikke hensyn til tilstanden til vassdraget, men gir en indikasjon på hvor mye hvert enkelt vassdrag bidrar til den totale produksjonskapasiteten til produksjonsområdet. Vi kan dermed bruke dette målet på produksjonskapasitet for å beregne vektet indikatorverdi for PO 8.

Sammenheng mellom produksjonskapasitet og I_{trutta}

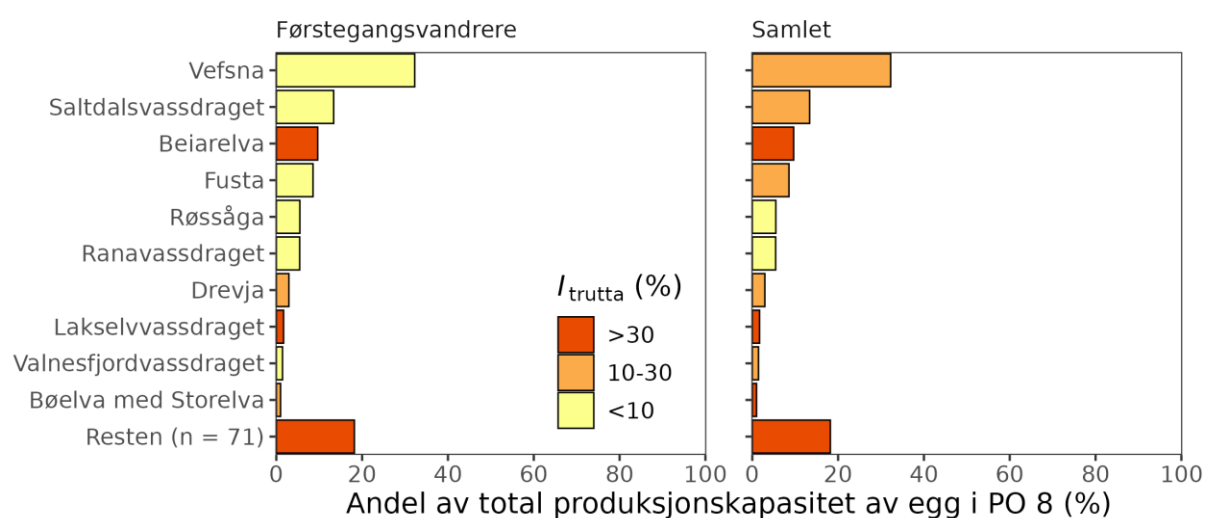
I PO 8 var det en sammenheng mellom den teoretiske produksjonskapasiteten og I_{trutta} for førstegangsvandrere ($r^2 = 16\%$) og samlet for første- og andregangsvandrere ($r^2 = 17\%$, **Figur 7.8.5**). En økning i antall egg som teoretisk kan produseres i vassdraget med en faktor på 10 tilsvarer en endring i I_{trutta} på -10,9 prosentpoeng for førstegangsvandrere og -15,3 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 7.8.5. Nedgang i sjørretens fitness, I_{trutta} (%), som en funksjon av vassdragets teoretiske produksjonskapasitet estimert som antall egg vassdraget teoretisk sett kan produsere basert på anadromt elveareal og tilstedeværelse av laks. For førstegangsvandrere er $I_{trutta} = 84 (\pm 13,7) - 10,9 (\pm 2,8) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 16\%$, og samlet for første- og andregangsvandrere er $I_{trutta} = 122 (\pm 19) - 15,3 (\pm 3,8) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 17\%$.

Andel av teoretisk produksjonskapasitet

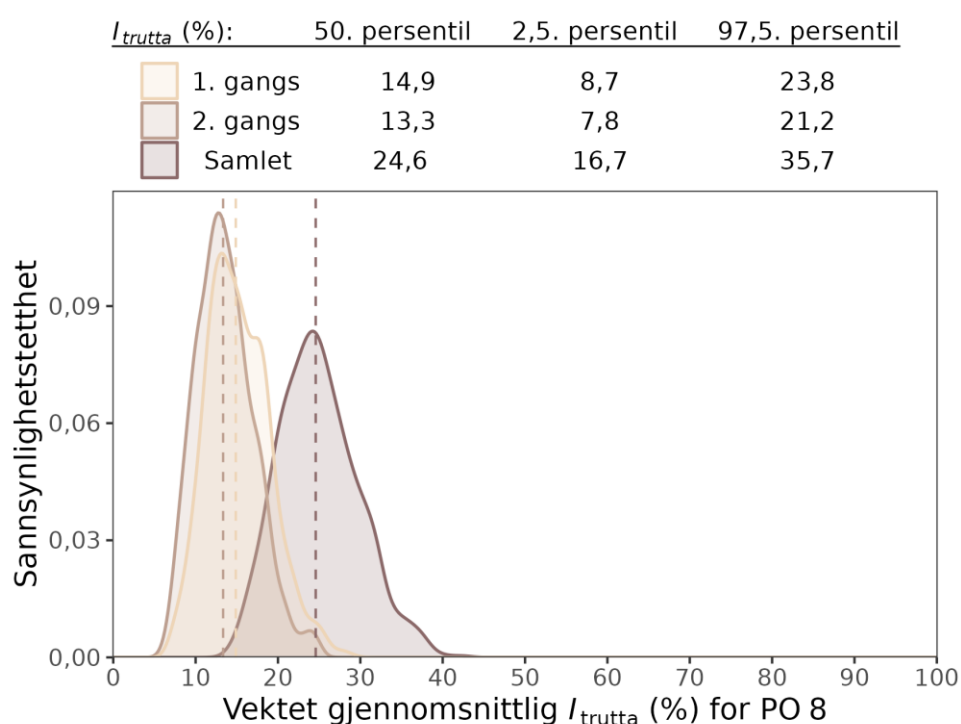
PO 8 har 81 sjørretvassdrag. Vefsna har størst andel av den teoretiske produksjonskapasiteten, med en andel på 32 % av produksjonen (**Figur 7.8.6**). Samlet utgjør de ti største vassdragene 82 % av den totale produksjonskapasiteten. Av de ti største vassdragene i PO 8 hadde Drevja og Bøelva med Storelva en I_{trutta} mellom 10 og 30 %, Lakselvvassdraget og Beiarelva en $I_{trutta} > 30\%$ og de resterende seks vassdragene en $I_{trutta} < 10\%$ for førstegangsvandrende. Vefsna, Fusta, Bøelva med Storelva, Saltdalsvassdraget og Valnesfjordvassdraget gikk opp en kategori for I_{trutta} for den samlede påvirkningen på første- og andregangsvandrende. Resten av de 71 vassdragene i PO 8 hadde et vektet snitt for $I_{trutta} > 30\%$ både for førstegangsvandrende og samlet (første- og andregangsvandrende) (**Figur 7.8.6**).



Figur 7.8.6. Andelen av den totale produksjonskapasiteten i produksjonsområdet for de 10 største vassdragene i PO 8. Stolpene er farget etter kategoriene for I_{trutta} vassdraget havnet i for førstegangsvandrerne og samlet (første- og andregangsvandrerne). Stolpen for «Resten» er farget etter det vektete snittet av I_{trutta} for resten av vassdragene.

Vektet I_{trutta} med usikkerhet

Usikkerhetsfordelingen for de vektete indikatorverdiene (I_{trutta}) er basert på usikkerheten i de samme underliggende variablene som for de vektete indikatorverdiene (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus) og likt antall kjøring (1000) av den virtuelle sjørretmodellen. Usikkerhetsfordelingene i **Figur 7.8.7** viser fordelingene til de vektete snittene av I_{trutta} på tvers av alle vassdragene for hver kjøring for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet første- og andregangsvandrere i PO 8. Medianen til fordelingene angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Vektet I_{trutta} (median) for PO 8 var 14,9 % for førstegangsvandrere, 13,3 % for andregangsvandrere og 24,6 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 7.8.7**).



Figur 7.8.7. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 8 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir den vektete I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

Det er gjort sensitivitetsanalyser med de samme underliggende variablene som er benyttet for de uvektede indikatorverdiene. Størst påvirkning på modellresultatet for de vektete indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjøørret dør (samlet I_{trutta} økte med 15,8 prosentpoeng, **Tabell 7.8.2**).

Tabell 7.8.2. Sensitivitetsanalyser for vektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 8 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	Vektet I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	14,9	13,3	24,6
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	9,1	8,6	14,6
S ₂ : Uniform 20 km	11,6	10,7	17,8
S ₃ : Uniform 30 km	14,9	13,2	23,2
S ₄ : Interpolerte avstander	13,3	13,2	23,5
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	18,5	16,5	29,8
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	11,4	10,2	19,3
S ₇ : Alternativ tålegrense**	12,6	9,5	19,6
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørret tilbakevandrer	9,9	8,1	16,5
S ₉ : All lusepåvirket sjøørret dør	26,6	25,4	40,4
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	16,4	14,7	26,9
S ₁₁ : 60 % dør	12,9	11,6	21,6

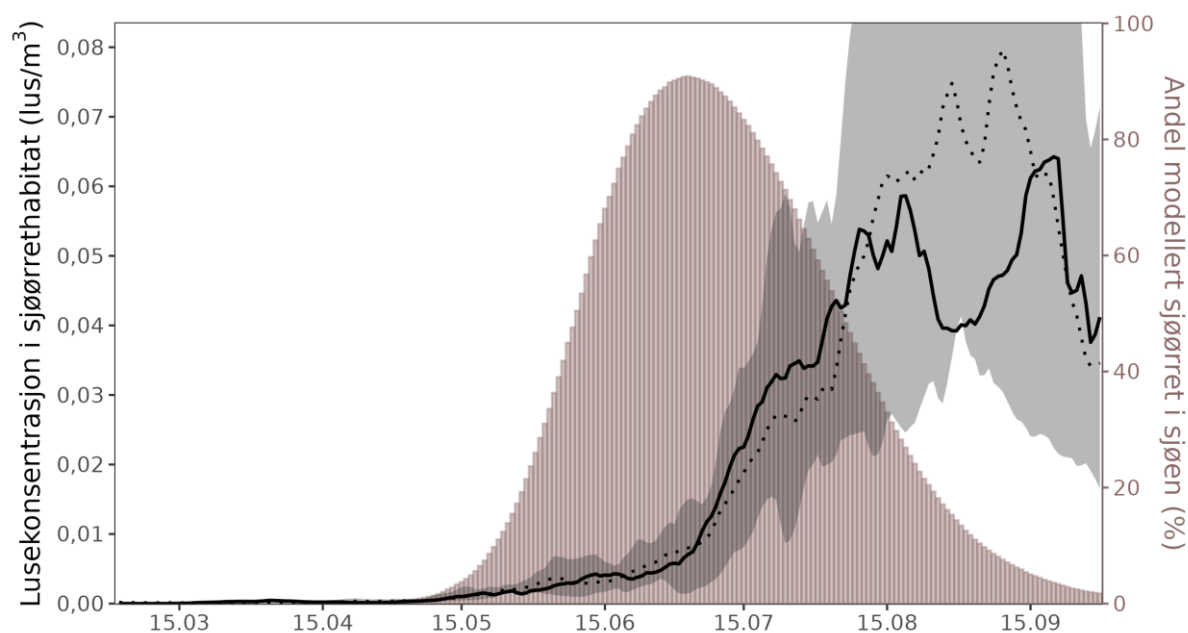
* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

7.9 Produksjonsområde 9: Vestfjorden og Vesterålen

Lusekonsentrasjon og andel sjørørret i sjøen

I 2025 i PO 9 var det relativt likt lusenivå i sjørørrethabitatet i sjøen sammenlignet med gjennomsnittet av de fem foregående årene (**Figur 7.9.1**, heltrukket sort linje sammenlignet med prikket linje). Andel sjørørret i sjøen (søylediagram) sammenlignet med utviklingen av gjennomsnittlig lusenivå (heltrukken sort linje) viser at den høyeste lusekonsentrasjonen var på 0,06 lus per kubikkmeter i snitt, ble nådd den 20.09, og at det på dette tidspunktet var 4 % av den modellerte sjørørreten igjen i sjøen (**Figur 7.9.1**).

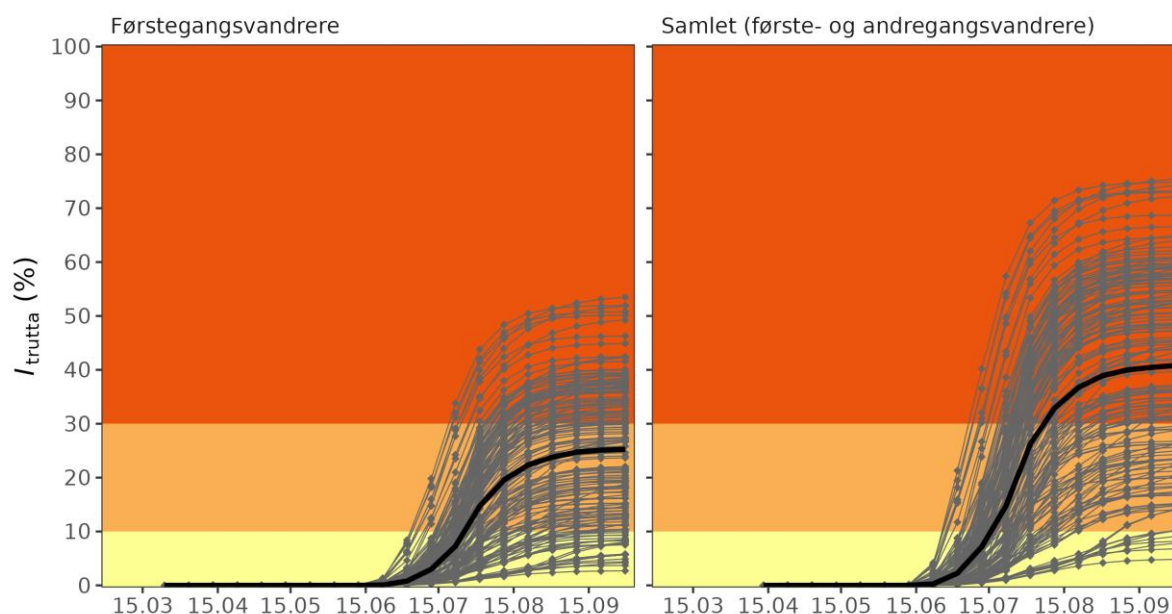


Figur 7.9.1. Lusekonsentrasjon (lus m^{-3}) i sjørørrethabitatet i PO 9 per dag i 2025 (sort linje). Dette er den gjennomsnittlige lusekonsentrasjonen i en 20 km radius fra elvemunningene til alle vassdragene i produksjonsområdet for en gitt dag i 2025. Lusekonsentrasjonen for de siste fem årene er vist med gjennomsnitt (prikket linje) og minimum/maksimum (skravert område). De brune stolpene viser andelen i prosent av den modellerte sjørørreten i sjøen per dag dersom det ikke er noen prematur tilbakevandring eller død. Andelen sjørørret i sjøen gjelder både første- og andregangsvandrere.

7.9.1 Uvektede indikatorverdier

Endring i I_{trutta} gjennom sesongen

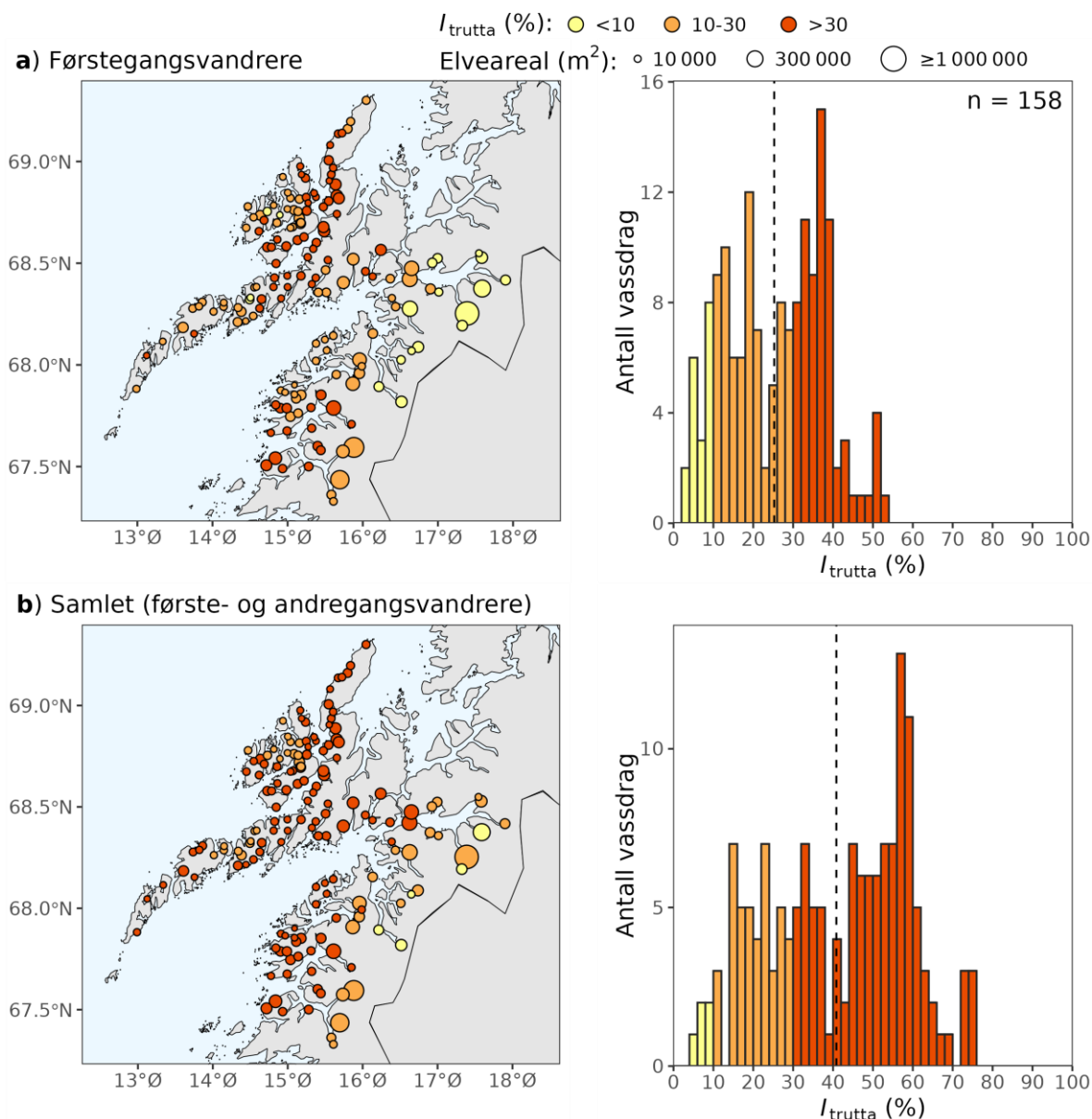
Sjørørreten i de ulike vassdragene i PO 9 var lite påvirket av lus frem til 23.05 (**Figur 7.9.2**). Derfra økte den gjennomsnittlige indikatorverdien (I_{trutta}) og endte på 25 % for førstegangsvandrere og 41 % for den samlede påvirkningen på både første- og andregangsvandrere. Etter august var det liten endring i I_{trutta} i PO 9, og fra 01.09 til 30.09 var økningen på kun 1 prosentpoeng for førstegangsvandrere og 2 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 7.9.2. Utviklingen i I_{trutta} over tid i PO 9 i 2025. Hvert vassdrag er representert med en grå linje der hvert punkt er estimert I_{trutta} (hver tiende dag). Den svarte linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} for hele produksjonsområdet over tid. Bakgrunnen er farget etter kategoriseringen av I_{trutta} .

Fordeling av I_{trutta} per vassdrag (geografisk og antall)

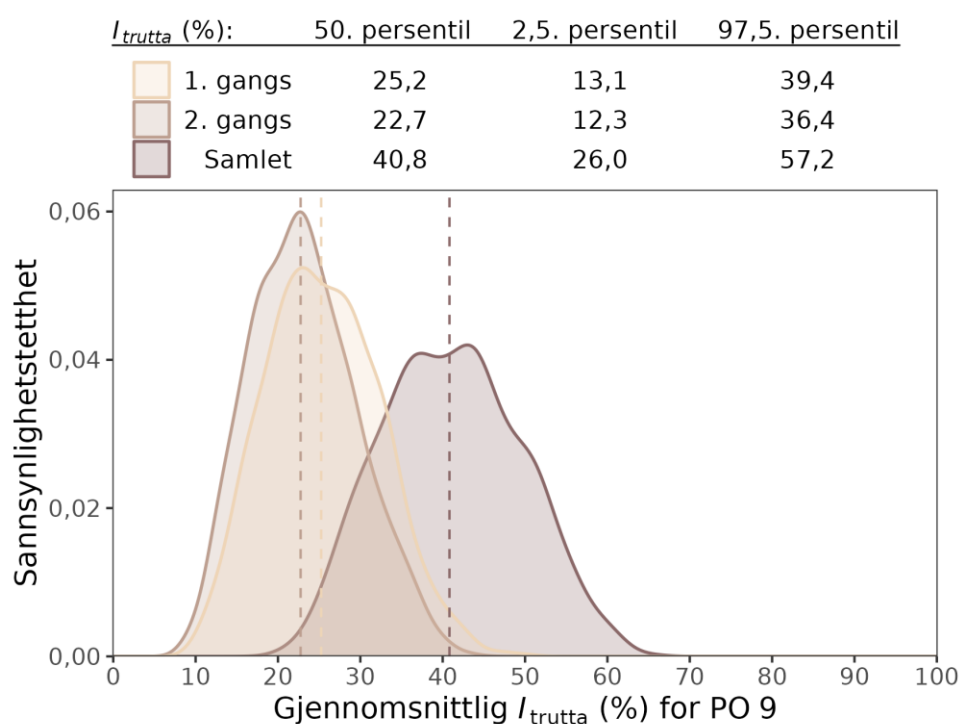
Den geografiske fordelingen og lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene i PO 9 er vist i **Figur 7.9.3**. Sjørørreten oppholder seg hovedsakelig i nærheten av vassdraget den vandrer ut fra (kap. 9.3). Vassdragets nærhet til oppdrettsaktivitet vil derfor være en viktig faktor for lusepåvirkningen (I_{trutta}).



Figur 7.9.3. Geografisk plassering av vassdragene i PO 9, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m² eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet). **a)** er for førstegangsvandrere og **b)** er for samlet påvirkning på første- og andregangsvandrere.

Uvektet I_{trutta} med usikkerhet

De uvektede indikatorverdiene (I_{trutta}) for produksjonsområdet er estimert med usikkerhet. I denne usikkerheten er både statistisk usikkerhet og biologisk variasjon (årsvariasjon og romlig variasjon) inkludert fra de underliggende variablene der vi hadde god informasjon om denne variasjonen (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus). Usikkerhetsfordelingene til det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet for begge gruppene er basert på 1000 kjøring av den virtuelle sjørretmodellen der ulike parameterverdier er trukket fra usikkerhetsfordelingene til de underliggende variablene (se kap. 9.13). For hver kjøring estimeres det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} på tvers av alle vassdrag, og det er disse 1000 I_{trutta} -verdiene som utgjør usikkerhetsfordelingene (**Figur 7.9.4**). Medianen til fordelingene angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien er større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Uvektet I_{trutta} (median) for PO 9 var 25,2 % for førstegangsvandrere, 22,7 % for andregangsvandrere og 40,8 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 7.9.4**).



Figur 7.9.4. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 9 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

For å teste robustheten til modellen har vi gjort sensitivitetsanalyser for underliggende variabler der vi ikke hadde god informasjon om usikkerheten (**Tabell 7.9.1**). Dette gjelder den romlige fordelingen av sjøørreten, tålegrensene for lus på sjøørreten før den blir påvirket, hvor stor andelen av den lusepåvirkede sjøørreten som tilbakevandrer og hvor stor andel som dør, og hvor stor andel av lusen som fester seg på sjøørreten som dør. Størst påvirkning på modellresultatet for de uvektede indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjøørret døde (samlet I_{trutta} økte med 25,6 prosentpoeng, **Tabell 7.9.1**).

Tabell 7.9.1. Sensitivitetsanalyser for uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 9 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	25,2	22,7	40,8
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	22,9	20,0	35,4
S ₂ : Uniform 20 km	24,9	22,3	38,9
S ₃ : Uniform 30 km	25,6	23,2	39,8
S ₄ : Interpolerte avstander	24,2	22,9	39,1
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	31,6	28,4	49,5
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	18,8	17,0	31,7
S ₇ : Alternativ tålegrense**	21,2	15,8	32,6
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørret tilbakevandrer	15,9	13,1	26,6
S ₉ : All lusepåvirket sjøørret dør	46,6	45,3	66,4
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	27,9	25,1	44,5
S ₁₁ : 60 % dør	21,4	19,5	35,5

* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

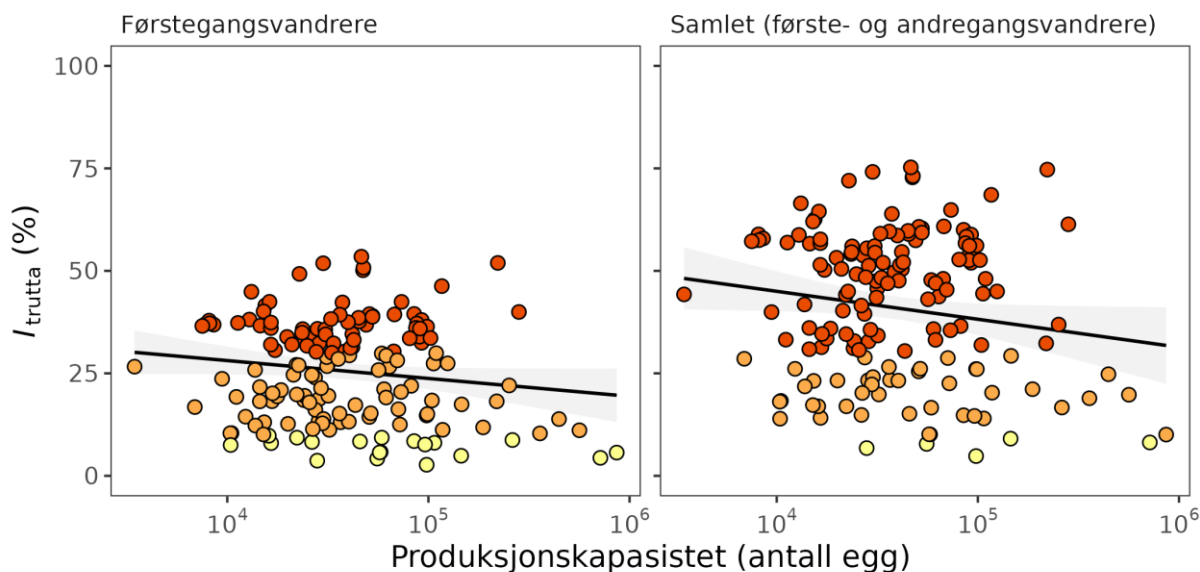
** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

7.9.2 Vektete indikatorverdier

Sjørretvassdragene i PO 9 har ulikt anadromt elveareal (**Figur 6.9.1**). Dette vil kunne påvirke produksjonskapasiteten til vassdraget. For å vekte indikatorverdiene på produksjonskapasitet har vi estimert antall egg hvert vassdrag teoretisk kan produsere basert på anadromt elveareal, samt tilstedeværelse av laks i vassdraget (kap. 3.2). Dette målet tar ikke hensyn til tilstanden til vassdraget, men gir en indikasjon på hvor mye hvert enkelt vassdrag bidrar til den totale produksjonskapasiteten til produksjonsområdet. Vi kan dermed bruke dette målet på produksjonskapasitet for å beregne vektet indikatorverdi for PO 9.

Sammenheng mellom produksjonskapasitet og I_{trutta}

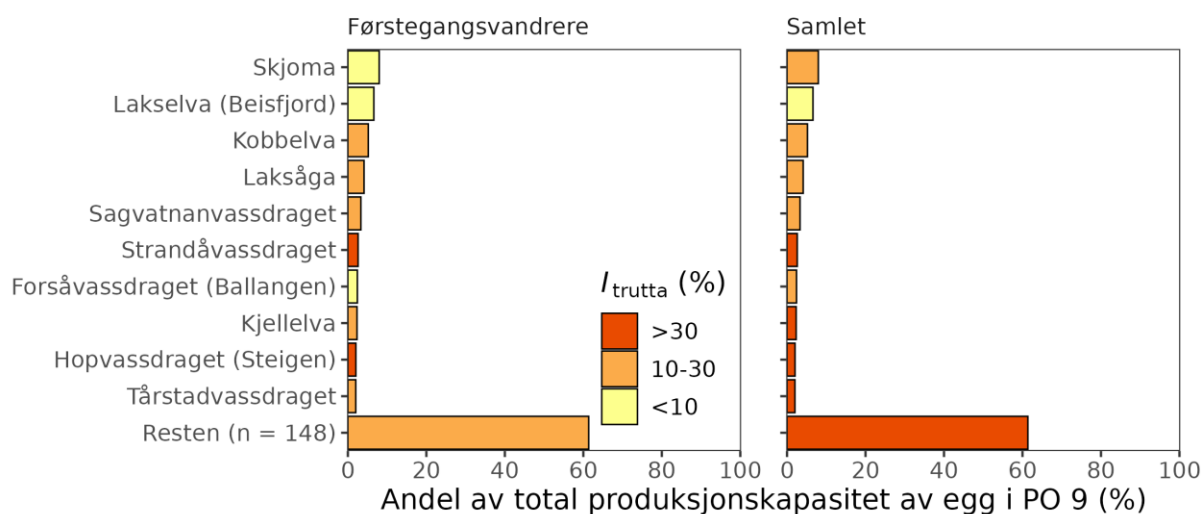
I PO 9 var det en svak sammenheng mellom den teoretiske produksjonskapasiteten og I_{trutta} for førstegangsvandrere ($r^2 = 2\%$) og samlet for første- og andregangsvandrere ($r^2 = 3\%$, **Figur 7.9.5**). En økning i antall egg som teoretisk kan produseres i vassdraget med en faktor på 10 tilsvarer en endring i I_{trutta} på -4,4 prosentpoeng for førstegangsvandrere og -6,8 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 7.9.5. Nedgang i sjørretens fitness, I_{trutta} (%), som en funksjon av vassdragets teoretiske produksjonskapasitet estimert som antall egg vassdraget teoretisk sett kan produsere basert på anadromt elveareal og tilstedeværelse av laks. For førstegangsvandrere er $I_{trutta} = 45,6 (\pm 10,9) - 4,4 (\pm 2,4) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 2\%$, og samlet for første- og andregangsvandrere er $I_{trutta} = 72,3 (\pm 15,6) - 6,8 (\pm 3,4) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 3\%$.

Andel av teoretisk produksjonskapasitet

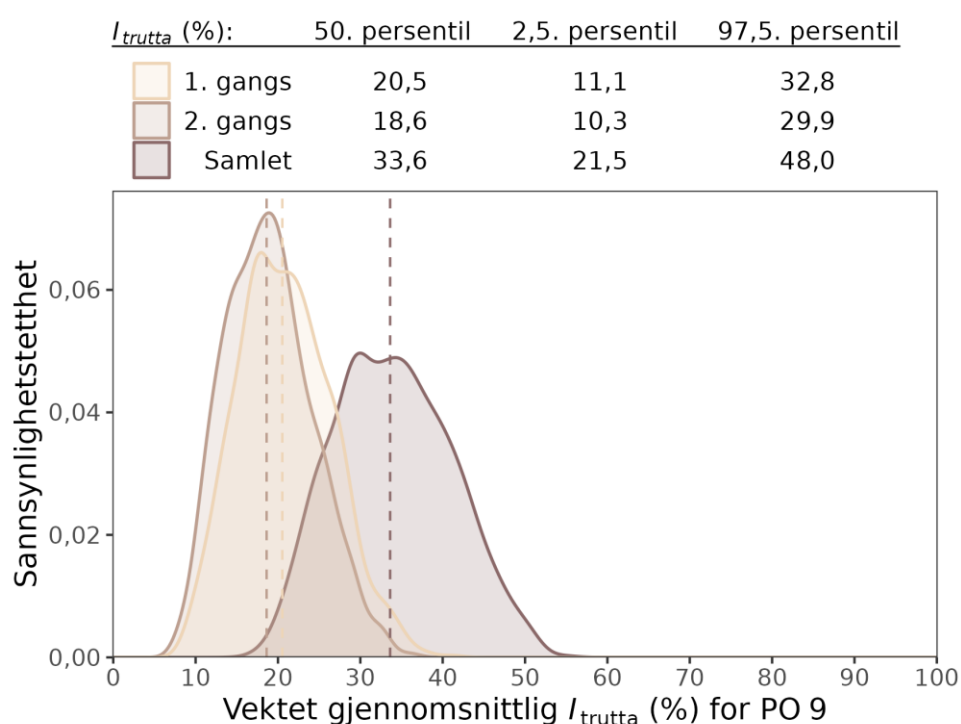
PO 9 har 158 sjørretvassdrag. Skjoma har størst andel av den teoretiske produksjonskapasiteten, med en andel på 8 % av produksjonen (**Figur 7.9.6**). Samlet utgjør de ti største vassdragene 39 % av den totale produksjonskapasiteten. Av de ti største vassdragene i PO 9 hadde Strandåvassdraget og Hopvassdraget (Steigen) en $I_{trutta} > 30\%$, Forsåvassdraget (Ballangen), Skjoma og Lakselva (Beisfjord) en $I_{trutta} < 10\%$ og de resterende fem vassdragene en I_{trutta} mellom 10 og 30 % for førstegangsvandrende. Forsåvassdraget (Ballangen), Kjellelva, Skjoma og Tårstadvassdraget gikk opp en kategori for I_{trutta} for den samlede påvirkningen på første- og andregangsvandrende. Resten av de 148 vassdragene i PO 9 hadde et vektet snitt for I_{trutta} mellom 10 og 30 % for førstegangsvandrende og $> 30\%$ for samlet (første- og andregangsvandrende) (**Figur 7.9.6**).



Figur 7.9.6. Andelen av den totale produksjonskapasiteten i produksjonsområdet for de 10 største vassdragene i PO 9. Stolpene er farget etter kategoriene for I_{trutta} vassdraget havnet i for førstegangsvandrere og samlet (første- og andregangsvandrere). Stolpen for «Resten» er farget etter det vektete snittet av I_{trutta} for resten av vassdragene.

Vektet I_{trutta} med usikkerhet

Usikkerhetsfordelingen for de vektete indikatorverdiene (I_{trutta}) er basert på usikkerheten i de samme underliggende variablene som for de vektete indikatorverdiene (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus) og likt antall kjøring (1000) av den virtuelle sjørretmodellen. Usikkerhetsfordelingene i **Figur 7.9.7** viser fordelingene til de vektete snittene av I_{trutta} på tvers av alle vassdragene for hver kjøring for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet første- og andregangsvandrere i PO 9. Medianen til fordelingene angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Vektet I_{trutta} (median) for PO 9 var 20,5 % for førstegangsvandrere, 18,6 % for andregangsvandrere og 33,6 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 7.9.7**).



Figur 7.9.7. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 9 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir den vektete I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

Det er gjort sensitivitetsanalyser med de samme underliggende variablene som er benyttet for de uvektede indikatorverdiene. Størst påvirkning på modellresultatet for de vektete indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjøørret dør (samlet I_{trutta} økte med 21,9 prosentpoeng, **Tabell 7.9.2**).

Tabell 7.9.2. Sensitivitetsanalyser for vektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 9 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	Vektet I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	20,5	18,6	33,6
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	17,0	15,0	26,9
S ₂ : Uniform 20 km	20,6	18,6	32,2
S ₃ : Uniform 30 km	22,3	20,4	35,9
S ₄ : Interpolerte avstander	19,1	18,5	32,2
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	26,2	23,5	41,4
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	15,2	13,9	25,9
S ₇ : Alternativ tålegrense**	17,2	12,8	26,4
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørret tilbakevandrer	13,1	10,7	21,8
S ₉ : All lusepåvirket sjøørret dør	37,9	37,0	55,5
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	22,9	20,6	36,8
S ₁₁ : 60 % dør	17,4	15,7	29,1

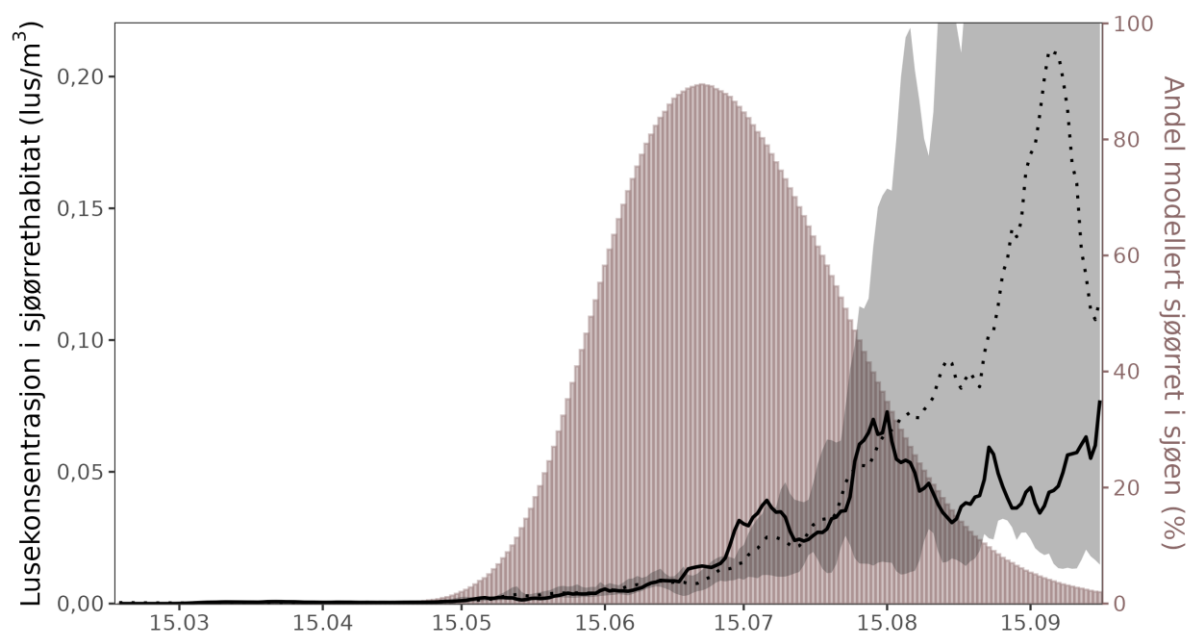
* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

7.10 Produksjonsområde 10: Andøya til Senja

Lusekonsentrasjon og andel sjørret i sjøen

I 2025 i PO 10 var det noe lavere lusenivå i sjørrethabitatet i sjøen sammenlignet med gjennomsnittet av de fem foregående årene (**Figur 7.10.1**, heltrukket sort linje sammenlignet med prikket linje). Andel sjørret i sjøen (søylediagram) sammenlignet med utviklingen av gjennomsnittlig lusenivå (heltrukken sort linje) viser at den høyeste lusekonsentrasjonen var på 0,08 lus per kubikkmeter i snitt, ble nådd den 30.09, og at det på dette tidspunktet var 2 % av den modellerte sjørreten igjen i sjøen (**Figur 7.10.1**).

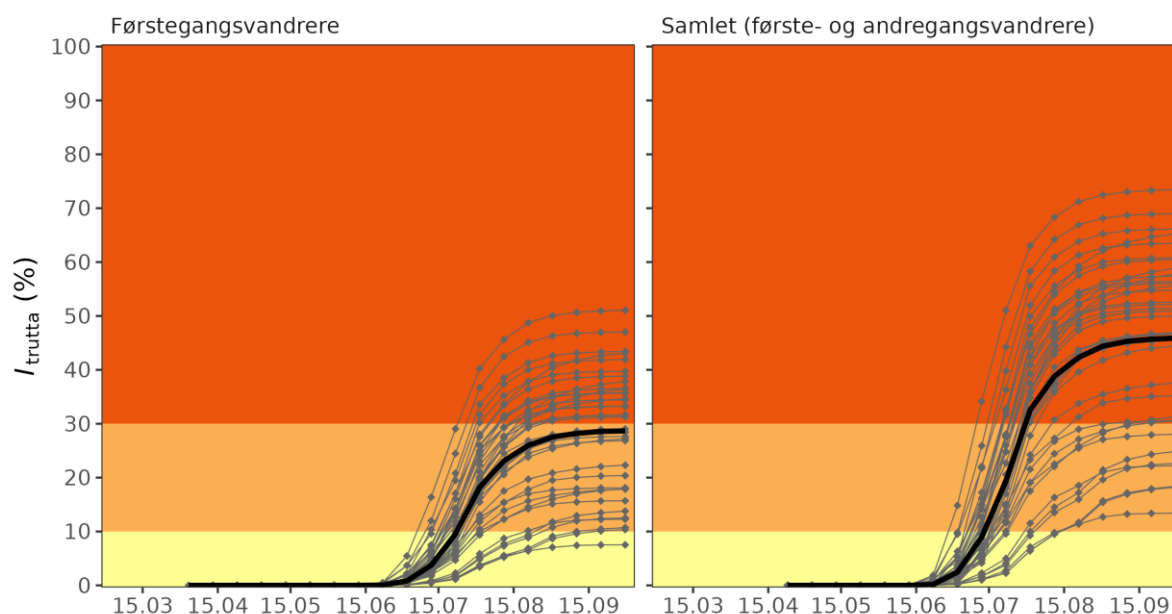


Figur 7.10.1. Lusekonsentrasjon (lus m^{-3}) i sjørrethabitatet i PO 10 per dag i 2025 (sort linje). Dette er den gjennomsnittlige lusekonsentrasjonen i en 20 km radius fra elvemunningene til alle vassdragene i produksjonsområdet for en gitt dag i 2025. Lusekonsentrasjonen for de siste fem årene er vist med gjennomsnitt (prikket linje) og minimum/maksimum (skravert område). De brune stolpene viser andelen i prosent av den modellerte sjørreten i sjøen per dag dersom det ikke er noen prematur tilbakevandring eller død. Andelen sjørret i sjøen gjelder både første- og andregangsvandrere.

7.10.1 Uvektede indikatorverdier

Endring i I_{trutta} gjennom sesongen

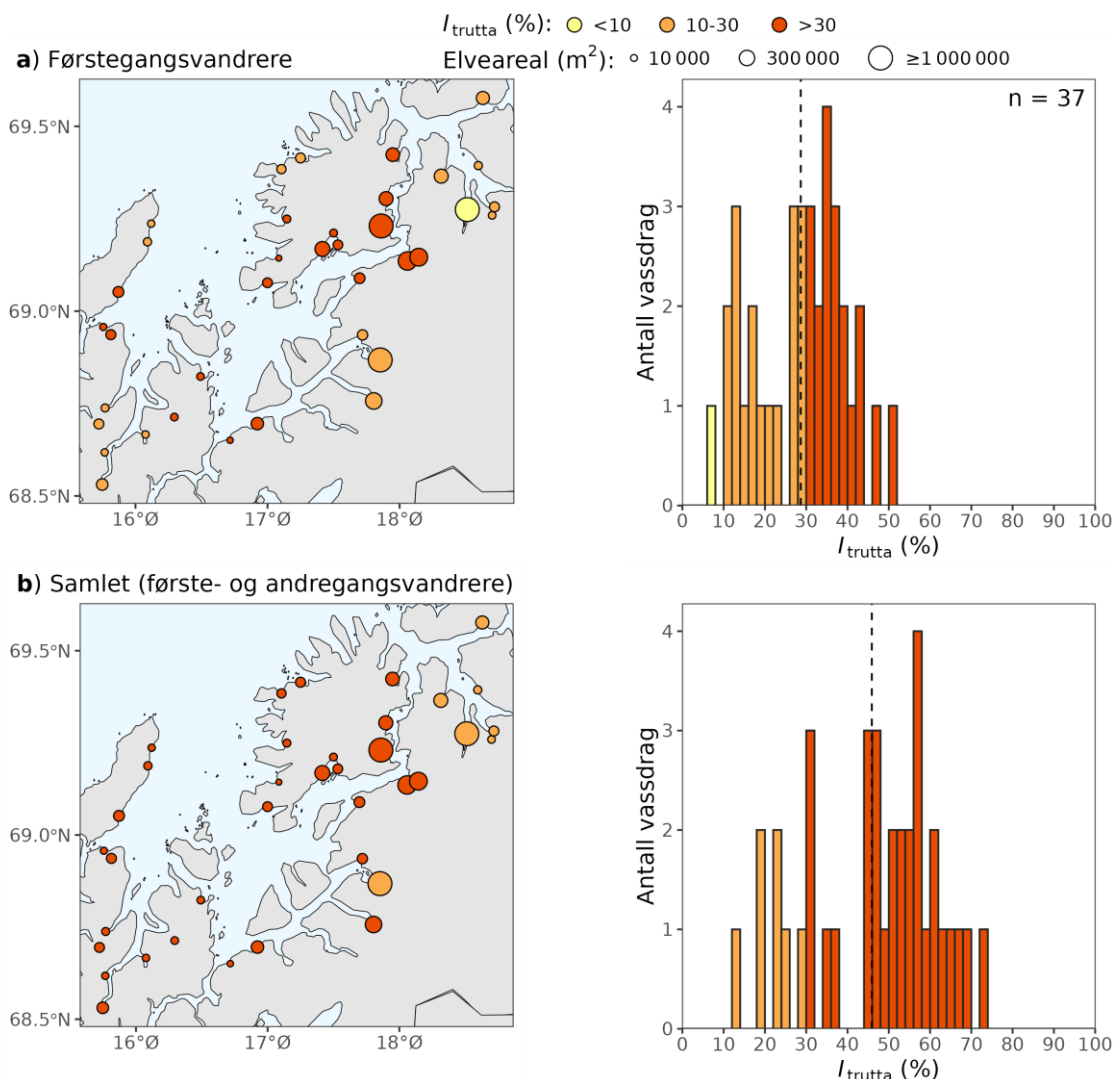
Sjørørreten i de ulike vassdragene i PO 10 var lite påvirket av lus frem til 12.06 (**Figur 7.10.2**). Derfra økte den gjennomsnittlige indikatorverdien (I_{trutta}) og endte på 29 % for førstegangsvandrere og 46 % for den samlede påvirkningen på både første- og andregangsvandrere. Etter august var det liten endring i I_{trutta} i PO 10, og fra 01.09 til 30.09 var økningen på kun 1 prosentpoeng for førstegangsvandrere og 1 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 7.10.2. Utviklingen i I_{trutta} over tid i PO 10 i 2025. Hvert vassdrag er representert med en grå linje der hvert punkt er estimert I_{trutta} (hver tiende dag). Den svarte linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} for hele produksjonsområdet over tid. Bakgrunnen er farget etter kategoriseringen av I_{trutta} .

Fordeling av I_{trutta} per vassdrag (geografisk og antall)

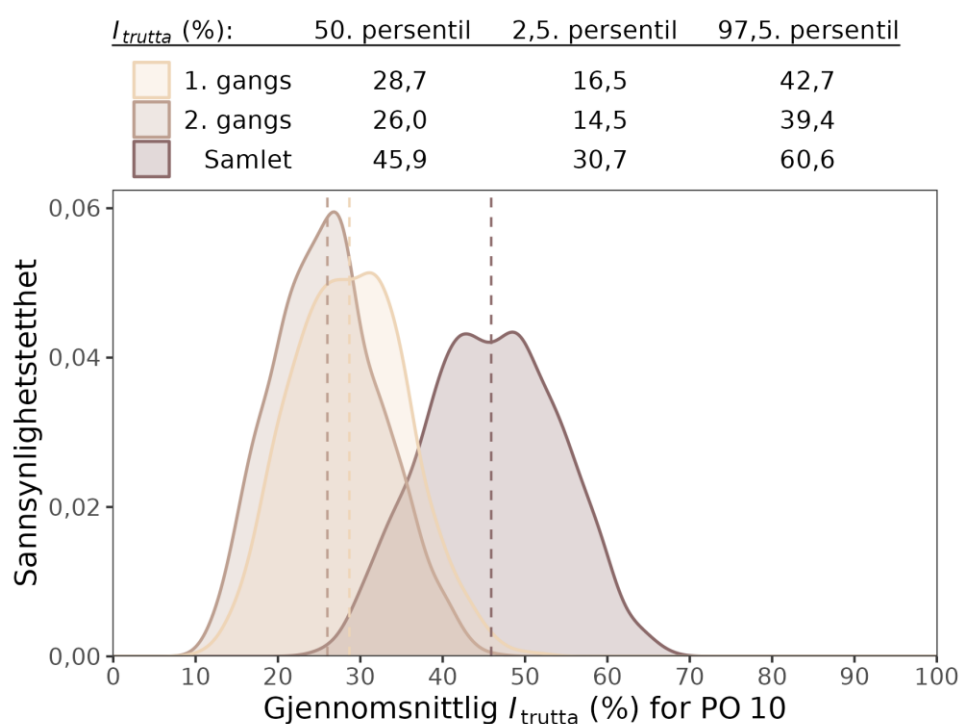
Den geografiske fordelingen og lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene i PO 10 er vist i **Figur 7.10.3**. Sjørørreten oppholder seg hovedsakelig i nærheten av vassdraget den vandrer ut fra (kap. 9.3). Vassdragets nærhet til oppdrettsaktivitet vil derfor være en viktig faktor for lusepåvirkningen (I_{trutta}).



Figur 7.10.3. Geografisk plassering av vassdragene i PO 10, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m² eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet). **a)** er for førstegangsvandrere og **b)** er for samlet påvirkning på første- og andregangsvandrere.

Uvektet I_{trutta} med usikkerhet

De uvektede indikatorverdiene (I_{trutta}) for produksjonsområdet er estimert med usikkerhet. I denne usikkerheten er både statistisk usikkerhet og biologisk variasjon (årsvariasjon og romlig variasjon) inkludert fra de underliggende variablene der vi hadde god informasjon om denne variasjonen (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus). Usikkerhetsfordelingene til det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet for begge gruppene er basert på 1000 kjøringar av den virtuelle sjørretmodellen der ulike parameterverdier er trukket fra usikkerhetsfordelingene til de underliggende variablene (se kap. 9.13). For hver kjøring estimeres det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} på tvers av alle vassdrag, og det er disse 1000 I_{trutta} -verdiene som utgjør usikkerhetsfordelingene (**Figur 7.10.4**). Medianen til fordelingene angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien er større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Uvektet I_{trutta} (median) for PO 10 var 28,7 % for førstegangsvandrere, 26,0 % for andregangsvandrere og 45,9 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 7.10.4**).



Figur 7.10.4. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 10 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

For å teste robustheten til modellen har vi gjort sensitivitetsanalyser for underliggende variabler der vi ikke hadde god informasjon om usikkerheten (**Tabell 7.10.1**). Dette gjelder den romlige fordelingen av sjørreten, tålegrensene for lus på sjørreten før den blir påvirket, hvor stor andelen av den lusepåvirkede sjørreten som tilbakevandrer og hvor stor andel som dør, og hvor stor andel av lusen som fester seg på sjørreten som dør. Størst påvirkning på modellresultatet for de uvektede indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjørret døde (samlet I_{trutta} økte med 26,7 prosentpoeng, **Tabell 7.10.1**).

Tabell 7.10.1. Sensitivitetsanalyser for uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 10 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	28,7	26,0	45,9
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	25,9	23,0	40,6
S ₂ : Uniform 20 km	30,1	27,2	46,8
S ₃ : Uniform 30 km	33,9	32,0	53,8
S ₄ : Interpolerte avstander	26,1	25,5	42,9
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	34,6	31,2	53,7
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	21,8	20,0	36,6
S ₇ : Alternativ tålegrense**	24,9	18,9	38,1
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjørret tilbakevandrer	18,8	15,3	30,5
S ₉ : All lusepåvirket sjørret dør	51,6	50,7	72,6
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	31,3	28,2	49,4
S ₁₁ : 60 % dør	25,0	22,4	40,6

* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

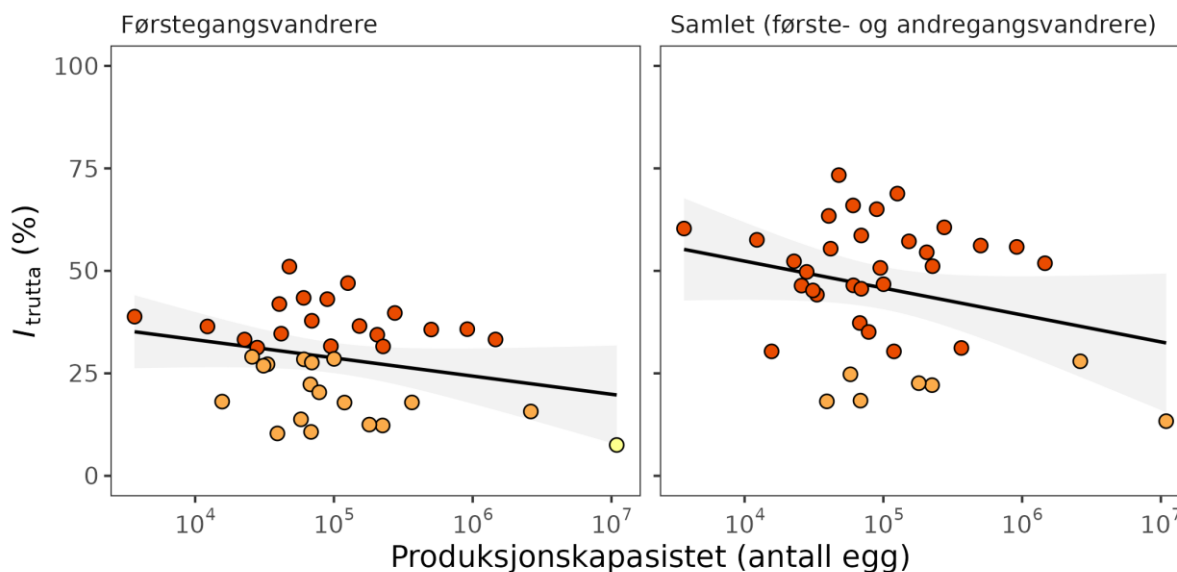
** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

7.10.2 Vektete indikatorverdier

Sjørretvassdragene i PO 10 har ulikt anadromt elveareal (**Figur 6.10.1**). Dette vil kunne påvirke produksjonskapasiteten til vassdraget. For å vekte indikatorverdiene på produksjonskapasitet har vi estimert antall egg hvert vassdrag teoretisk kan produsere basert på anadromt elveareal, samt tilstedeværelse av laks i vassdraget (kap. 3.2). Dette målet tar ikke hensyn til tilstanden til vassdraget, men gir en indikasjon på hvor mye hvert enkelt vassdrag bidrar til den totale produksjonskapasiteten til produksjonsområdet. Vi kan dermed bruke dette målet på produksjonskapasitet for å beregne vektet indikatorverdi for PO 10.

Sammenheng mellom produksjonskapasitet og I_{trutta}

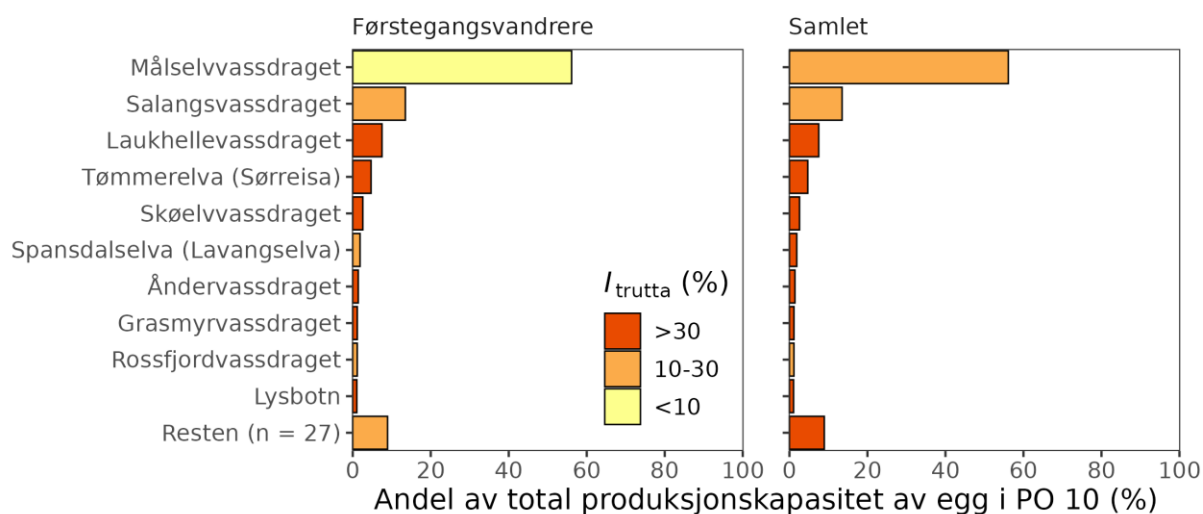
I PO 10 var det en svak sammenheng mellom den teoretiske produksjonskapasiteten og I_{trutta} for førstegangsvandrere ($r^2 = 7\%$) og samlet for første- og andregangsvandrere ($r^2 = 8\%$, **Figur 7.10.5**). En økning i antall egg som teoretisk kan produseres i vassdraget med en faktor på 10 tilsvarer en endring i I_{trutta} på -4,4 prosentpoeng for førstegangsvandrere og -6,6 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 7.10.5. Nedgang i sjørretens fitness, I_{trutta} (%), som en funksjon av vassdragets teoretiske produksjonskapasitet estimert som antall egg vassdraget teoretisk sett kan produsere basert på anadromt elveareal og tilstedeværelse av laks. For førstegangsvandrere er $I_{trutta} = 51 (\pm 14) -4,4 (\pm 2,8) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 7\%$, og samlet for første- og andregangsvandrere er $I_{trutta} = 78,6 (\pm 19,6) -6,6 (\pm 3,9) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 8\%$.

Andel av teoretisk produksjonskapasitet

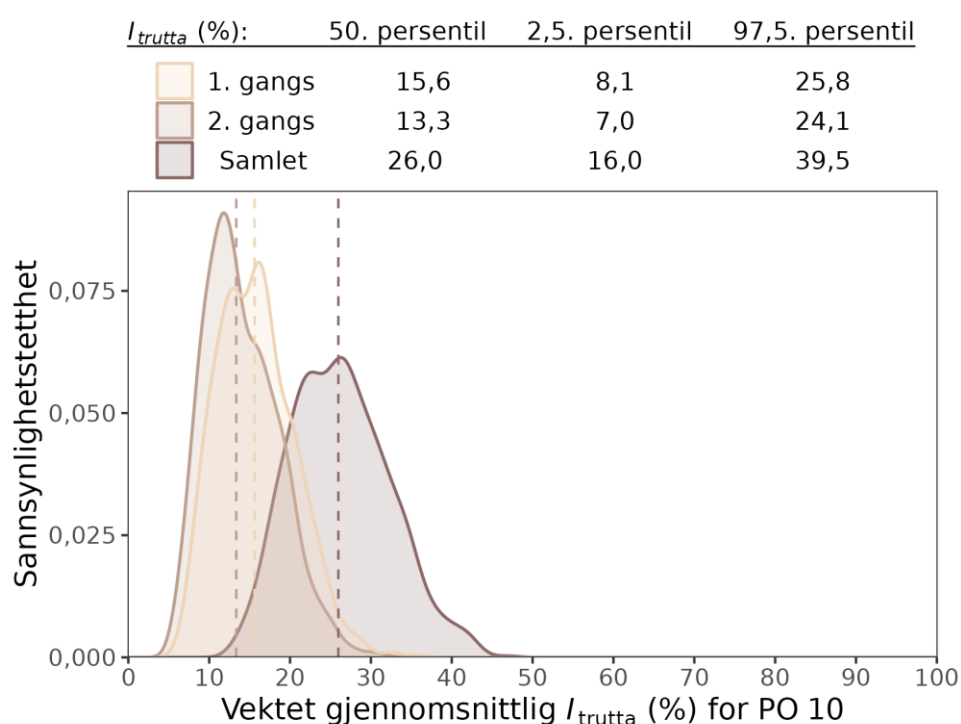
PO 10 har 37 sjørretvassdrag. Målselvassdraget har størst andel av den teoretiske produksjonskapasiteten, med en andel på 56 % av produksjonen (**Figur 7.10.6**). Samlet utgjør de ti største vassdragene 91 % av den totale produksjonskapasiteten. Av de ti største vassdragene i PO 10 hadde Målselvassdraget en I_{trutta} på <10 %, Spansdalselva (Lavangselva), Salangvassdraget og Rossfjordvassdraget en I_{trutta} mellom 10 og 30 % og de resterende seks vassdragene en I_{trutta} >30 % for førstegangsvandrende. Spansdalselva (Lavangselva) og Målselvassdraget gikk opp en kategori for I_{trutta} for den samlede påvirkningen på første- og andregangsvandrende. Resten av de 27 vassdragene i PO 10 hadde et vektet snitt for I_{trutta} mellom 10 og 30 % for førstegangsvandrende og >30 % for samlet (første- og andregangsvandrende) (**Figur 7.10.6**).



Figur 7.10.6. Andelen av den totale produksjonskapasiteten i produksjonsområdet for de 10 største vassdragene i PO 10. Stolpene er farget etter kategoriene for I_{trutta} vassdraget havnet i for førstegangsvandrere og samlet (første- og andregangsvandrere). Stolpen for «Resten» er farget etter det vektete snittet av I_{trutta} for resten av vassdragene.

Vektet I_{trutta} med usikkerhet

Usikkerhetsfordelingen for de vektete indikatorverdiene (I_{trutta}) er basert på usikkerheten i de samme underliggende variablene som for de vektete indikatorverdiene (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus) og likt antall kjøring (1000) av den virtuelle sjørretmodellen. Usikkerhetsfordelingene i **Figur 7.10.7** viser fordelingene til de vektete snittene av I_{trutta} på tvers av alle vassdragene for hver kjøring for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet første- og andregangsvandrere i PO 10. Medianen til fordelingene angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Vektet I_{trutta} (median) for PO 10 var 15,6 % for førstegangsvandrere, 13,3 % for andregangsvandrere og 26,0 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 7.10.7**).



Figur 7.10.7. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 10 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir den vektete I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

Det er gjort sensitivitetsanalyser med de samme underliggende variablene som er benyttet for de uvektede indikatorverdiene. Størst påvirkning på modellresultatet for de vektete indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjøørret dør (samlet I_{trutta} økte med 18,4 prosentpoeng, **Tabell 7.10.2**).

Tabell 7.10.2. Sensitivitetsanalyser for vektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 10 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	Vektet I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	15,6	13,3	26,0
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	9,1	8,1	14,8
S ₂ : Uniform 20 km	12,9	11,1	20,5
S ₃ : Uniform 30 km	18,9	17,1	30,5
S ₄ : Interpolerte avstander	13,1	13,7	23,9
<i>Tålegrensene</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	18,8	16,5	31,0
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	11,2	9,5	19,2
S ₇ : Alternativ tålegrense**	13,0	8,9	20,2
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørret tilbakevandrer	9,3	7,3	15,8
S ₉ : All lusepåvirket sjøørret dør	28,7	27,3	44,4
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	16,8	14,8	28,2
S ₁₁ : 60 % dør	12,9	11,3	22,1

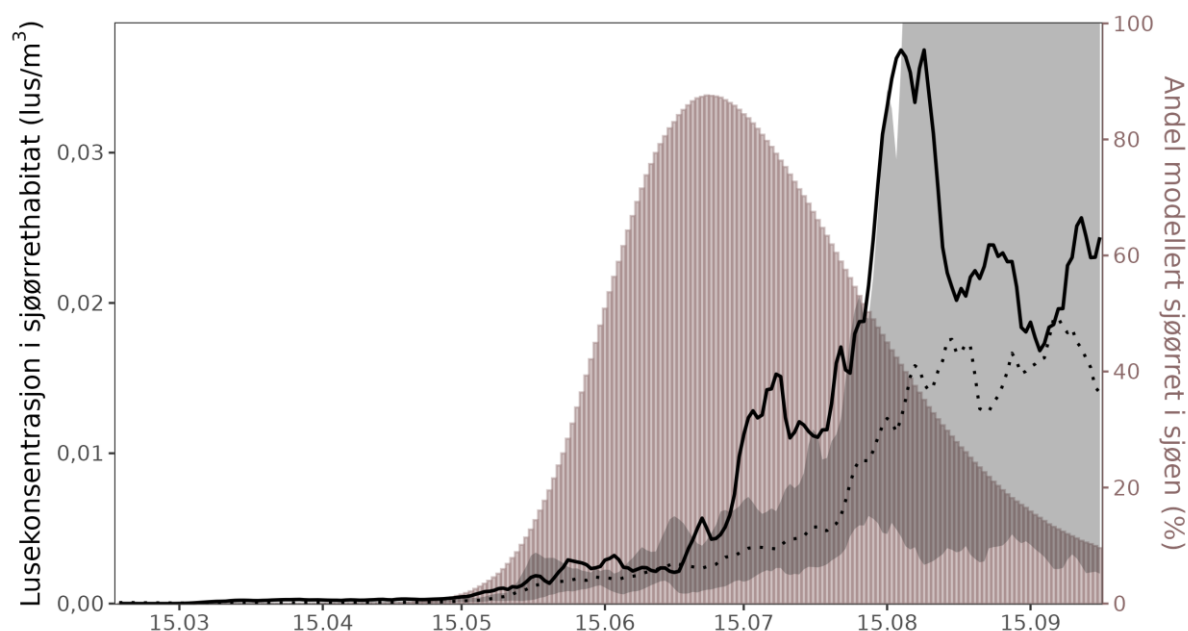
* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

7.11 Produksjonsområde 11: Kvaløya til Loppa

Lusekonsentrasjon og andel sjørret i sjøen

I 2025 i PO 11 var det noe høyere lusenivå i sjørrethabitatet i sjøen sammenlignet med gjennomsnittet av de fem foregående årene (**Figur 7.11.1**, heltrukket sort linje sammenlignet med prikket linje). Andel sjørret i sjøen (søylediagram) sammenlignet med utviklingen av gjennomsnittlig lusenivå (heltrukket sort linje) viser at den høyeste lusekonsentrasjonen var på 0,04 lus per kubikkmeter i snitt, ble nådd den 23.08, og at det på dette tidspunktet var 35 % av den modellerte sjørreten igjen i sjøen (**Figur 7.11.1**).

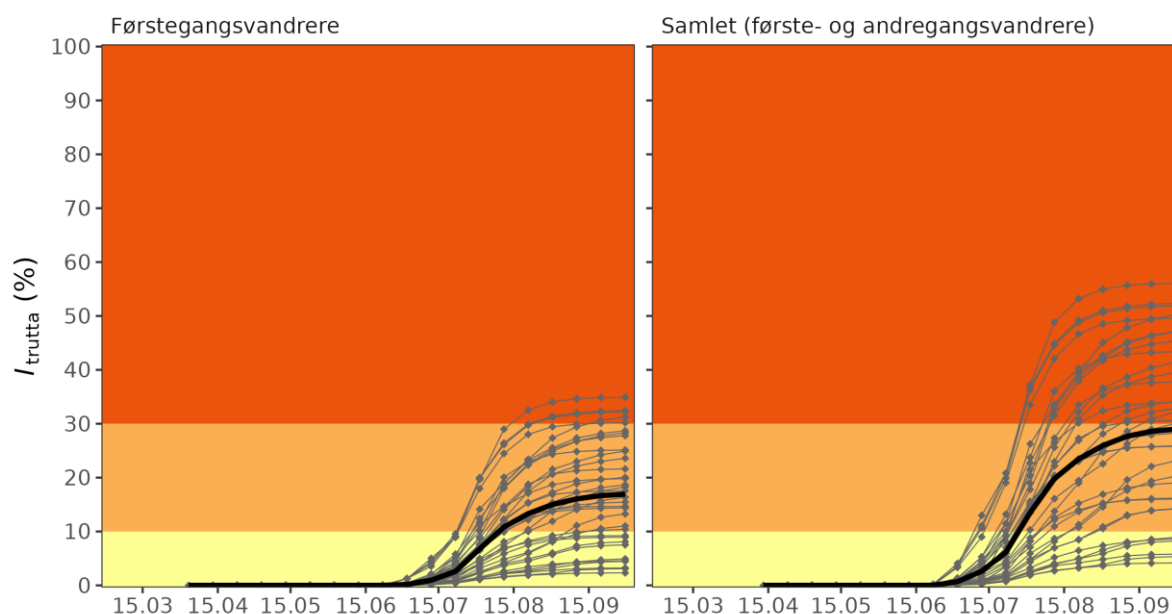


Figur 7.11.1. Lusekonsentrasjon (lus m^{-3}) i sjørrethabitatet i PO 11 per dag i 2025 (sort linje). Dette er den gjennomsnittlige lusekonsentrasjonen i en 20 km radius fra elvemunningene til alle vassdragene i produksjonsområdet for en gitt dag i 2025. Lusekonsentrasjonen for de siste fem årene er vist med gjennomsnitt (prikket linje) og minimum/maksimum (skravert område). De brune stolpene viser andelen i prosent av den modellerte sjørreten i sjøen per dag dersom det ikke er noen prematur tilbakevandring eller død. Andelen sjørret i sjøen gjelder både første- og andregangsvandrere.

7.11.1 Uvektede indikatorverdier

Endring i I_{trutta} gjennom sesongen

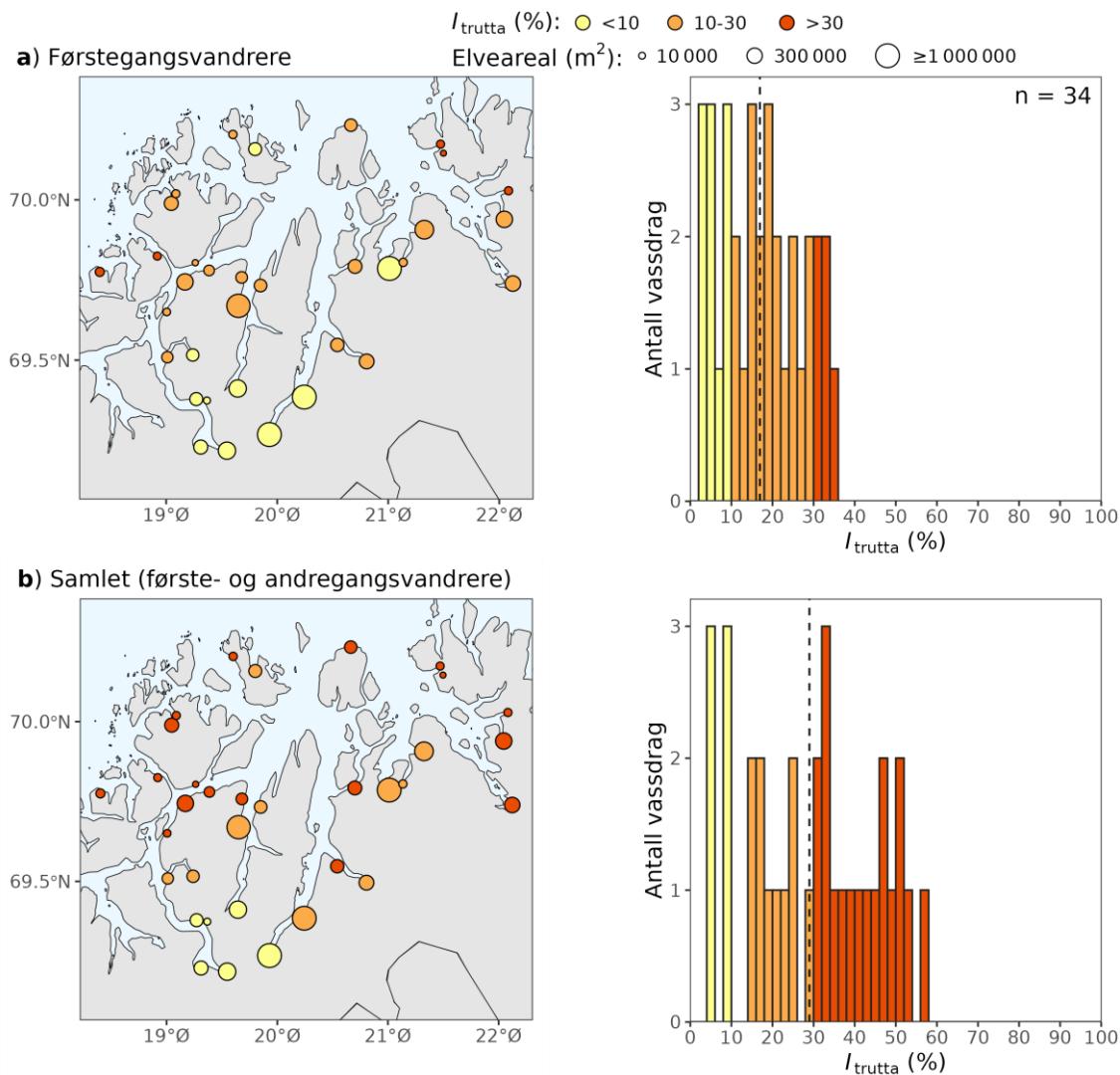
Sjørørreten i de ulike vassdragene i PO 11 var lite påvirket av lus frem til 22.06 (**Figur 7.11.2**). Derfra økte den gjennomsnittlige indikatorverdien (I_{trutta}) og endte på 17 % for førstegangsvandrere og 29 % for den samlede påvirkningen på både første- og andregangsvandrere. Etter august var det liten endring i I_{trutta} i PO 11, og fra 01.09 til 30.09 var økningen på kun 2 prosentpoeng for førstegangsvandrere og 3 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 7.11.2. Utviklingen i I_{trutta} over tid i PO 11 i 2025. Hvert vassdrag er representert med en grå linje der hvert punkt er estimert I_{trutta} (hver tiende dag). Den svarte linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} for hele produksjonsområdet over tid. Bakgrunnen er farget etter kategoriseringen av I_{trutta} .

Fordeling av I_{trutta} per vassdrag (geografisk og antall)

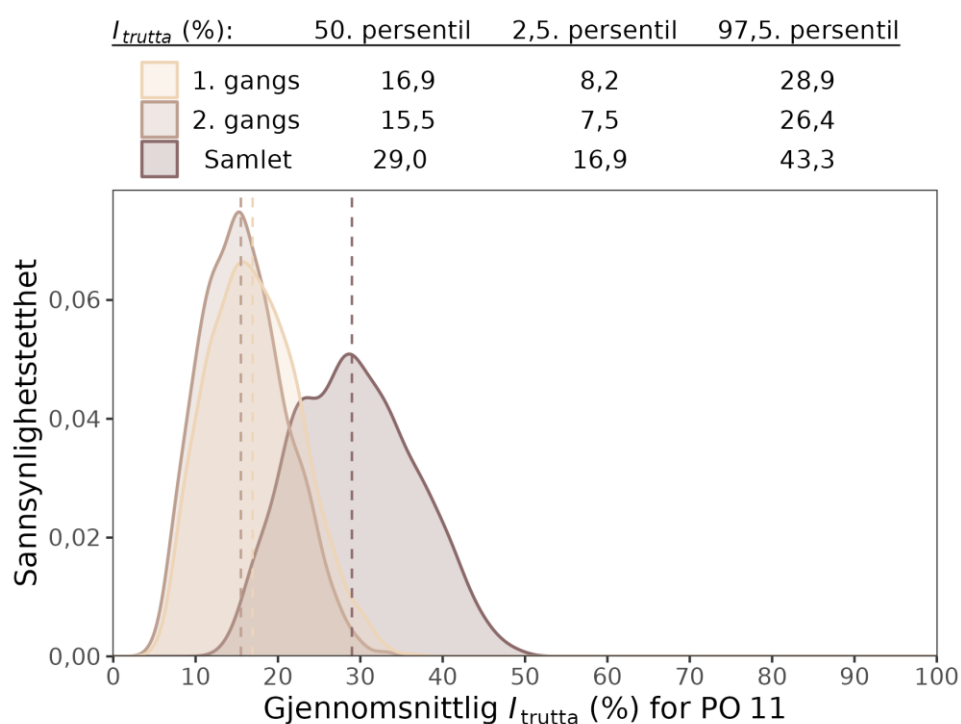
Den geografiske fordelingen og lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene i PO 11 er vist i **Figur 7.11.3**. Sjørørreten oppholder seg hovedsakelig i nærheten av vassdraget den vandrer ut fra (kap. 9.3). Vassdragets nærhet til oppdrettsaktivitet vil derfor være en viktig faktor for lusepåvirkningen (I_{trutta}).



Figur 7.11.3. Geografisk plassering av vassdragene i PO 11, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m² eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet). **a)** er for førstegangsvandrere og **b)** er for samlet påvirkning på første- og andregangsvandrere.

Uvektet I_{trutta} med usikkerhet

De uvektede indikatorverdiene (I_{trutta}) for produksjonsområdet er estimert med usikkerhet. I denne usikkerheten er både statistisk usikkerhet og biologisk variasjon (årsvariasjon og romlig variasjon) inkludert fra de underliggende variablene der vi hadde god informasjon om denne variasjonen (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus). Usikkerhetsfordelingene til det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet for begge gruppene er basert på 1000 kjøring av den virtuelle sjørretmodellen der ulike parameterverdier er trukket fra usikkerhetsfordelingene til de underliggende variablene (se kap. 9.13). For hver kjøring estimeres det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} på tvers av alle vassdrag, og det er disse 1000 I_{trutta} -verdiene som utgjør usikkerhetsfordelingene (**Figur 7.11.4**). Medianen til fordelingene angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien er større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Uvektet I_{trutta} (median) for PO 11 var 16,9 % for førstegangsvandrere, 15,5 % for andregangsvandrere og 29,0 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 7.11.4**).



Figur 7.11.4. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 11 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

For å teste robustheten til modellen har vi gjort sensitivitetsanalyser for underliggende variabler der vi ikke hadde god informasjon om usikkerheten (**Tabell 7.11.1**). Dette gjelder den romlige fordelingen av sjørreten, tålegrensene for lus på sjørreten før den blir påvirket, hvor stor andelen av den lusepåvirkede sjørreten som tilbakevandrer og hvor stor andel som dør, og hvor stor andel av lusen som fester seg på sjørreten som dør. Størst påvirkning på modellresultatet for de uvektede indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjørret døde (samlet I_{trutta} økte med 21,7 prosentpoeng, **Tabell 7.11.1**).

Tabell 7.11.1. Sensitivitetsanalyser for uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 11 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	16,9	15,5	29,0
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	13,5	12,8	23,3
S ₂ : Uniform 20 km	18,5	16,8	30,7
S ₃ : Uniform 30 km	20,8	19,5	34,4
S ₄ : Interpolerte avstander	14,9	14,9	26,7
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	22,3	20,4	37,0
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	11,6	10,9	20,9
S ₇ : Alternativ tålegrense**	13,3	9,8	21,4
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjørret tilbakevandrer	10,2	8,6	17,8
S ₉ : All lusepåvirket sjørret dør	32,1	31,9	50,7
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	19,2	17,6	32,3
S ₁₁ : 60 % dør	13,8	12,6	24,1

* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

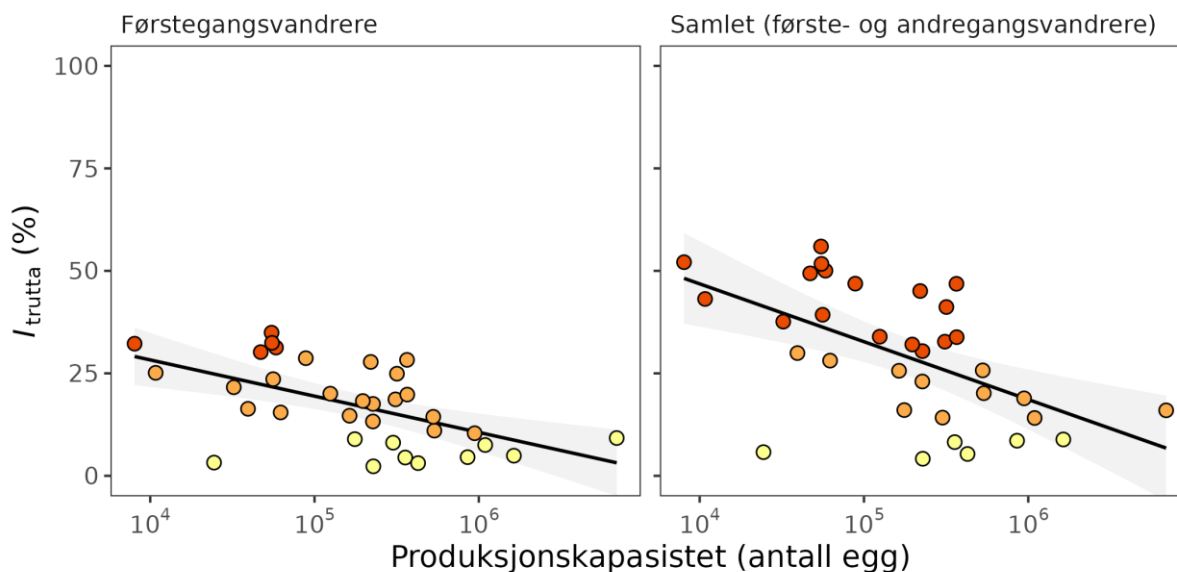
** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

7.11.2 Vektete indikatorverdier

Sjørretvassdragene i PO 11 har ulikt anadromt elveareal (**Figur 6.11.1**). Dette vil kunne påvirke produksjonskapasiteten til vassdraget. For å vekte indikatorverdiene på produksjonskapasitet har vi estimert antall egg hvert vassdrag teoretisk kan produsere basert på anadromt elveareal, samt tilstedeværelse av laks i vassdraget (kap. 3.2). Dette målet tar ikke hensyn til tilstanden til vassdraget, men gir en indikasjon på hvor mye hvert enkelt vassdrag bidrar til den totale produksjonskapasiteten til produksjonsområdet. Vi kan dermed bruke dette målet på produksjonskapasitet for å beregne vektet indikatorverdi for PO 11.

Sammenheng mellom produksjonskapasitet og I_{trutta}

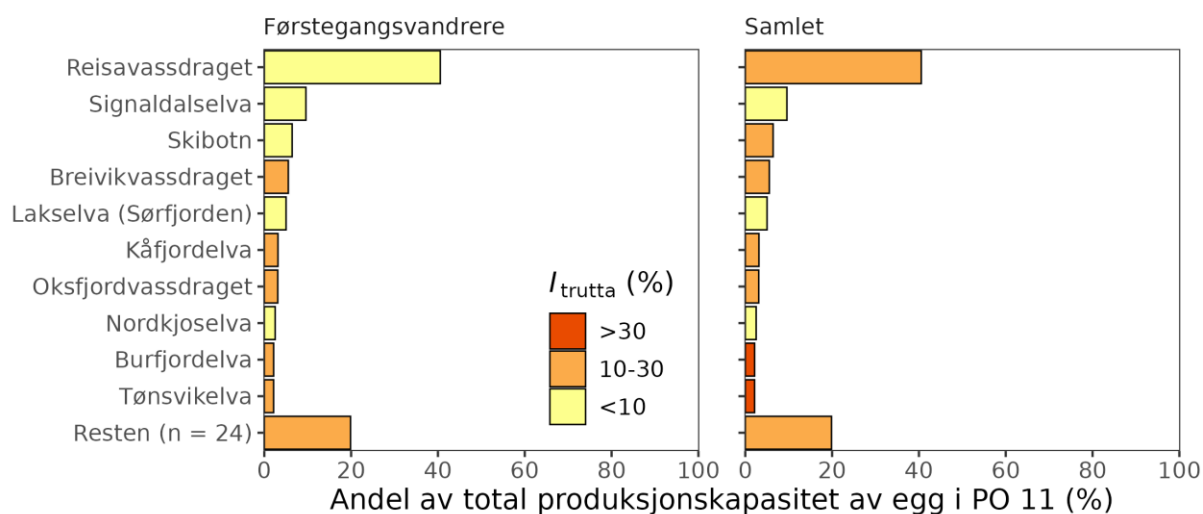
I PO 11 var det en sammenheng mellom den teoretiske produksjonskapasiteten og I_{trutta} for førstegangsvandrere ($r^2 = 31\%$) og samlet for første- og andregangsvandrere ($r^2 = 32\%$, **Figur 7.11.5**). En økning i antall egg som teoretisk kan produseres i vassdraget med en faktor på 10 tilsvarer en endring i I_{trutta} på -8,8 prosentpoeng for førstegangsvandrere og -14,1 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 7.11.5. Nedgang i sjørretens fitness, I_{trutta} (%), som en funksjon av vassdragets teoretiske produksjonskapasitet estimert som antall egg vassdraget teoretisk sett kan produsere basert på anadromt elveareal og tilstedeværelse av laks. For førstegangsvandrere er $I_{trutta} = 63,6 (\pm 12,3) - 8,8 (\pm 2,3) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 31\%$, og samlet for første- og andregangsvandrere er $I_{trutta} = 103,3 (\pm 19,4) - 14,1 (\pm 3,7) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 32\%$.

Andel av teoretisk produksjonskapasitet

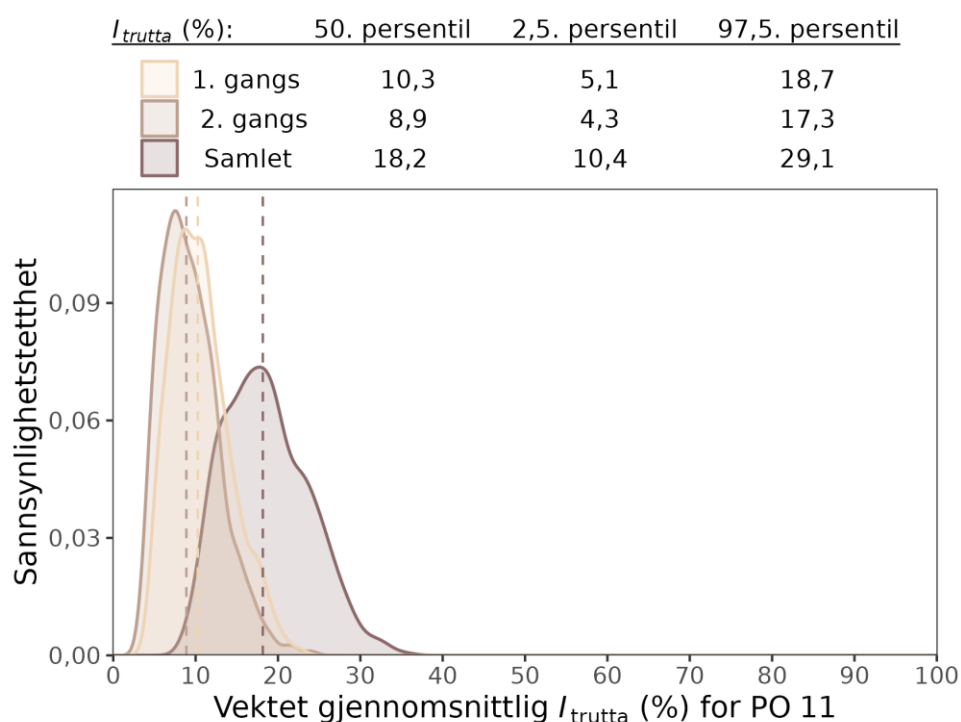
PO 11 har 34 sjørretvassdrag. Reisavassdraget har størst andel av den teoretiske produksjonskapasiteten, med en andel på 41 % av produksjonen (**Figur 7.11.6**). Samlet utgjør de ti største vassdragene 80 % av den totale produksjonskapasiteten. Av de ti største vassdragene i PO 11 hadde Nordkjoselva, Lakselva (Sørfjorden), Signaldalselva, Skibotn og Reisavassdraget en $I_{trutta} < 10$ % og Tønsvikelva, Breivikvassdraget, Kåfjordelva, Oksfjordvassdraget og Burfjordelva en I_{trutta} mellom 10 og 30 %. Tønsvikelva, Skibotn, Reisavassdraget og Burfjordelva gikk opp en kategori for I_{trutta} for den samlede påvirkningen på første- og andregangsvandrende. Resten av de 24 vassdragene i PO 11 hadde et vektet snitt for I_{trutta} mellom 10 og 30 % både for førstegangsvandrende og samlet (første- og andregangsvandrende) (**Figur 7.11.6**).



Figur 7.11.6. Andelen av den totale produksjonskapasiteten i produksjonsområdet for de 10 største vassdragene i PO 11. Stolpene er farget etter kategoriene for I_{trutta} vassdraget havnet i for førstegangsvandrere og samlet (første- og andregangsvandrende). Stolpen for «Resten» er farget etter det vektete snittet av I_{trutta} for resten av vassdragene.

Vektet I_{trutta} med usikkerhet

Usikkerhetsfordelingen for de vektete indikatorverdiene (I_{trutta}) er basert på usikkerheten i de samme underliggende variablene som for de vektete indikatorverdiene (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus) og likt antall kjøring (1000) av den virtuelle sjørretmodellen. Usikkerhetsfordelingene i **Figur 7.11.7** viser fordelingene til de vektete snittene av I_{trutta} på tvers av alle vassdragene for hver kjøring for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet første- og andregangsvandrere i PO 11. Medianen til fordelingene angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Vektet I_{trutta} (median) for PO 11 var 10,3 % for førstegangsvandrere, 8,9 % for andregangsvandrere og 18,2 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 7.11.7**).



Figur 7.11.7. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 11 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir den vektete I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

Det er gjort sensitivitetsanalyser med de samme underliggende variablene som er benyttet for de uvektede indikatorverdiene. Størst påvirkning på modellresultatet for de vektete indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjøørret dør (samlet I_{trutta} økte med 15,5 prosentpoeng, **Tabell 7.11.2**).

Tabell 7.11.2. Sensitivitetsanalyser for vektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 11 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	Vektet I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	10,3	8,9	18,2
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	3,8	3,7	6,9
S ₂ : Uniform 20 km	7,2	7,0	12,7
S ₃ : Uniform 30 km	16,9	15,4	28,6
S ₄ : Interpolerte avstander	8,5	10,0	17,5
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	13,9	12,6	24,4
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	6,5	5,7	12,0
S ₇ : Alternativ tålegrense**	7,7	5,1	12,6
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørret tilbakevandrer	6,0	4,8	10,7
S ₉ : All lusepåvirket sjøørret dør	19,4	18,7	33,7
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	11,8	10,3	20,5
S ₁₁ : 60 % dør	8,0	7,1	14,6

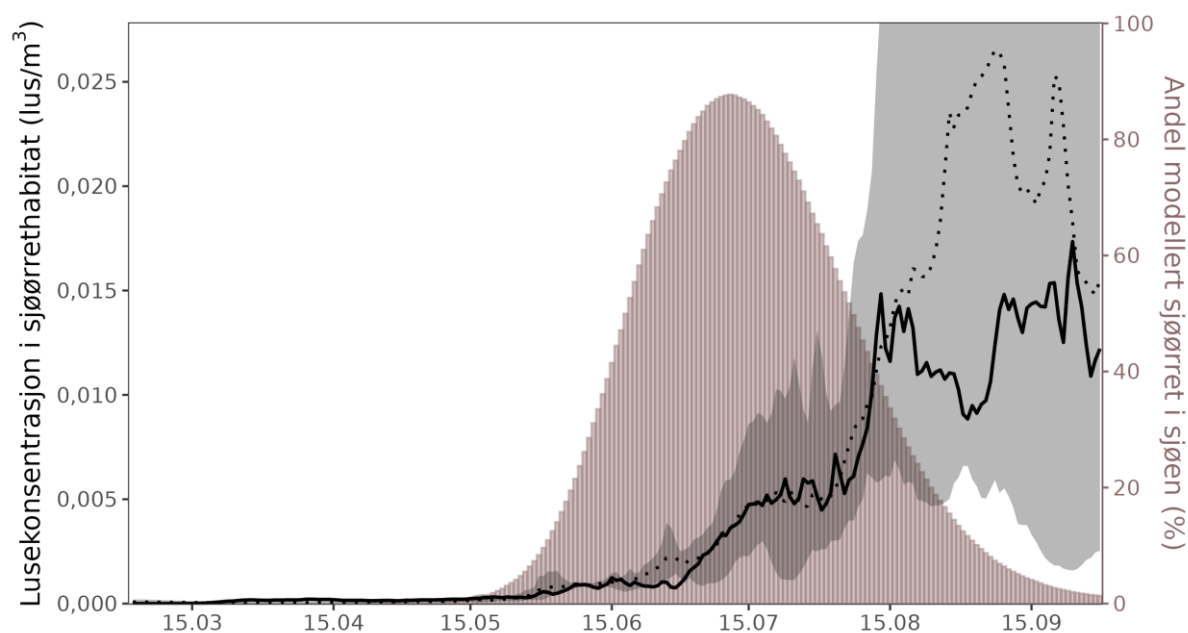
* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

7.12 Produksjonsområde 12: Vest-Finnmark

Lusekonsentrasjon og andel sjørret i sjøen

I 2025 i PO 12 var det relativt likt lusenivå i sjørrethabitatet i sjøen sammenlignet med gjennomsnittet av de fem foregående årene (**Figur 7.12.1**, heltrukket sort linje sammenlignet med prikket linje). Andel sjørret i sjøen (søylediagram) sammenlignet med utviklingen av gjennomsnittlig lusenivå (heltrukken sort linje) viser at den høyeste lusekonsentrasjonen var på 0,02 lus per kubikkmeter i snitt, ble nådd den 24.09, og at det på dette tidspunktet var 2 % av den modellerte sjørreten igjen i sjøen (**Figur 7.12.1**).

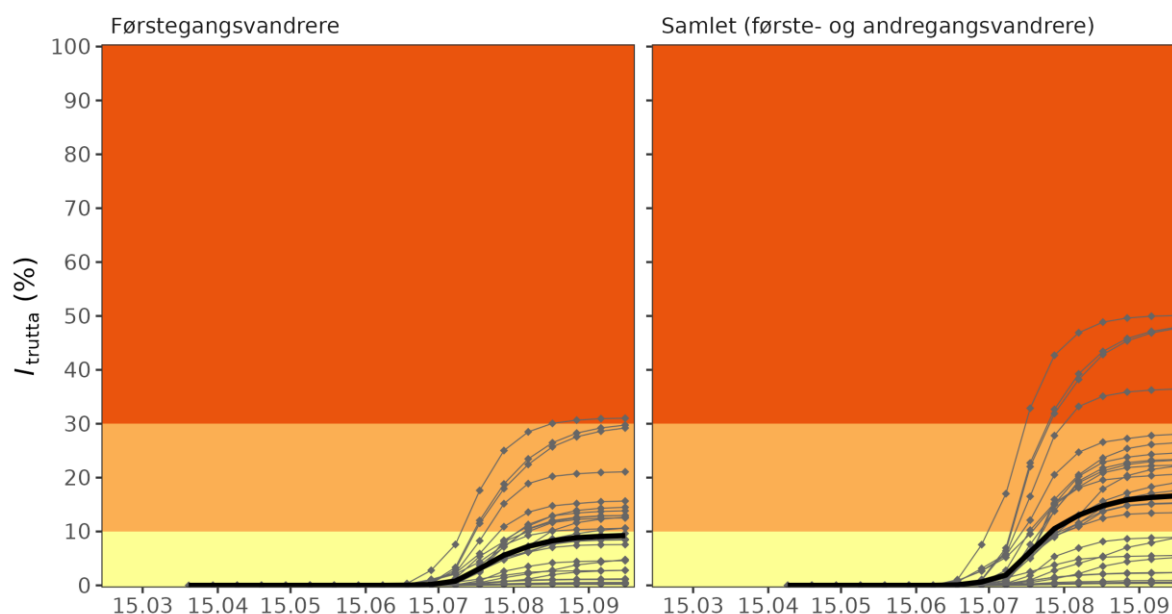


Figur 7.12.1. Lusekonsentrasjon (lus m^{-3}) i sjørrethabitatet i PO 12 per dag i 2025 (sort linje). Dette er den gjennomsnittlige lusekonsentrasjonen i en 20 km radius fra elvemunningene til alle vassdragene i produksjonsområdet for en gitt dag i 2025. Lusekonsentrasjonen for de siste fem årene er vist med gjennomsnitt (prikket linje) og minimum/maksimum (skravert område). De brune stolpene viser andelen i prosent av den modellerte sjørreten i sjøen per dag dersom det ikke er noen prematur tilbakevandring eller død. Andelen sjørret i sjøen gjelder både første- og andregangsvandrere.

7.12.1 Uvektede indikatorverdier

Endring i I_{trutta} gjennom sesongen

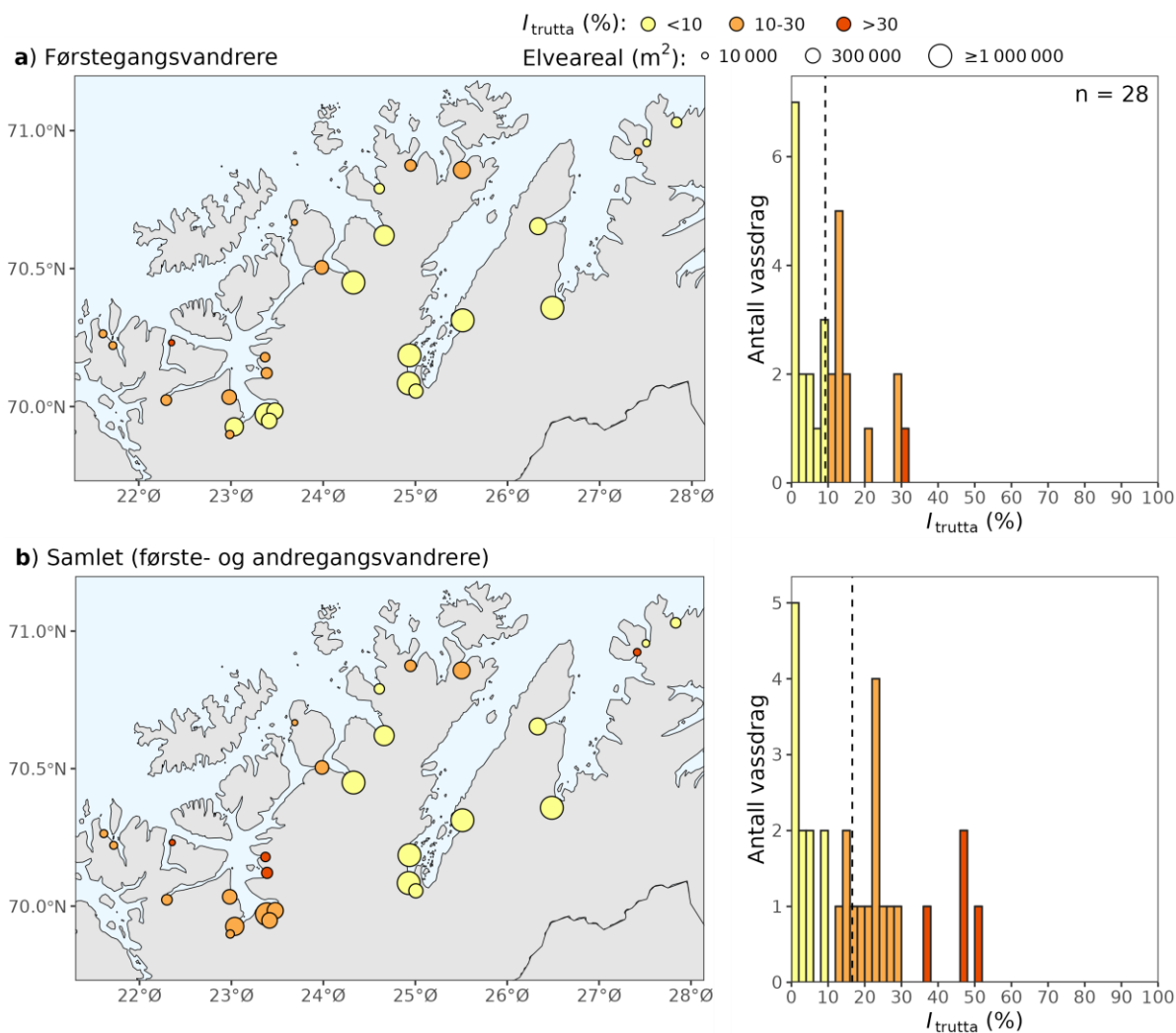
Sjørørreten i de ulike vassdragene i PO 12 var lite påvirket av lus frem til 22.06 (**Figur 7.12.2**). Derfra økte den gjennomsnittlige indikatorverdien (I_{trutta}) og endte på 9 % for førstegangsvandrere og 17 % for den samlede påvirkningen på både første- og andregangsvandrere. Etter august var det liten endring i I_{trutta} i PO 12, og fra 01.09 til 30.09 var økningen på kun 1 prosentpoeng for førstegangsvandrere og 2 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 7.12.2. Utviklingen i I_{trutta} over tid i PO 12 i 2025. Hvert vassdrag er representert med en grå linje der hvert punkt er estimert I_{trutta} (hver tiende dag). Den svarte linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} for hele produksjonsområdet over tid. Bakgrunnen er farget etter kategoriseringen av I_{trutta} .

Fordeling av I_{trutta} per vassdrag (geografisk og antall)

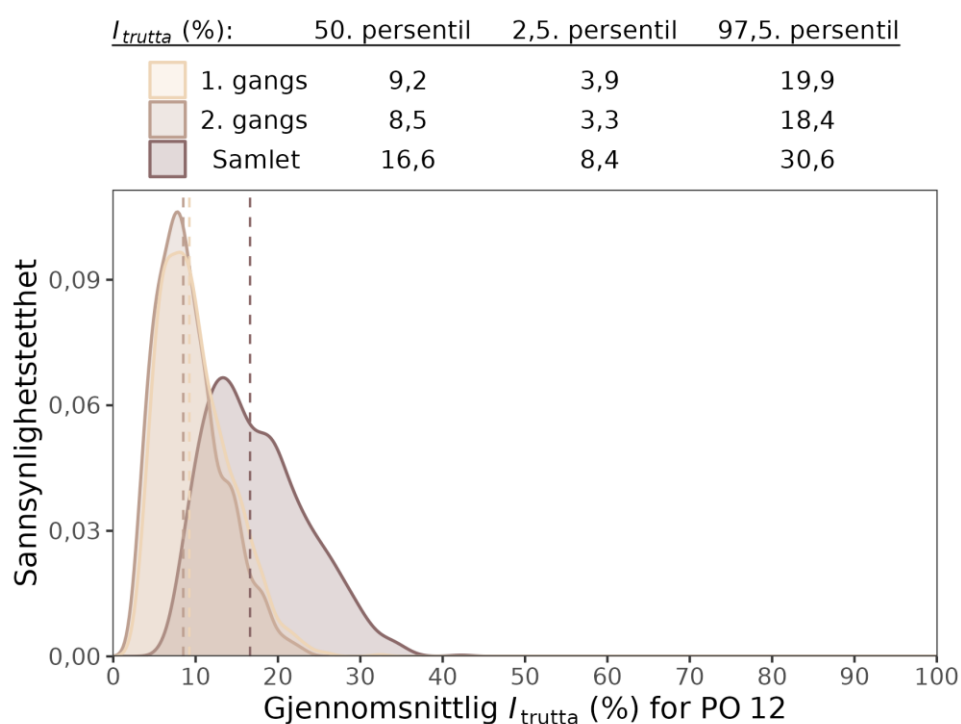
Den geografiske fordelingen og lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene i PO 12 er vist i **Figur 7.12.3**. Sjørreiten oppholder seg hovedsakelig i nærheten av vassdraget den vandrer ut fra (kap. 9.3). Vassdragets nærhet til oppdrettsaktivitet vil derfor være en viktig faktor for lusepåvirkningen (I_{trutta}).



Figur 7.12.3. Geografisk plassering av vassdragene i PO 12, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m² eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet). **a)** er for førstegangsvandrere og **b)** er for samlet påvirkning på første- og andregangsvandrere.

Uvektet I_{trutta} med usikkerhet

De uvektede indikatorverdiene (I_{trutta}) for produksjonsområdet er estimert med usikkerhet. I denne usikkerheten er både statistisk usikkerhet og biologisk variasjon (årsvariasjon og romlig variasjon) inkludert fra de underliggende variablene der vi hadde god informasjon om denne variasjonen (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus). Usikkerhetsfordelingene til det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet for begge gruppene er basert på 1000 kjøring av den virtuelle sjørretmodellen der ulike parameterverdier er trukket fra usikkerhetsfordelingene til de underliggende variablene (se kap. 9.13). For hver kjøring estimeres det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} på tvers av alle vassdrag, og det er disse 1000 I_{trutta} -verdiene som utgjør usikkerhetsfordelingene (**Figur 7.12.4**). Medianen til fordelingene angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien er større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Uvektet I_{trutta} (median) for PO 12 var 9,2 % for førstegangsvandrere, 8,5 % for andregangsvandrere og 16,6 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 7.12.4**).



Figur 7.12.4. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 12 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

For å teste robustheten til modellen har vi gjort sensitivitetsanalyser for underliggende variabler der vi ikke hadde god informasjon om usikkerheten (**Tabell 7.12.1**). Dette gjelder den romlige fordelingen av sjørreten, tålegrensene for lus på sjørreten før den blir påvirket, hvor stor andelen av den lusepåvirkede sjørreten som tilbakevandrer og hvor stor andel som dør, og hvor stor andel av lusen som fester seg på sjørreten som dør. Størst påvirkning på modellresultatet for de uvektede indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjørret døde (samlet I_{trutta} økte med 14,2 prosentpoeng, **Tabell 7.12.1**).

Tabell 7.12.1. Sensitivitetsanalyser for uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 12 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	9,2	8,5	16,6
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	7,9	7,5	13,9
S ₂ : Uniform 20 km	9,7	8,5	16,8
S ₃ : Uniform 30 km	10,8	10,1	18,4
S ₄ : Interpolerte avstander	8,7	8,5	15,7
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	13,7	12,4	23,6
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	5,7	5,2	10,5
S ₇ : Alternativ tålegrense**	6,8	4,7	11,1
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjørret tilbakevandrer	5,3	4,4	9,3
S ₉ : All lusepåvirket sjørret dør	18,3	18,1	30,8
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	11,0	10,0	19,3
S ₁₁ : 60 % dør	7,1	6,6	12,7

* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

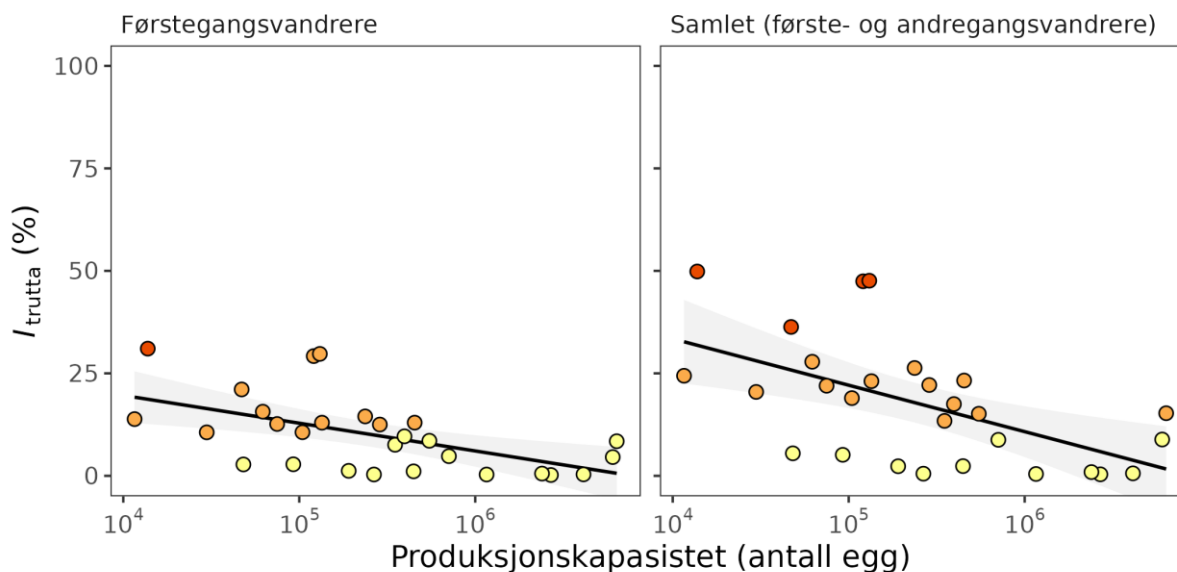
** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

7.12.2 Vektete indikatorverdier

Sjørretvassdragene i PO 12 har ulikt anadromt elveareal (**Figur 6.12.1**). Dette vil kunne påvirke produksjonskapasiteten til vassdraget. For å vekte indikatorverdiene på produksjonskapasitet har vi estimert antall egg hvert vassdrag teoretisk kan produsere basert på anadromt elveareal, samt tilstedeværelse av laks i vassdraget (kap. 3.2). Dette målet tar ikke hensyn til tilstanden til vassdraget, men gir en indikasjon på hvor mye hvert enkelt vassdrag bidrar til den totale produksjonskapasiteten til produksjonsområdet. Vi kan dermed bruke dette målet på produksjonskapasitet for å beregne vektet indikatorverdi for PO 12.

Sammenheng mellom produksjonskapasitet og I_{trutta}

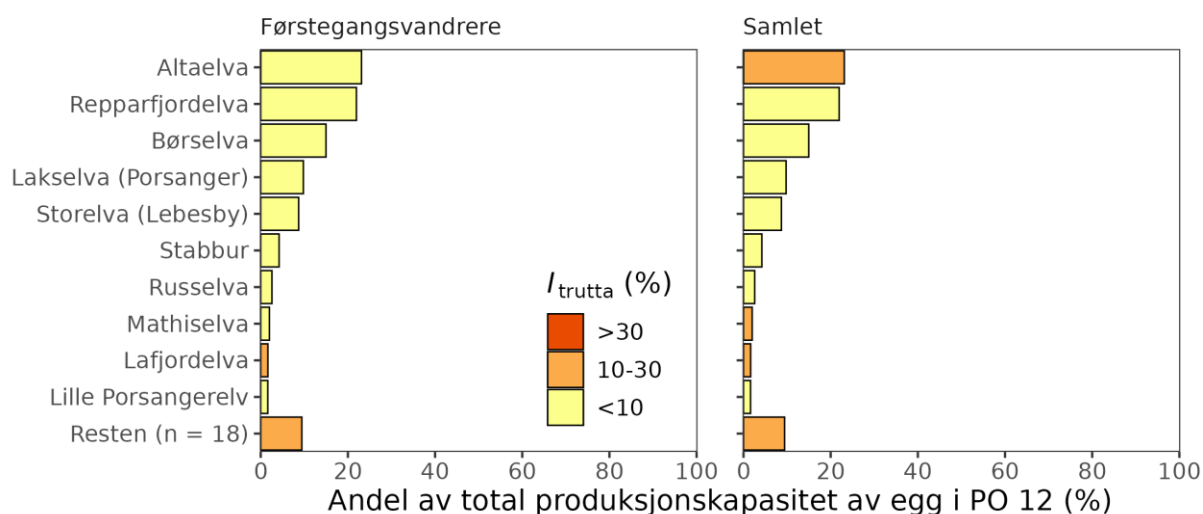
I PO 12 var det en sammenheng mellom den teoretiske produksjonskapasiteten og I_{trutta} for førstegangsvandrere ($r^2 = 31\%$) og samlet for første- og andregangsvandrere ($r^2 = 32\%$, **Figur 7.12.5**). En økning i antall egg som teoretisk kan produseres i vassdraget med en faktor på 10 tilsvarer en endring i I_{trutta} på -6,8 prosentpoeng for førstegangsvandrere og -11,3 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 7.12.5. Nedgang i sjørretens fitness, I_{trutta} (%), som en funksjon av vassdragets teoretiske produksjonskapasitet estimert som antall egg vassdraget teoretisk sett kan produsere basert på anadromt elveareal og tilstedeværelse av laks. For førstegangsvandrere er $I_{trutta} = 46,7 (\pm 10,9) - 6,8 (\pm 2) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 31\%$, og samlet for første- og andregangsvandrere er $I_{trutta} = 78,7 (\pm 17,6) - 11,3 (\pm 3,2) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 32\%$.

Andel av teoretisk produksjonskapasitet

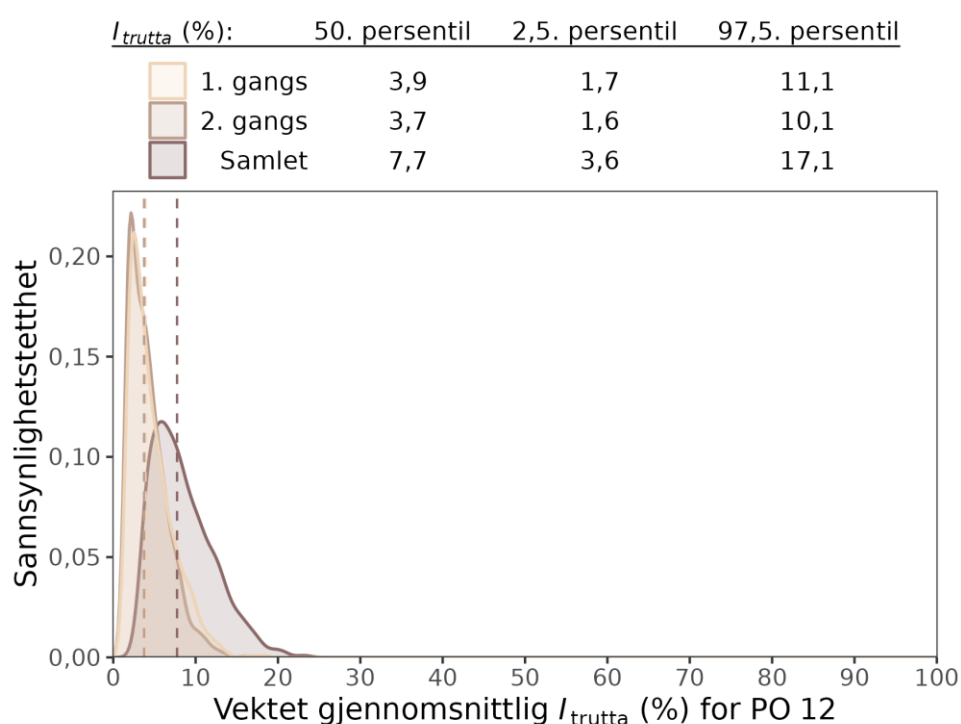
PO 12 har 28 sjøørrevassdrag. Altaelva har størst andel av den teoretiske produksjonskapasiteten, med en andel på 23 % av produksjonen (**Figur 7.12.6**). Samlet utgjør de ti største vassdragene 91 % av den totale produksjonskapasiteten. Av de ti største vassdragene i PO 12 hadde Lafjordelva en I_{trutta} på mellom 10 og 30 % og de resterende ni vassdragene en $I_{trutta} < 10\%$ for førstegangsvandrende. Mathiselva og Altaelva gikk opp en kategori for I_{trutta} for den samlede påvirkningen på første- og andregangsvandrende. Resten av de 18 vassdragene i PO 12 hadde et vektet snitt for I_{trutta} mellom 10 og 30 % både for førstegangsvandrende og samlet (første- og andregangsvandrende) (**Figur 7.12.6**).



Figur 7.12.6. Andelen av den totale produksjonskapasiteten i produksjonsområdet for de 10 største vassdragene i PO 12. Stolpene er farget etter kategoriene for I_{trutta} vassdraget havnet i for førstegangsvandrere og samlet (første- og andregangsvandrende). Stolpen for «Resten» er farget etter det vektete snittet av I_{trutta} for resten av vassdragene.

Vektet I_{trutta} med usikkerhet

Usikkerhetsfordelingen for de vektete indikatorverdiene (I_{trutta}) er basert på usikkerheten i de samme underliggende variablene som for de vektete indikatorverdiene (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus) og likt antall kjøring (1000) av den virtuelle sjørretmodellen. Usikkerhetsfordelingene i **Figur 7.12.7** viser fordelingene til de vektete snittene av I_{trutta} på tvers av alle vassdragene for hver kjøring for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet første- og andregangsvandrere i PO 12. Medianen til fordelingene angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Vektet I_{trutta} (median) for PO 12 var 3,9 % for førstegangsvandrere, 3,7 % for andregangsvandrere og 7,7 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 7.12.7**).



Figur 7.12.7. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 12 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir den vektete I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

Det er gjort sensitivitetsanalyser med de samme underliggende variablene som er benyttet for de uvektede indikatorverdiene. Størst påvirkning på modellresultatet for de vektete indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjøørreten dør (samlet I_{trutta} økte med 8,1 prosentpoeng, **Tabell 7.12.2**).

Tabell 7.12.2. Sensitivitetsanalyser for vektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 12 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	Vektet I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	3,9	3,7	7,7
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	1,5	1,4	3,1
S ₂ : Uniform 20 km	4,6	4,0	8,6
S ₃ : Uniform 30 km	7,1	6,7	13,3
S ₄ : Interpolerte avstander	3,7	4,0	7,5
<i>Tålegrens</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	6,4	5,9	11,9
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	2,1	1,9	4,3
S ₇ : Alternativ tålegrense**	2,6	1,6	4,5
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørreten tilbakevandrer	2,0	1,7	4,0
S ₉ : All lusepåvirket sjøørreten dør	8,1	8,4	15,8
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	5,1	4,5	9,6
S ₁₁ : 60 % dør	3,0	2,7	5,6

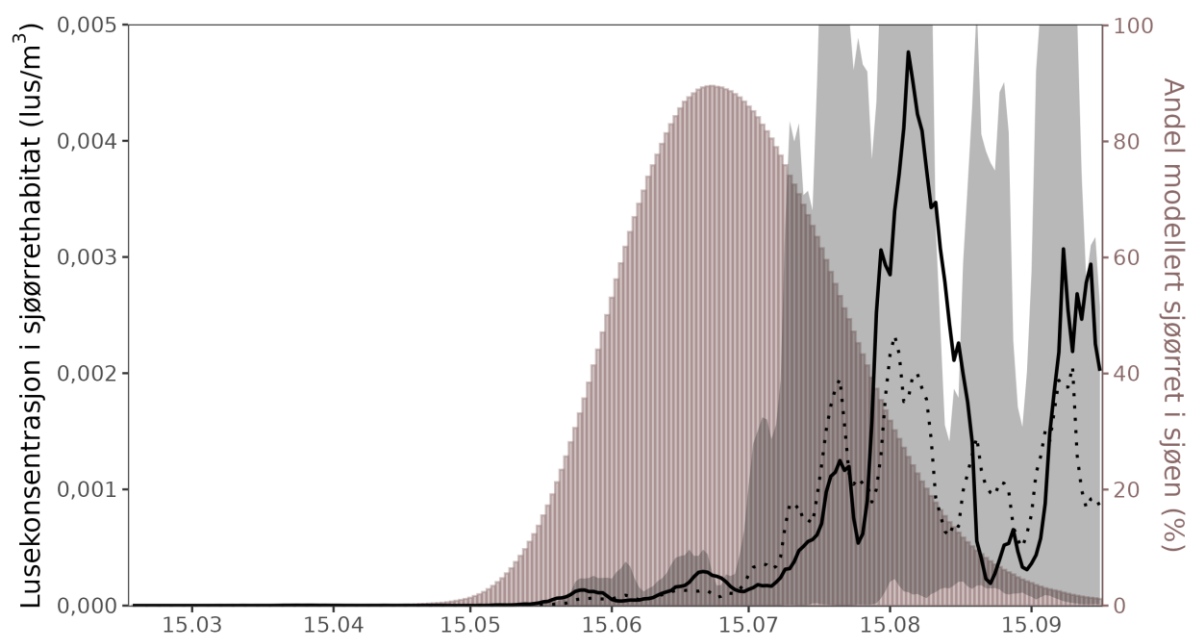
* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

7.13 Produksjonsområde 13: Øst-Finnmark

Lusekonsentrasjon og andel sjørret i sjøen

I 2025 i PO 13 var det relativt likt lusenivå i sjørrethabitatet i sjøen sammenlignet med gjennomsnittet av de fem foregående årene (**Figur 7.13.1**, heltrukket sort linje sammenlignet med prikket linje). Andel sjørret i sjøen (søylediagram) sammenlignet med utviklingen av gjennomsnittlig lusenivå (heltrukken sort linje) viser at den høyeste lusekonsentrasjonen var på 0,005 lus per kubikkmeter i snitt, ble nådd den 19.08, og at det på dette tidspunktet var 26 % av den modellerte sjørreten igjen i sjøen (**Figur 7.13.1**).

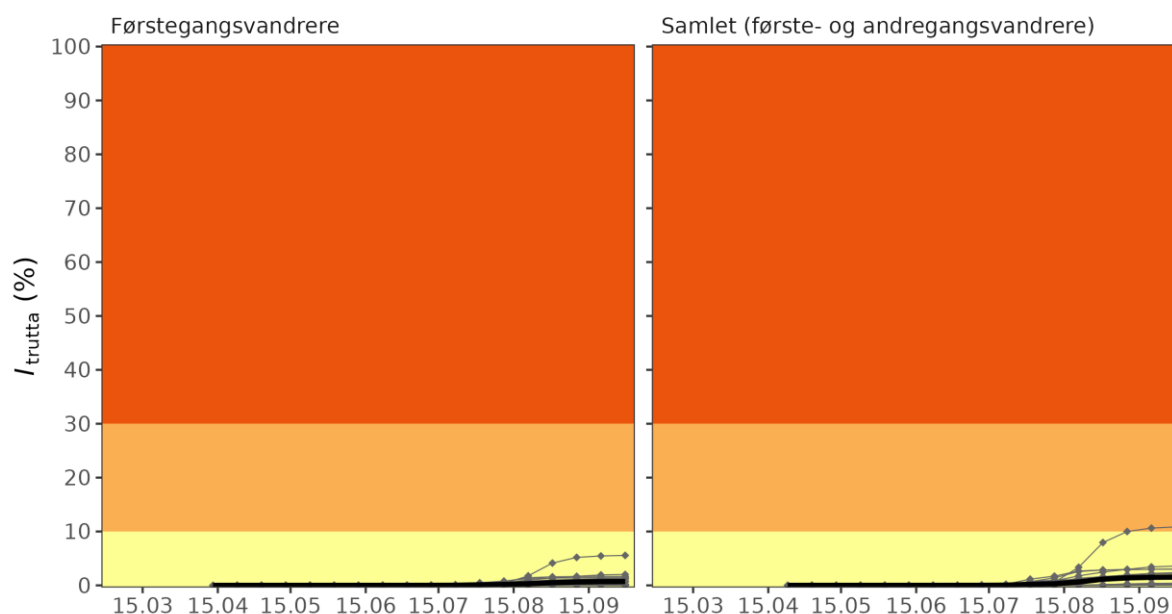


Figur 7.13.1. Lusekonsentrasjon (lus m^{-3}) i sjørrethabitatet i PO 13 per dag i 2025 (sort linje). Dette er den gjennomsnittlige lusekonsentrasjonen i en 20 km radius fra elvemunningene til alle vassdragene i produksjonsområdet for en gitt dag i 2025. Lusekonsentrasjonen for de siste fem årene er vist med gjennomsnitt (prikket linje) og minimum/maksimum (skravert område). De brune stolpene viser andelen i prosent av den modellerte sjørreten i sjøen per dag dersom det ikke er noen prematur tilbakevandring eller død. Andelen sjørret i sjøen gjelder både første- og andregangsvandrere.

7.13.1 Uvektede indikatorverdier

Endring i I_{trutta} gjennom sesongen

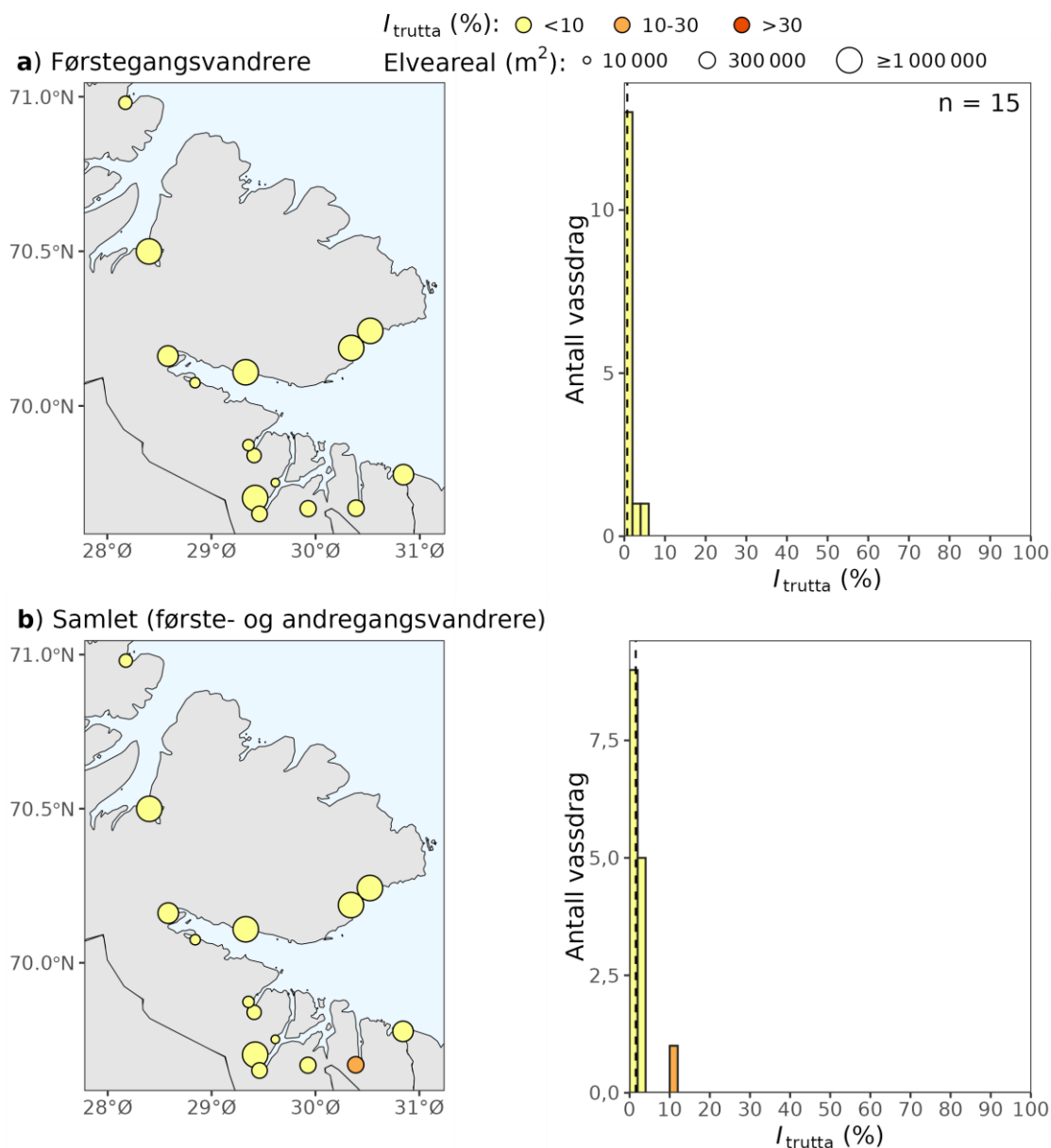
Sjørørreten i de ulike vassdragene i PO 13 var lite påvirket av lus frem til 02.07 (**Figur 7.13.2**). Derfra økte den gjennomsnittlige indikatorverdien (I_{trutta}) og endte på 1 % for førstegangsvandrere og 2 % for den samlede påvirkningen på både første- og andregangsvandrere. Etter august var det liten endring i I_{trutta} i PO 13, og fra 01.09 til 30.09 var økningen på kun 0,2 prosentpoeng for førstegangsvandrere og 0,4 prosentpoeng samlet for første- og andregangsvandrere.



Figur 7.13.2. Utviklingen i I_{trutta} over tid i PO 13 i 2025. Hvert vassdrag er representert med en grå linje der hvert punkt er estimert I_{trutta} (hver tiende dag). Den svarte linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} for hele produksjonsområdet over tid. Bakgrunnen er farget etter kategoriseringen av I_{trutta} .

Fordeling av I_{trutta} per vassdrag (geografisk og antall)

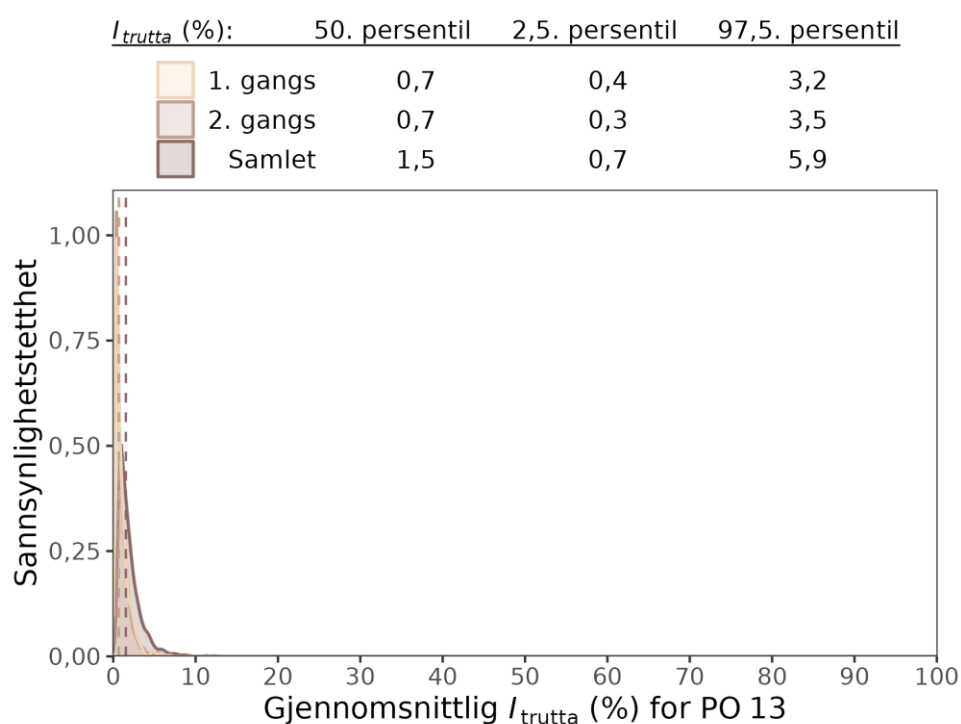
Den geografiske fordelingen og lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene i PO 13 er vist i **Figur 7.13.3**. Sjørørreten oppholder seg hovedsakelig i nærheten av vassdraget den vandrer ut fra (kap. 9.3). Vassdragets nærhet til oppdrettsaktivitet vil derfor være en viktig faktor for lusepåvirkningen (I_{trutta}).



Figur 7.13.3. Geografisk plassering av vassdragene i PO 13, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m² eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet). **a)** er for førstegangsvandrere og **b)** er for samlet påvirkning på første- og andregangsvandrere.

Uvektet I_{trutta} med usikkerhet

De uvektede indikatorverdiene (I_{trutta}) for produksjonsområdet er estimert med usikkerhet. I denne usikkerheten er både statistisk usikkerhet og biologisk variasjon (årsvariasjon og romlig variasjon) inkludert fra de underliggende variablene der vi hadde god informasjon om denne variasjonen (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus). Usikkerhetsfordelingene til det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet for begge gruppene er basert på 1000 kjøringar av den virtuelle sjørretmodellen der ulike parameterverdier er trukket fra usikkerhetsfordelingene til de underliggende variablene (se kap. 9.13). For hver kjøring estimeres det uvektede gjennomsnittet av I_{trutta} på tvers av alle vassdrag, og det er disse 1000 I_{trutta} -verdiene som utgjør usikkerhetsfordelingene (**Figur 7.13.4**). Medianen til fordelingene angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien er større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Uvektet I_{trutta} (median) for PO 13 var 0,7 % for førstegangsvandrere, 0,7 % for andregangsvandrere og 1,5 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 7.13.4**).



Figur 7.13.4. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 13 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

For å teste robustheten til modellen har vi gjort sensitivitetsanalyser for underliggende variabler der vi ikke hadde god informasjon om usikkerheten (**Tabell 7.13.1**). Dette gjelder den romlige fordelingen av sjøørreten, tålegrensene for lus på sjøørreten før den blir påvirket, hvor stor andelen av den lusepåvirkede sjøørreten som tilbakevandrer og hvor stor andel som dør, og hvor stor andel av lusen som fester seg på sjøørreten som dør. Størst påvirkning på modellresultatet for de uvektede indikatorverdiene var det om all lusepåvirket sjøørret døde (samlet I_{trutta} økte med 1,9 prosentpoeng, **Tabell 7.13.1**).

Tabell 7.13.1. Sensitivitetsanalyser for uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 13 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjøørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	0,7	0,7	1,5
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjøørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	1,0	0,9	2,0
S ₂ : Uniform 20 km	0,7	0,7	1,6
S ₃ : Uniform 30 km	0,2	0,2	0,6
S ₄ : Interpolerte avstander	0,6	0,6	1,3
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	1,7	1,5	3,3
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	0,2	0,2	0,7
S ₇ : Alternativ tålegrense**	0,3	0,1	0,7
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjøørret tilbakevandrer	0,3	0,2	0,6
S ₉ : All lusepåvirket sjøørret dør	1,6	1,6	3,4
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	1,0	1,0	2,1
S ₁₁ : 60 % dør	0,4	0,3	1,0

* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

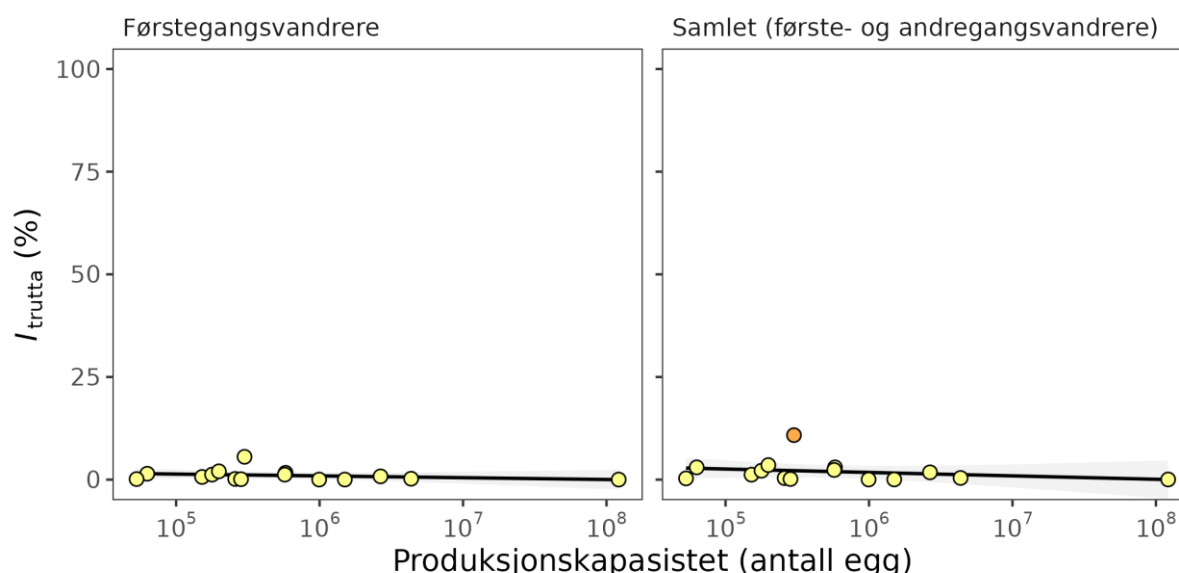
** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

7.13.2 Vektete indikatorverdier

Sjørretvassdragene i PO 13 har ulikt anadromt elveareal (**Figur 6.13.1**). Dette vil kunne påvirke produksjonskapasiteten til vassdraget. For å vekte indikatorverdiene på produksjonskapasitet har vi estimert antall egg hvert vassdrag teoretisk kan produsere basert på anadromt elveareal, samt tilstedeværelse av laks i vassdraget (kap. 3.2). Dette målet tar ikke hensyn til tilstanden til vassdraget, men gir en indikasjon på hvor mye hvert enkelt vassdrag bidrar til den totale produksjonskapasiteten til produksjonsområdet. Vi kan dermed bruke dette målet på produksjonskapasitet for å beregne vektet indikatorverdi for PO 13.

Sammenheng mellom produksjonskapasitet og I_{trutta}

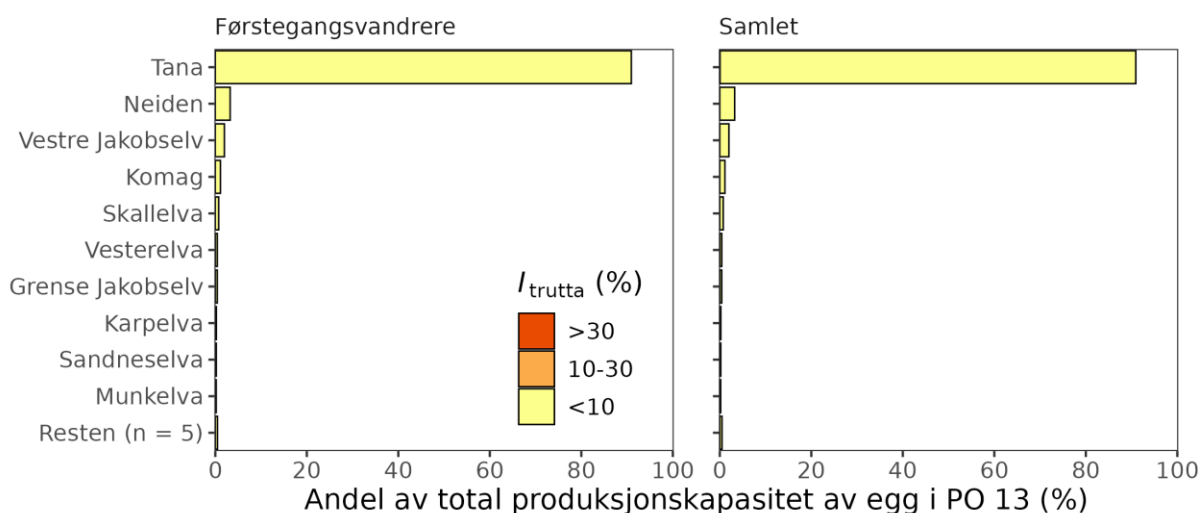
I PO 13 var det ingen sammenheng mellom den teoretiske produksjonskapasiteten og I_{trutta} for førstegangsvandrere ($r^2 = 7\%$) og samlet for første- og andregangsvandrere ($r^2 = 6\%$, **Figur 7.13.5**).



Figur 7.13.5. Nedgang i sjørretens fitness, I_{trutta} (%), som en funksjon av vassdragets teoretiske produksjonskapasitet estimert som antall egg vassdraget teoretisk sett kan produsere basert på anadromt elveareal og tilstedeværelse av laks. For førstegangsvandrere er $I_{\text{trutta}} = 3,6 (\pm 2,6) - 0,4 (\pm 0,5) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 7\%$, og samlet for første- og andregangsvandrere er $I_{\text{trutta}} = 6,7 (\pm 5,1) - 0,8 (\pm 0,9) \log_{10}(\text{antall egg})$, $r^2 = 6\%$.

Andel av teoretisk produksjonskapasitet

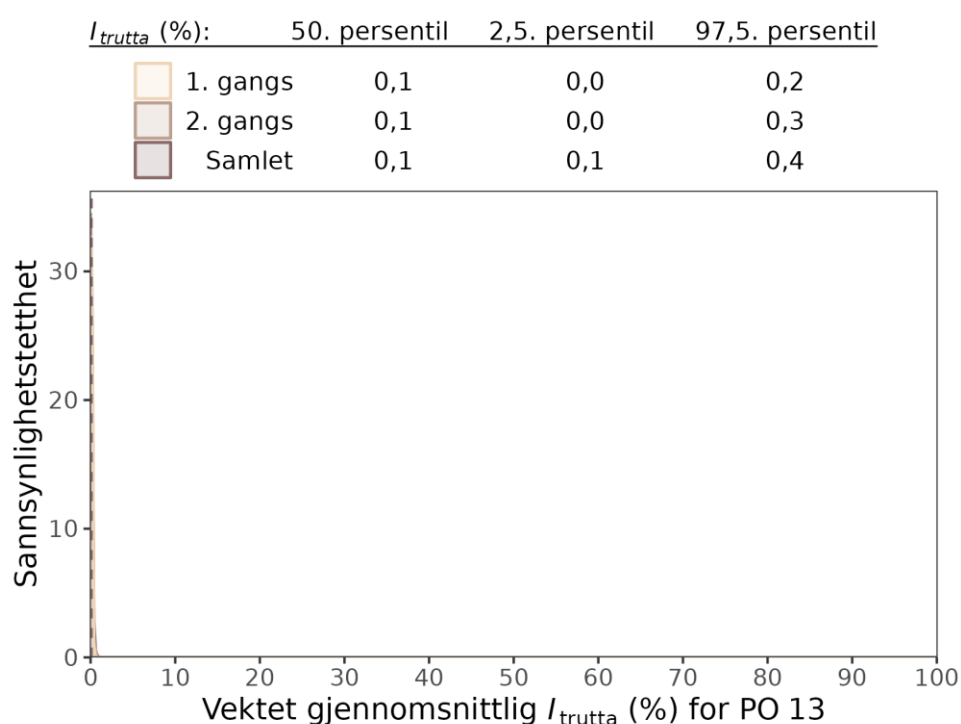
PO 13 har 15 sjørretvassdrag. Tana har størst andel av den teoretiske produksjonskapasiteten, med en andel på 91 % av produksjonen (**Figur 7.13.6**). Samlet utgjør de ti største vassdragene 100 % av den totale produksjonskapasiteten. Av de ti største vassdragene i PO 13 hadde alle en $I_{trutta} < 10\%$ for førstegangsvandrende. Karpelva byttet kategori for I_{trutta} fra $< 10\%$ til mellom 10 og 30 % for den samlede påvirkningen på første- og andregangsvandrende. Resten av de 5 vassdragene i PO 13 hadde et vektet snitt for $I_{trutta} < 10\%$ både for førstegangsvandrende og samlet (første- og andregangsvandrende) (**Figur 7.13.6**).



Figur 7.13.6. Andelen av den totale produksjonskapasiteten i produksjonsområdet for de 10 største vassdragene i PO 13. Stolpene er farget etter kategoriene for I_{trutta} vassdraget havnet i for førstegangsvandrere og samlet (første- og andregangsvandrere). Stolpen for «Resten» er farget etter det vektete snittet av I_{trutta} for resten av vassdragene.

Vektet I_{trutta} med usikkerhet

Usikkerhetsfordelingen for de vektete indikatorverdiene (I_{trutta}) er basert på usikkerheten i de samme underliggende variablene som for de vektete indikatorverdiene (tidspunkt for utvandring, størrelse ved utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og påslag av lus) og likt antall kjøring (1000) av den virtuelle sjørretmodellen. Usikkerhetsfordelingene i **Figur 7.13.7** viser fordelingene til de vektete snittene av I_{trutta} på tvers av alle vassdragene for hver kjøring for førstegangsvandrere, andregangsvandrere og samlet første- og andregangsvandrere i PO 13. Medianen til fordelingene angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet hvor det er 50 % sannsynlig at den sanne verdien større og 50 % sannsynlig at den er mindre (gitt modellen). Vektet I_{trutta} (median) for PO 13 var 0,1 % for førstegangsvandrere, 0,1 % for andregangsvandrere og 0,1 % for første- og andregangsvandrere samlet (**Figur 7.13.7**).



Figur 7.13.7. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 13 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen) som gir den vektete I_{trutta} -verdien til produksjonsområdet.

Sensitivitetsanalyser

Det er gjort sensitivitetsanalyser med de samme underliggende variablene som er benyttet for de uvektede indikatorverdiene. Ingen av sensitivitetsanalysene gjorde noe utslag av betydning i de vektete indikatorverdiene til PO 13 (**Tabell 7.13.2**).

Tabell 7.13.2. Sensitivitetsanalyser for vektet indikatorverdi (I_{trutta}) i PO 13 for førstegangsvandrere (1. gangs), andregangsvandrere (2. gangs) og samlet for første- og andregangsvandrere (Samlet). I hovedmodellen trekkes individuelle romlige sannsynlighetsfordelinger, tålegrensene for lus er i lus/cm², 30 % av den lusepåvirkede sjørreten dør (resten tilbakevandrer) og 40 % av lusen på som fester seg på fisken dør fra fastsittende til mobile stadier.

	Vektet I_{trutta} (%)		
	1. gangs	2. gangs	Samlet
Hovedmodell	0,1	0,1	0,1
Sensitivitetsanalyse (S₁₋₁₁)			
<i>Romlig fordeling av sjørreten</i>			
S ₁ : Uniform 10 km	0,0	0,0	0,1
S ₂ : Uniform 20 km	0,0	0,0	0,1
S ₃ : Uniform 30 km	0,0	0,0	0,0
S ₄ : Interpolerte avstander	0,0	0,1	0,1
<i>Tålegrenser</i>			
S ₅ : Hovedmodell tålegrense* halvering	0,1	0,1	0,3
S ₆ : Hovedmodell tålegrense dobling	0,0	0,0	0,0
S ₇ : Alternativ tålegrense**	0,0	0,0	0,0
<i>Tilbakevandring vs død</i>			
S ₈ : All lusepåvirket sjørretet tilbakevandrer	0,0	0,0	0,0
S ₉ : All lusepåvirket sjørretet dør	0,1	0,1	0,2
<i>Lusedødelighet</i>			
S ₁₀ : 20 % dør	0,1	0,1	0,2
S ₁₁ : 60 % dør	0,0	0,0	0,1

* >0,113 lus/cm² gir 100 % påvirkning, >0,076 lus/cm² gir 50 % påvirkning, >0,038 lus/cm² gir 20 % påvirkning.

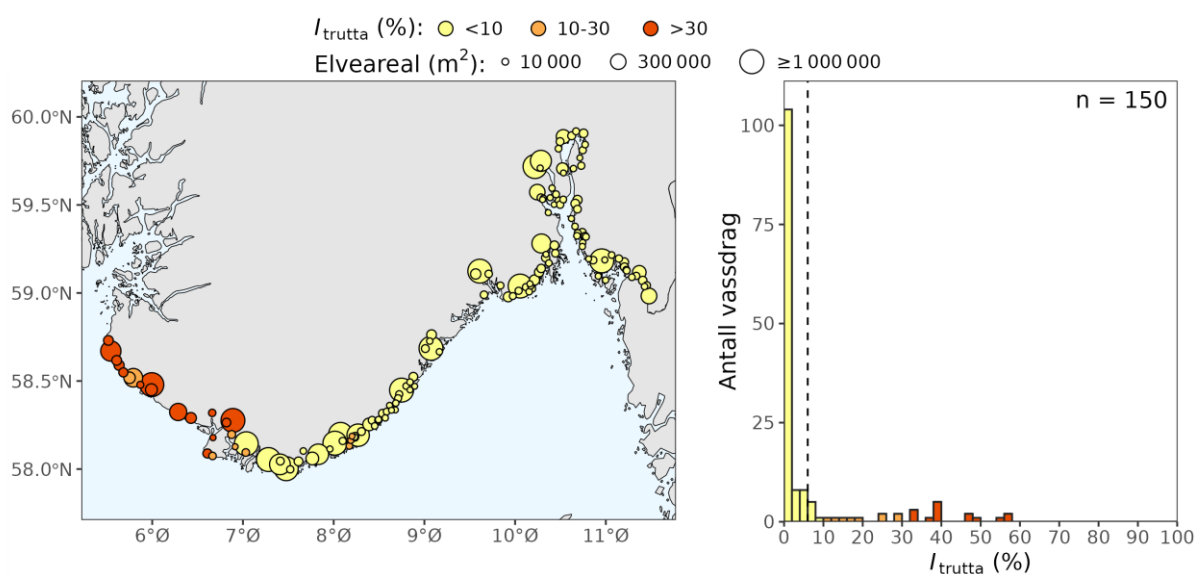
** >0,3 lus/g gir 100 % påvirkning, >0,2 lus/g gir 50 % påvirkning, >0,1 lus/g gir 20 % påvirkning.

8 Resultater for 2024 smoltkohorten for produksjonsområdene

8.1 Produksjonsområde 1: Svenskegrensa til Jæren

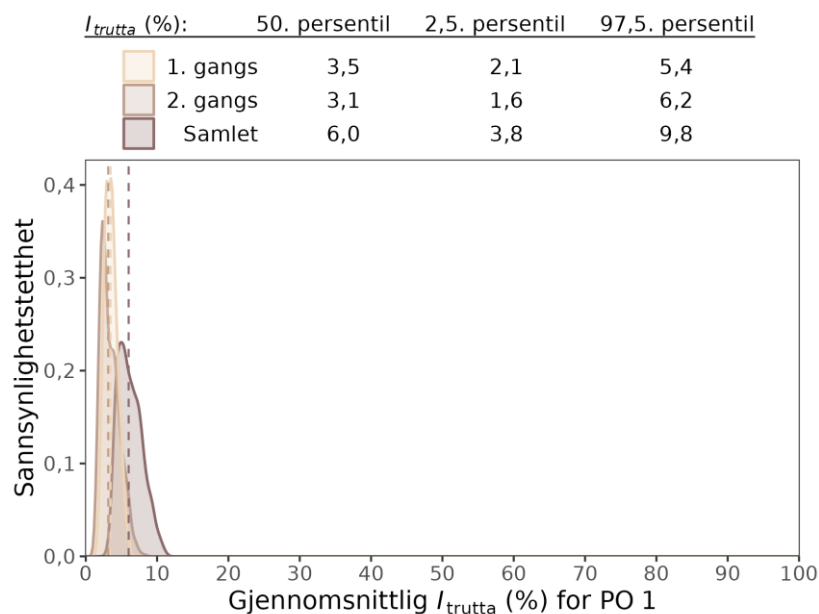
8.1.1 Uvektede indikatorverdier

Om man slår sammen påvirkningen for førstegangsvandrere i 2024 med andregangsvandrere i 2025, får man den samlede påvirkningen på 2024 smoltkohorten. **Figur 8.1.1** viser den geografiske fordelingen av vassdragene i PO 1 og fordelingen av lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene for 2024 smoltkohorten.



Figur 8.1.1. Geografisk plassering av vassdragene i PO 1, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} for 2024 kohorten faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m² eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet).

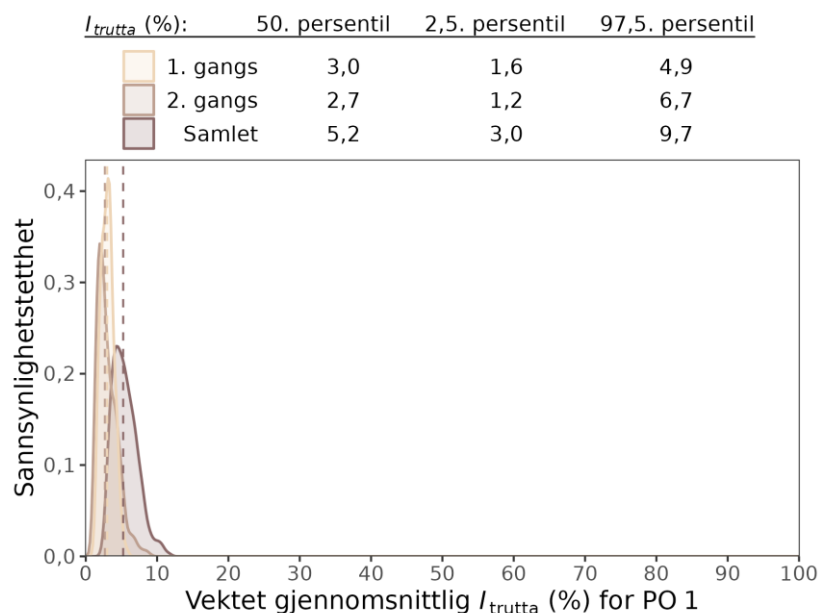
Medianen til usikkerhetsfordelingene av uvektet gjennomsnittlig I_{trutta} i PO 1 angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet (**Figur 8.1.2**). Uvektet I_{trutta} for PO 1 var 3,5 % for førstegangsvandrende i 2024, 3,1 % for andregangsvandrende i 2025 og 6,0 % samlet for 2024 smoltkohorten.



Figur 8.1.2. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 1 for førstegangsvandrere i 2024 (1. gangs), for andregangsvandrere i 2025 (2. gangs) og samlet for 2024 smoltkohorten (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen).

8.1.2 Vektete indikatorverdier

Medianen til usikkerhetsfordelingene av vektet gjennomsnittlig I_{trutta} i PO 1 angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet (**Figur 8.1.3**). Vektet I_{trutta} for PO 1 var 3,0 % for førstegangsvandrende i 2024, 2,7 % for andregangsvandrende i 2025 og 5,2 % samlet for 2024 smoltkohorten.

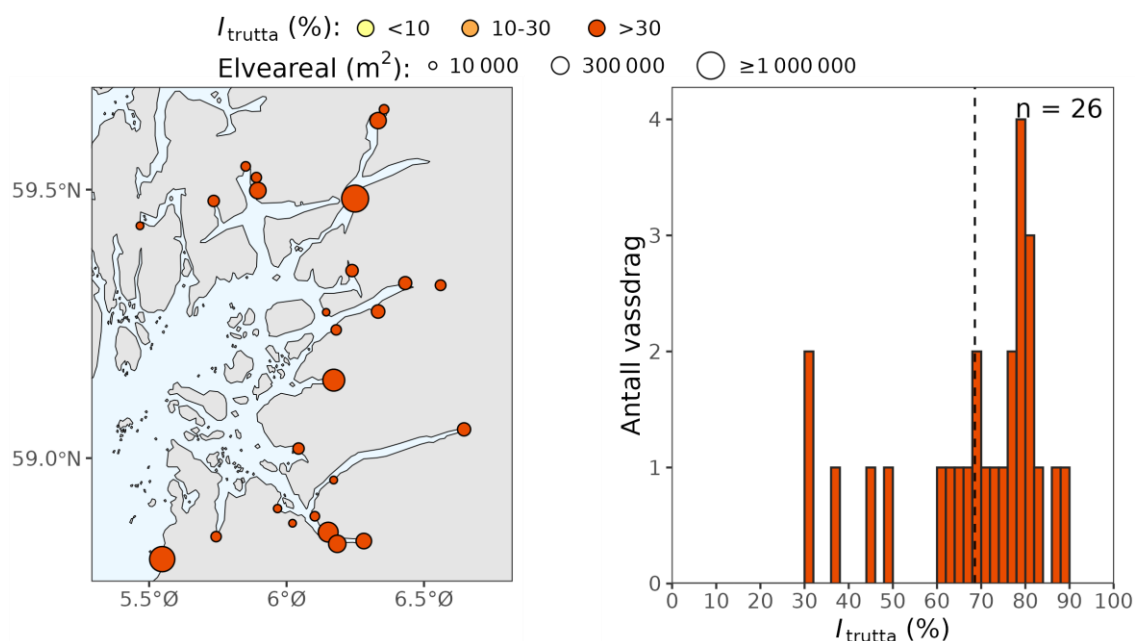


Figur 8.1.3. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 1 for førstegangsvandrere i 2024 (1. gangs), for andregangsvandrere i 2025 (2. gangs) og samlet for 2024 smoltkohorten (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen).

8.2 Produksjonsområde 2: Ryfylke

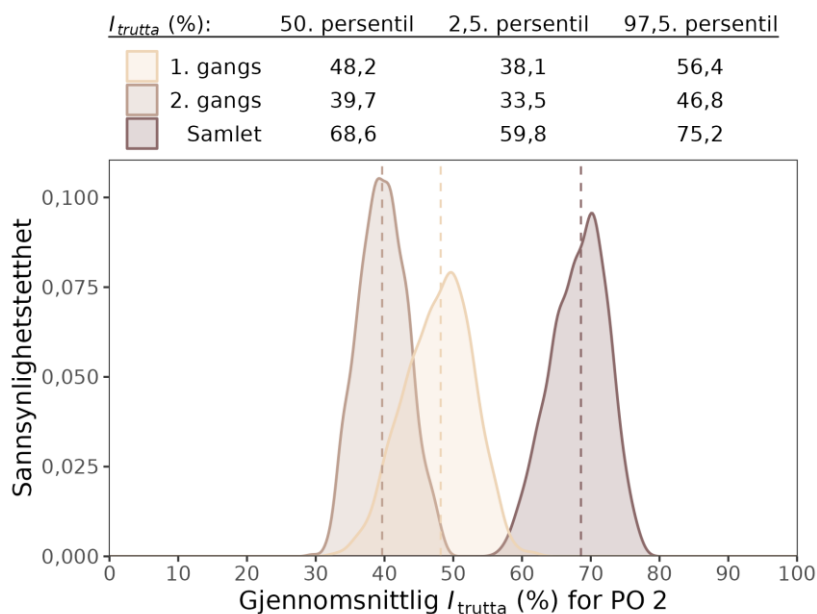
8.2.1 Uvektede indikatorverdier

Om man slår sammen påvirkningen for førstegangsvandrere i 2024 med andregangsvandrere i 2025, får man den samlede påvirkningen på 2024 smoltkohorten. **Figur 8.2.1** viser den geografiske fordelingen av vassdragene i PO 2 og fordelingen av lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene for 2024 smoltkohorten.



Figur 8.2.1. Geografisk plassering av vassdragene i PO 2, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} for 2024 kohorten faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m² eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet).

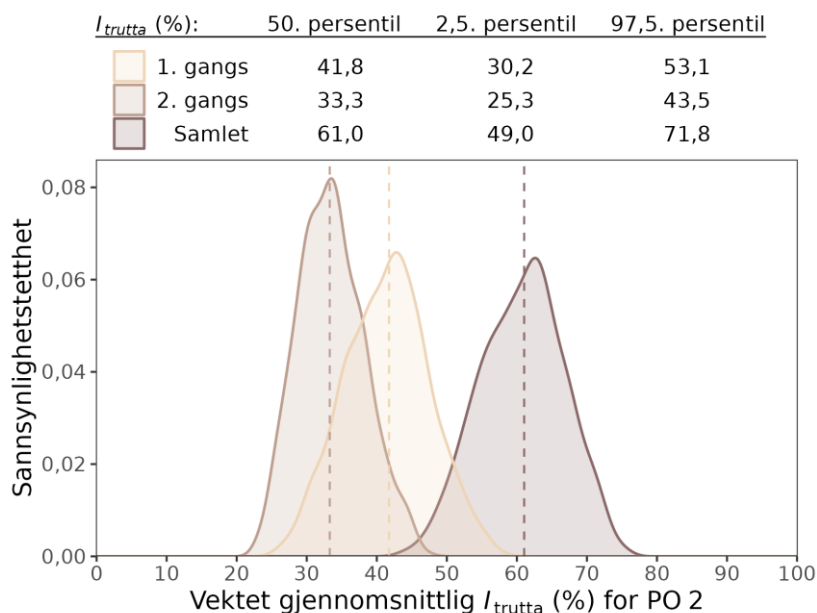
Medianen til usikkerhetsfordelingene av uvektet gjennomsnittlig I_{trutta} i PO 2 angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet (**Figur 8.2.2**). Uvektet I_{trutta} for PO 2 var 48,2 % for førstegangsvandrende i 2024, 39,7 % for andregangsvandrende i 2025 og 68,6 % samlet for 2024 smoltkohorten.



Figur 8.2.2. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 2 for førstegangsvandrere i 2024 (1. gangs), for andregangsvandrere i 2025 (2. gangs) og samlet for 2024 smoltkohorten (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen).

8.2.2 Vektete indikatorverdier

Medianen til usikkerhetsfordelingene av vektet gjennomsnittlig I_{trutta} i PO 2 angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet (**Figur 8.2.3**). Vektet I_{trutta} for PO 2 var 41,8 % for førstegangsvandrende i 2024, 33,3 % for andregangsvandrende i 2025 og 61,0 % samlet for 2024 smoltkohorten.

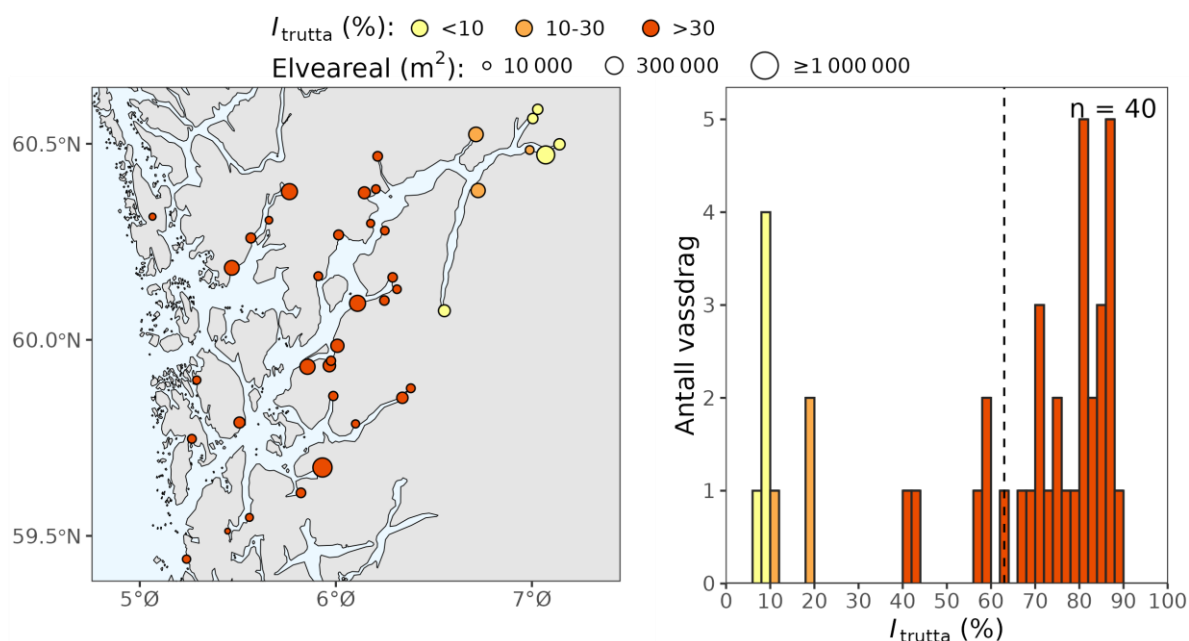


Figur 8.2.3. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 2 for førstegangsvandrere i 2024 (1. gangs), for andregangsvandrere i 2025 (2. gangs) og samlet for 2024 smoltkohorten (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen).

8.3 Produksjonsområde 3: Karmøy til Sotra

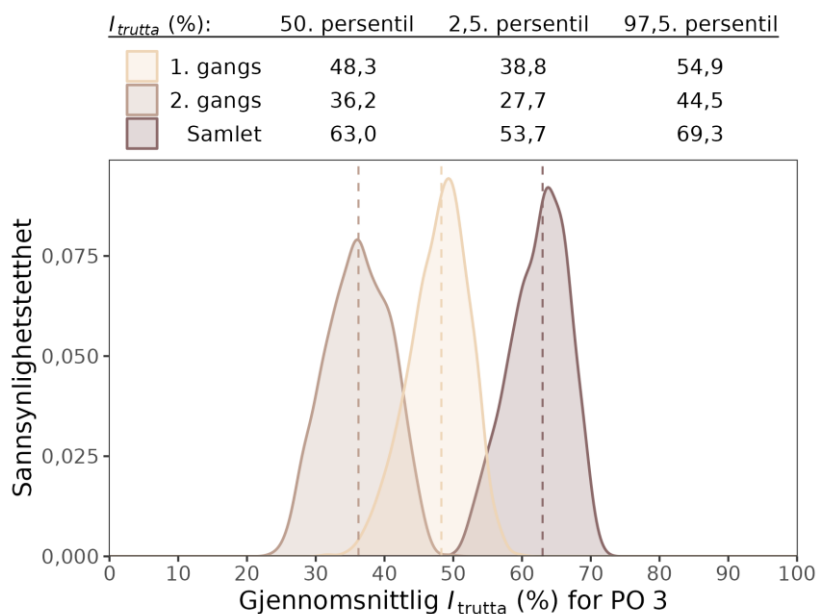
8.3.1 Uvektede indikatorverdier

Om man slår sammen påvirkningen for førstegangsvandrere i 2024 med andregangsvandrere i 2025, får man den samlede påvirkningen på 2024 smoltkohorten. **Figur 8.3.1** viser den geografiske fordelingen av vassdragene i PO 3 og fordelingen av lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene for 2024 smoltkohorten.



Figur 8.3.1. Geografisk plassering av vassdragene i PO 3, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} for 2024 kohorten faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m² eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet).

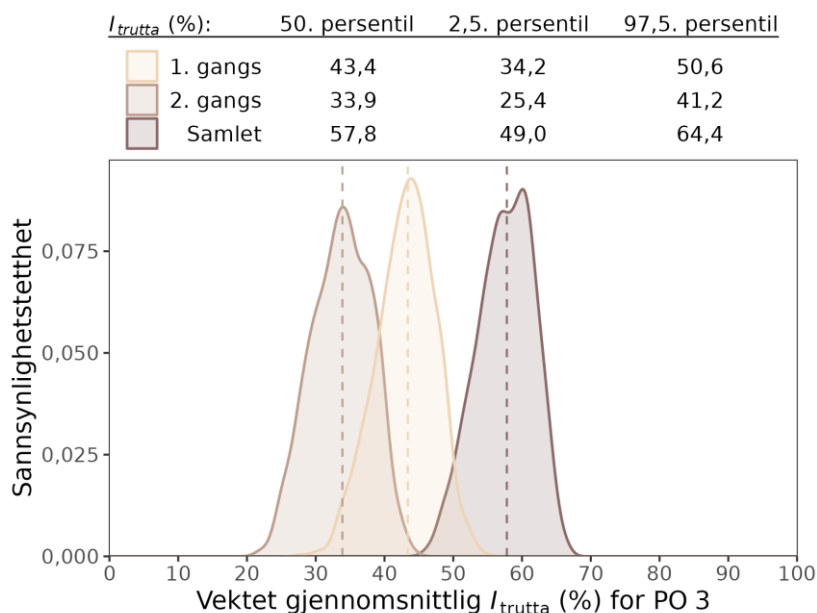
Medianen til usikkerhetsfordelingene av uvektet gjennomsnittlig I_{trutta} i PO 3 angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet (**Figur 8.3.2**). Uvektet I_{trutta} for PO 3 var 48,3 % for førstegangsvandrende i 2024, 36,2 % for andregangsvandrende i 2025 og 63,0 % samlet for 2024 smoltkohorten.



Figur 8.3.2. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 3 for førstegangsvandrere i 2024 (1. gangs), for andregangsvandrere i 2025 (2. gangs) og samlet for 2024 smoltkohorten (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen).

8.3.2 Vektete indikatorverdier

Medianen til usikkerhetsfordelingene av vektet gjennomsnittlig I_{trutta} i PO 3 angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet (**Figur 8.3.3**). Vektet I_{trutta} for PO 3 var 43,4 % for førstegangsvandrende i 2024, 33,9 % for andregangsvandrende i 2025 og 57,8 % samlet for 2024 smoltkohorten.

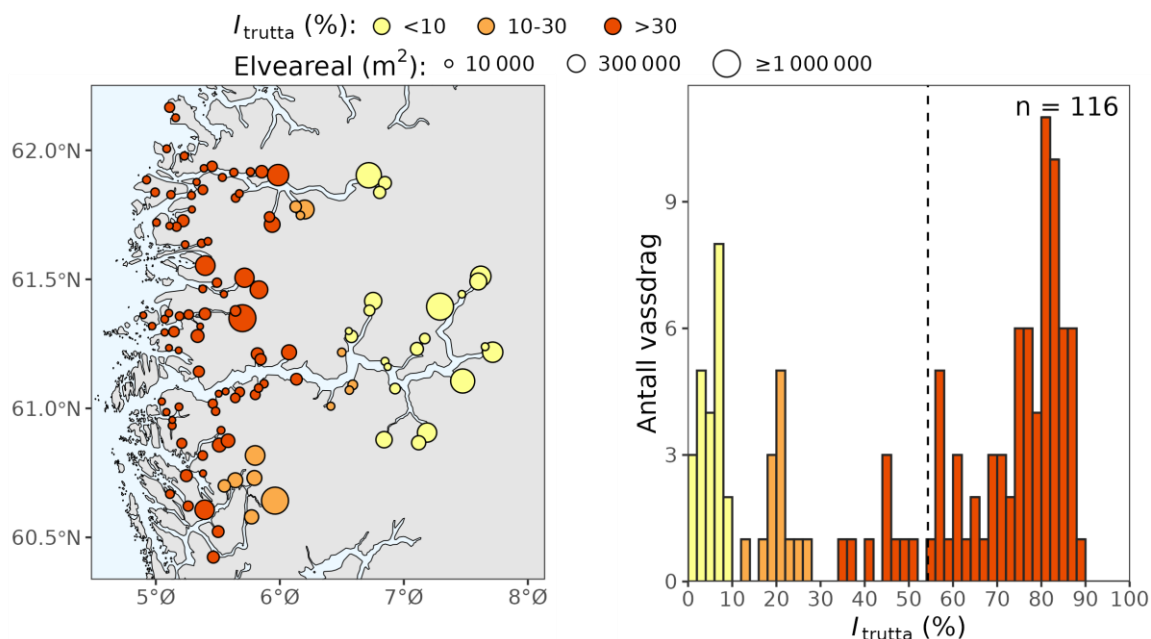


Figur 8.3.3. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 3 for førstegangsvandrere i 2024 (1. gangs), for andregangsvandrere i 2025 (2. gangs) og samlet for 2024 smoltkohorten (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen).

8.4 Produksjonsområde 4: Nordhordaland til Stad

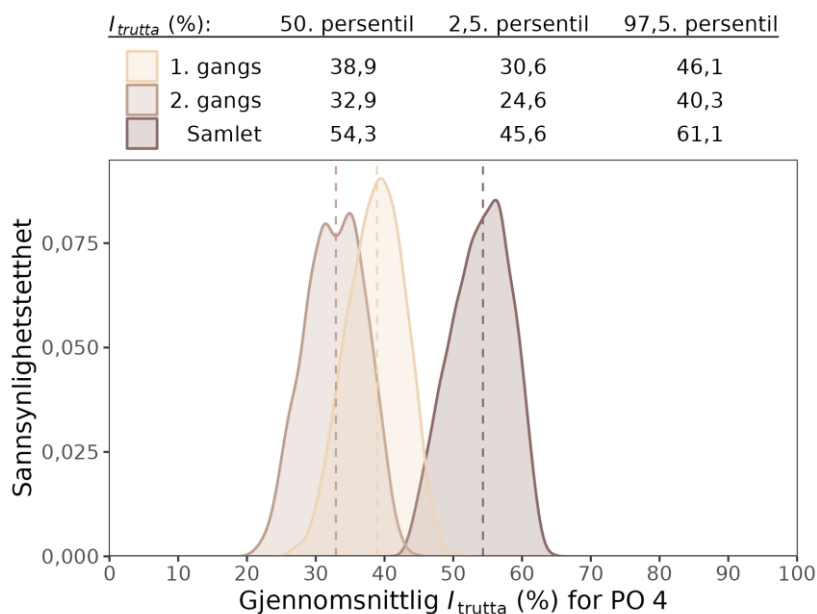
8.4.1 Uvektede indikatorverdier

Om man slår sammen påvirkningen for førstegangsvandrere i 2024 med andregangsvandrere i 2025, får man den samlede påvirkningen på 2024 smoltkohorten. **Figur 8.4.1** viser den geografiske fordelingen av vassdragene i PO 4 og fordelingen av lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene for 2024 smoltkohorten.



Figur 8.4.1. Geografisk plassering av vassdragene i PO 4, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} for 2024 kohorten faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m² eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet).

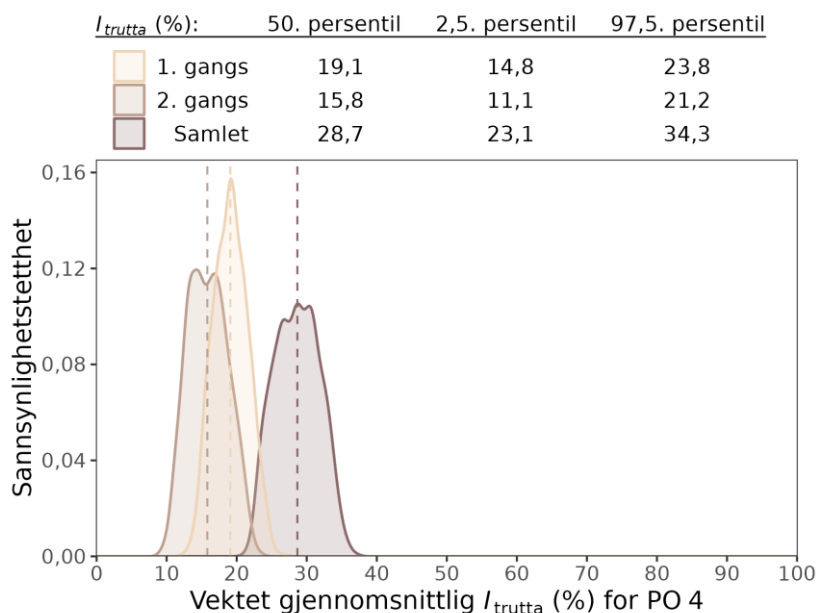
Medianen til usikkerhetsfordelingene av uvektet gjennomsnittlig I_{trutta} i PO 4 angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet (**Figur 8.4.2**). Uvektet I_{trutta} for PO 4 var 38,9 % for førstegangsvandrende i 2024, 32,9 % for andregangsvandrende i 2025 og 54,3 % samlet for 2024 smoltkohorten.



Figur 8.4.2. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 4 for førstegangsvandrere i 2024 (1. gangs), for andregangsvandrere i 2025 (2. gangs) og samlet for 2024 smoltkohorten (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen).

8.4.2 Vektete indikatorverdier

Medianen til usikkerhetsfordelingene av vektet gjennomsnittlig I_{trutta} i PO 4 angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet (**Figur 8.4.3**). Vektet I_{trutta} for PO 4 var 19,1 % for førstegangsvandrende i 2024, 15,8 % for andregangsvandrende i 2025 og 28,7 % samlet for 2024 smoltkohorten.

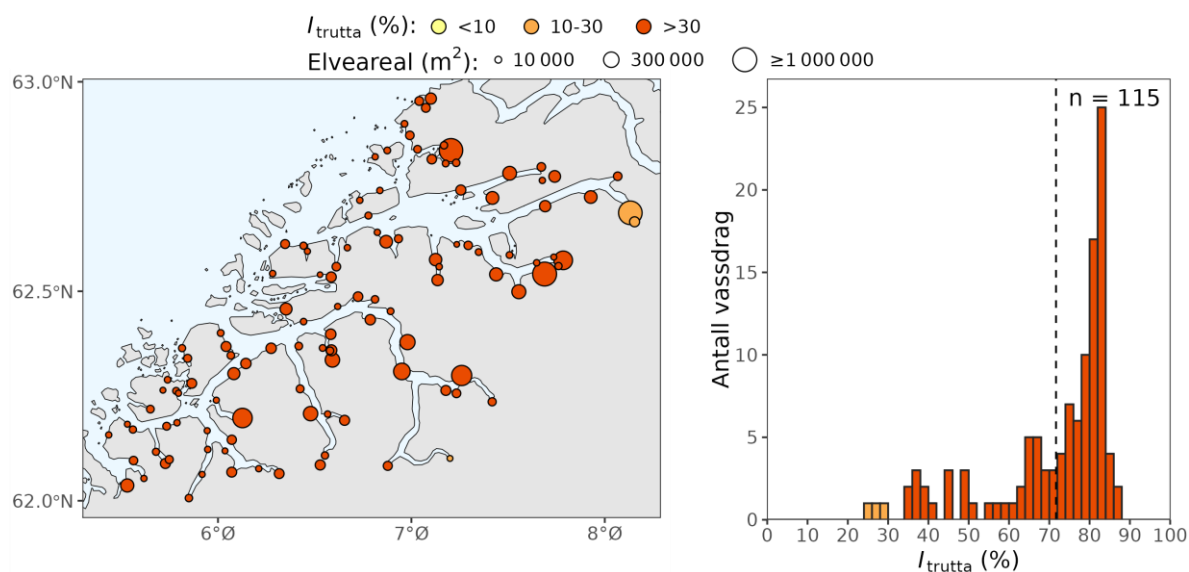


Figur 8.4.3. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 4 for førstegangsvandrere i 2024 (1. gangs), for andregangsvandrere i 2025 (2. gangs) og samlet for 2024 smoltkohorten (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen).

8.5 Produksjonsområde 5: Stad til Hustadvika

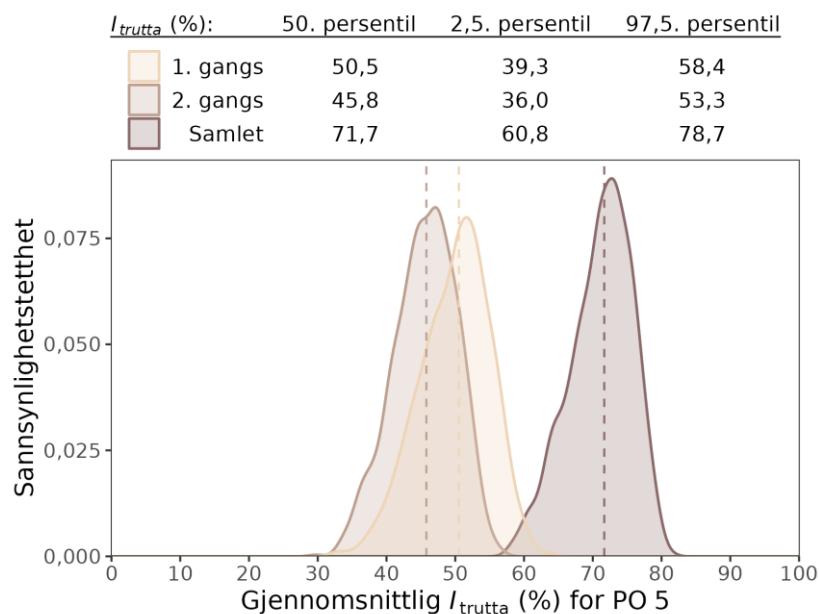
8.5.1 Uvektede indikatorverdier

Om man slår sammen påvirkningen for førstegangsvandrere i 2024 med andregangsvandrere i 2025, får man den samlede påvirkningen på 2024 smoltkohorten. **Figur 8.5.1** viser den geografiske fordelingen av vassdragene i PO 5 og fordelingen av lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene for 2024 smoltkohorten.



Figur 8.5.1. Geografisk plassering av vassdragene i PO 5, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} for 2024 kohorten faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m² eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet).

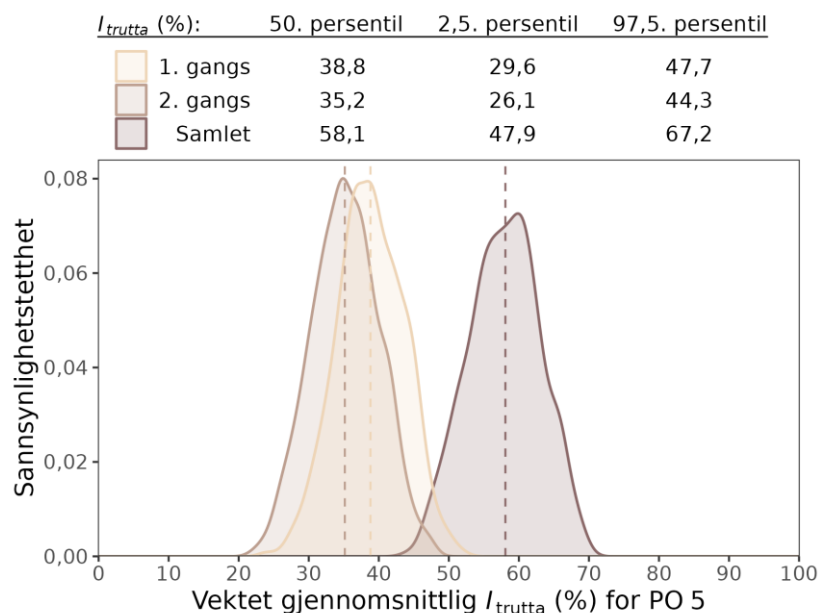
Medianen til usikkerhetsfordelingene av uvektet gjennomsnittlig I_{trutta} i PO 5 angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet (**Figur 8.5.2**). Uvektet I_{trutta} for PO 5 var 50,5 % for førstegangsvandrende i 2024, 45,8 % for andregangsvandrende i 2025 og 71,7 % samlet for 2024 smoltkohorten.



Figur 8.5.2. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 5 for førstegangsvandrere i 2024 (1. gangs), for andregangsvandrere i 2025 (2. gangs) og samlet for 2024 smoltkohorten (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen).

8.5.2 Vektete indikatorverdier

Medianen til usikkerhetsfordelingene av vektet gjennomsnittlig I_{trutta} i PO 5 angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet (**Figur 8.5.3**). Vektet I_{trutta} for PO 5 var 38,8 % for førstegangsvandrende i 2024, 35,2 % for andregangsvandrende i 2025 og 58,1 % samlet for 2024 smoltkohorten.

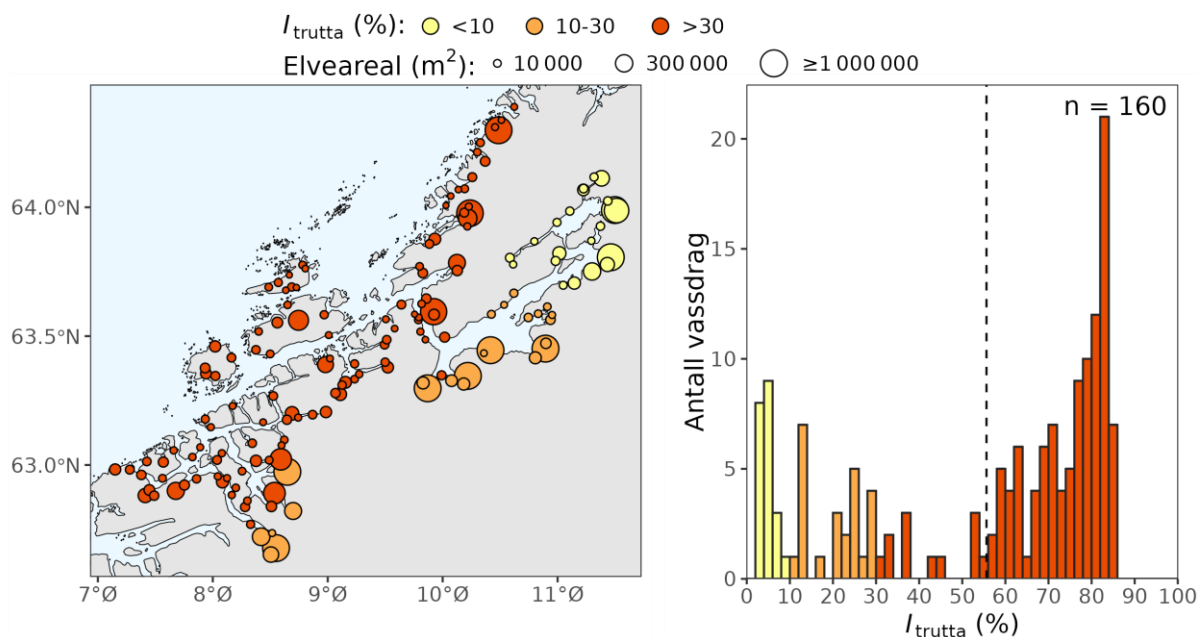


Figur 8.5.3. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 5 for førstegangsvandrere i 2024 (1. gangs), for andregangsvandrere i 2025 (2. gangs) og samlet for 2024 smoltkohorten (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen).

8.6 Produksjonsområde 6: Nordmøre og Sør-Trøndelag

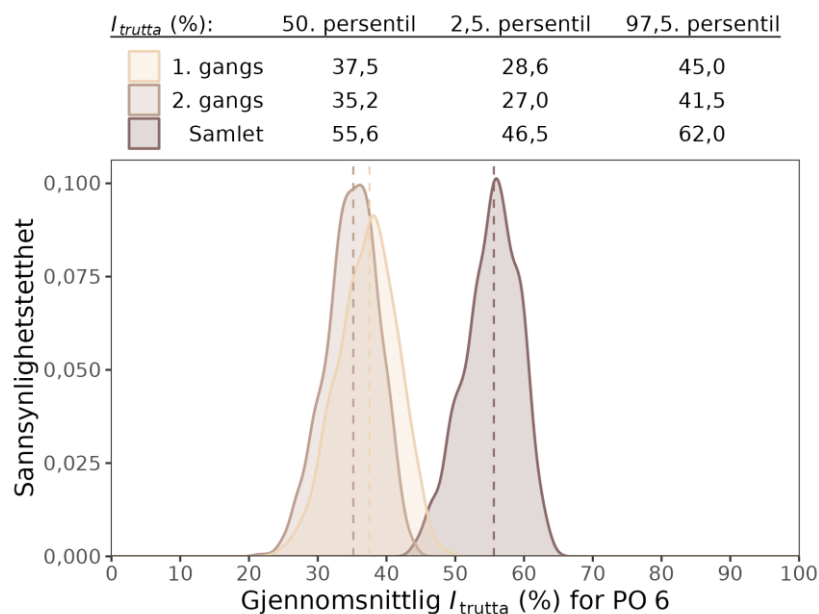
8.6.1 Uvektede indikatorverdier

Om man slår sammen påvirkningen for førstegangsvandrere i 2024 med andregangsvandrere i 2025, får man den samlede påvirkningen på 2024 smoltkohorten. **Figur 8.6.1** viser den geografiske fordelingen av vassdragene i PO 6 og fordelingen av lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene for 2024 smoltkohorten.



Figur 8.6.1. Geografisk plassering av vassdragene i PO 6, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} for 2024 kohorten faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m² eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet).

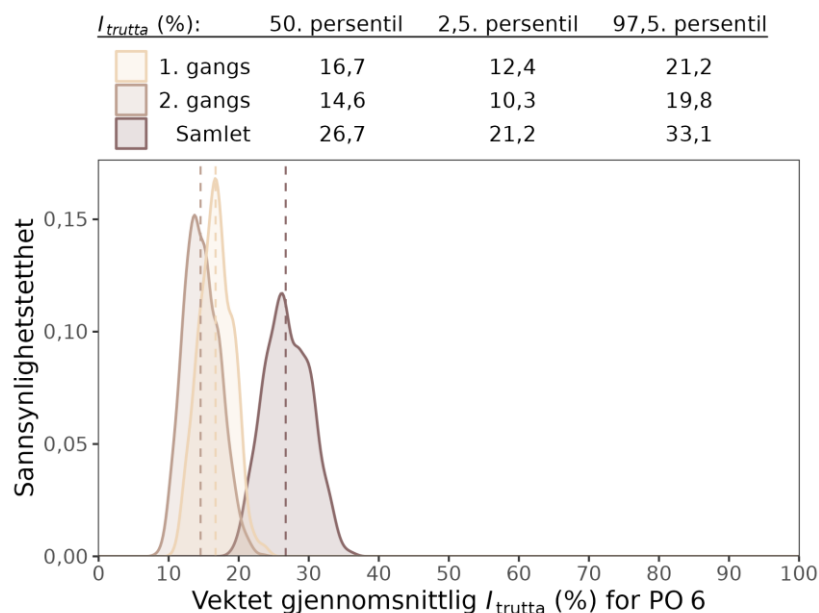
Medianen til usikkerhetsfordelingene av uvektet gjennomsnittlig I_{trutta} i PO 6 angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet (**Figur 8.6.2**). Uvektet I_{trutta} for PO 6 var 37,5 % for førstegangsvandrende i 2024, 35,2 % for andregangsvandrende i 2025 og 55,6 % samlet for 2024 smoltkohorten.



Figur 8.6.2. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 6 for førstegangsvandrere i 2024 (1. gangs), for andregangsvandrere i 2025 (2. gangs) og samlet for 2024 smoltkohorten (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen).

8.6.2 Vektete indikatorverdier

Medianen til usikkerhetsfordelingene av vektet gjennomsnittlig I_{trutta} i PO 6 angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet (**Figur 8.6.3**). Vektet I_{trutta} for PO 6 var 16,7 % for førstegangsvandrende i 2024, 14,6 % for andregangsvandrende i 2025 og 26,7 % samlet for 2024 smoltkohorten.

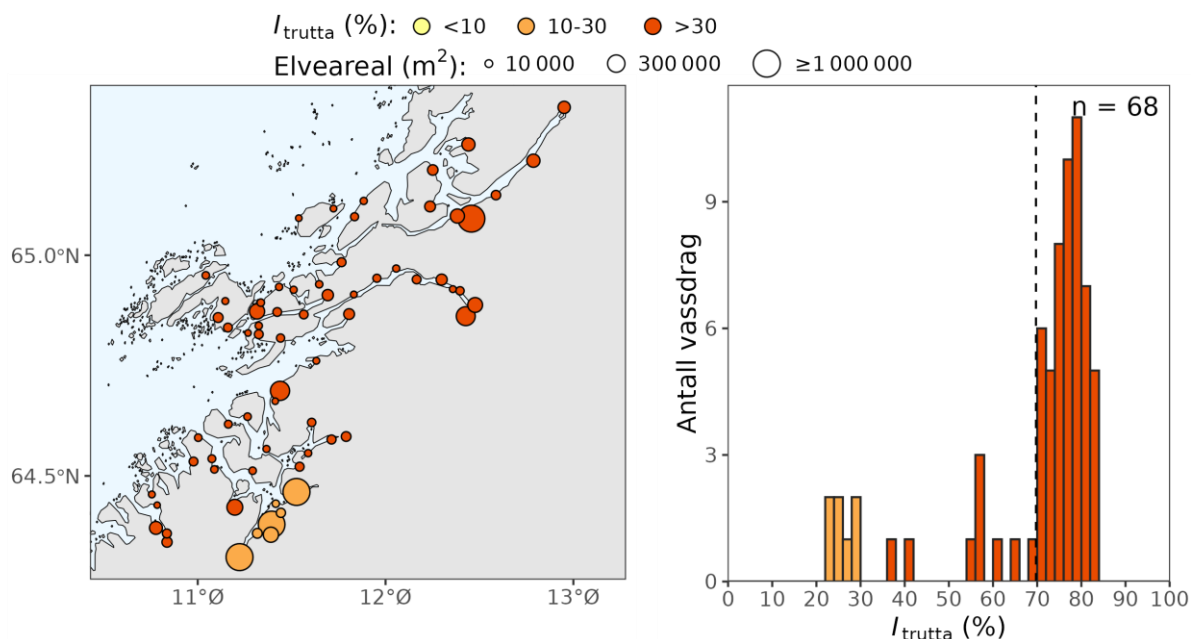


Figur 8.6.3. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 6 for førstegangsvandrere i 2024 (1. gangs), for andregangsvandrere i 2025 (2. gangs) og samlet for 2024 smoltkohorten (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen).

8.7 Produksjonsområde 7: Nord-Trøndelag med Bindal

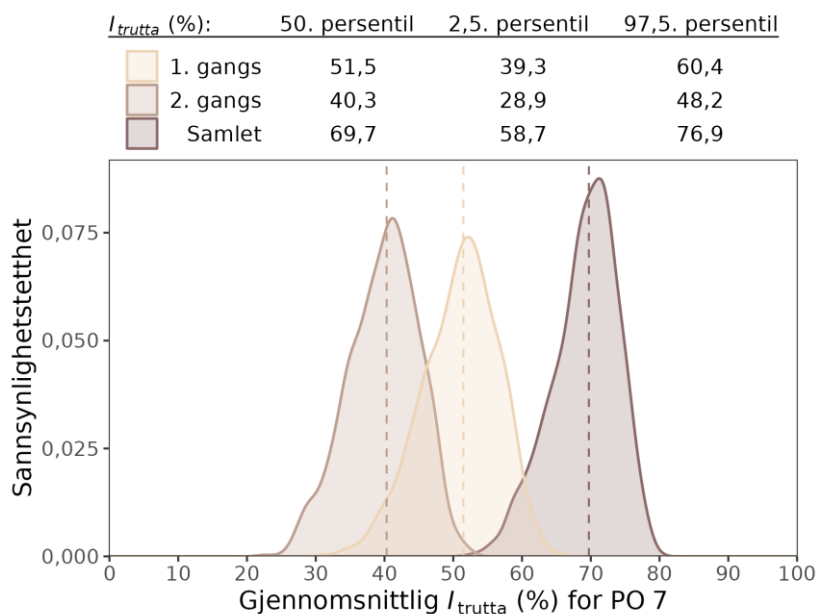
8.7.1 Uvektede indikatorverdier

Om man slår sammen påvirkningen for førstegangsvandrere i 2024 med andregangsvandrere i 2025, får man den samlede påvirkningen på 2024 smoltkohorten. **Figur 8.7.1** viser den geografiske fordelingen av vassdragene i PO 7 og fordelingen av lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene for 2024 smoltkohorten.



Figur 8.7.1. Geografisk plassering av vassdragene i PO 7, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} for 2024 kohorten faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m² eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet).

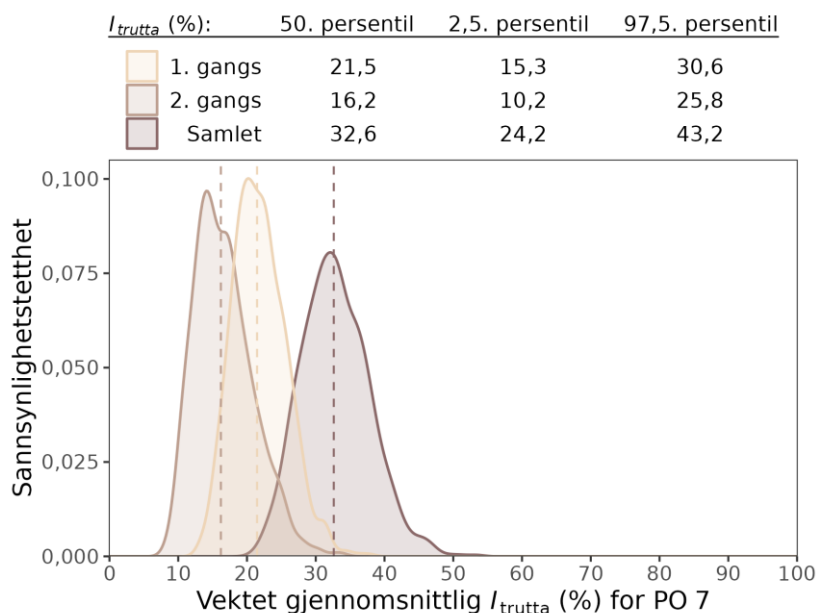
Medianen til usikkerhetsfordelingene av uvektet gjennomsnittlig I_{trutta} i PO 7 angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet (**Figur 8.7.2**). Uvektet I_{trutta} for PO 7 var 51,5 % for førstegangsvandrende i 2024, 40,3 % for andregangsvandrende i 2025 og 69,7 % samlet for 2024 smoltkohorten.



Figur 8.7.2. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 7 for førstegangsvandrere i 2024 (1. gangs), for andregangsvandrere i 2025 (2. gangs) og samlet for 2024 smoltkohorten (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen).

8.7.2 Vektete indikatorverdier

Medianen til usikkerhetsfordelingene av vektet gjennomsnittlig I_{trutta} i PO 7 angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet (**Figur 8.7.3**). Vektet I_{trutta} for PO 7 var 21,5 % for førstegangsvandrende i 2024, 16,2 % for andregangsvandrende i 2025 og 32,6 % samlet for 2024 smoltkohorten.

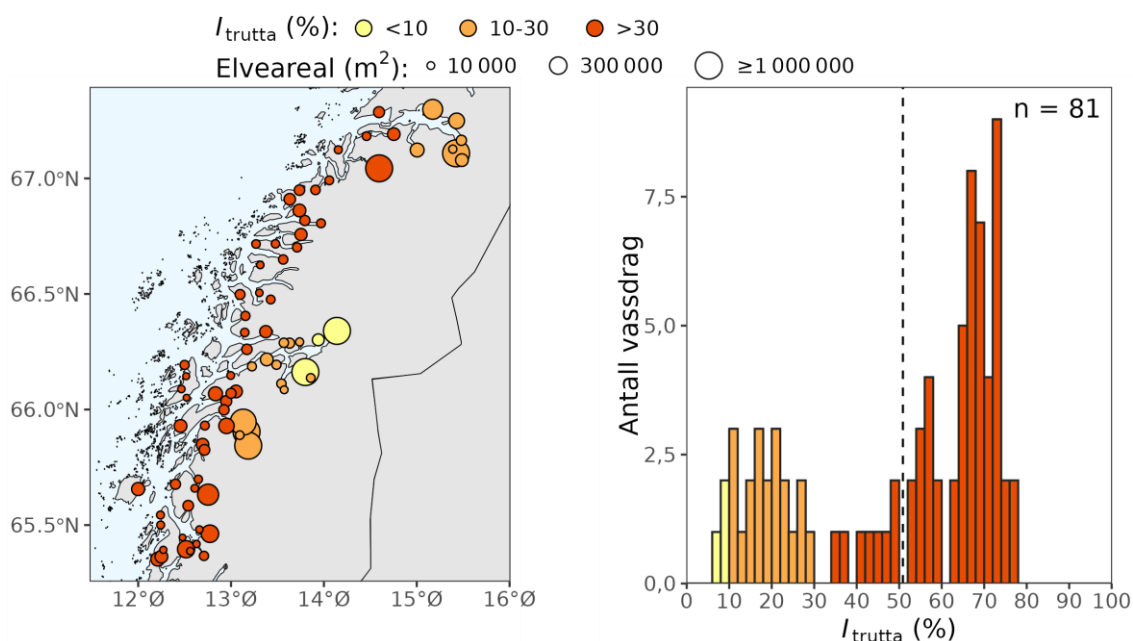


Figur 8.7.3. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 7 for førstegangsvandrere i 2024 (1. gangs), for andregangsvandrere i 2025 (2. gangs) og samlet for 2024 smoltkohorten (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen).

8.8 Produksjonsområde 8: Helgeland til Bodø

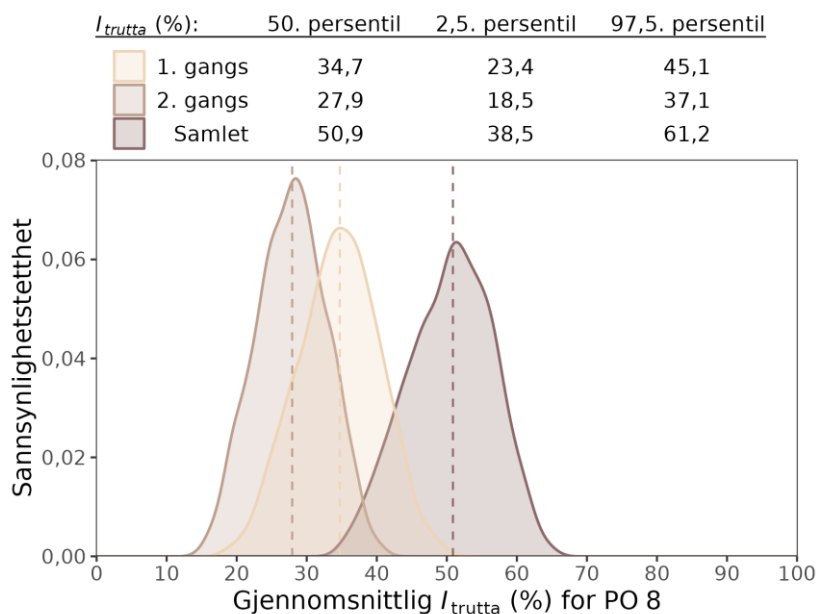
8.8.1 Uvektede indikatorverdier

Om man slår sammen påvirkningen for førstegangsvandrere i 2024 med andregangsvandrere i 2025, får man den samlede påvirkningen på 2024 smoltkohorten. **Figur 8.8.1** viser den geografiske fordelingen av vassdragene i PO 8 og fordelingen av lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene for 2024 smoltkohorten.



Figur 8.8.1. Geografisk plassering av vassdragene i PO 8, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} for 2024 kohorten faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m² eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet).

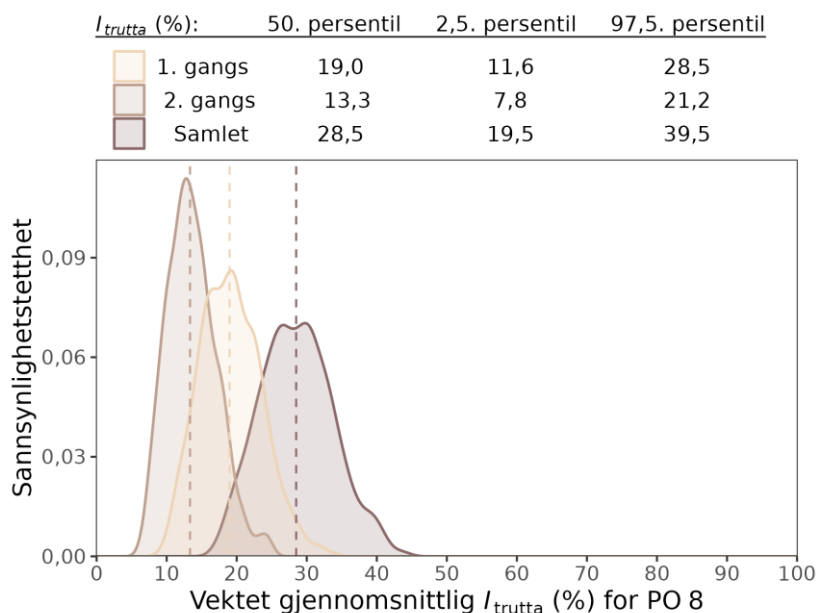
Medianen til usikkerhetsfordelingene av uvektet gjennomsnittlig I_{trutta} i PO 8 angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet (**Figur 8.8.2**). Uvektet I_{trutta} for PO 8 var 34,7 % for førstegangsvandrende i 2024, 27,9 % for andregangsvandrende i 2025 og 50,9 % samlet for 2024 smoltkohorten.



Figur 8.8.2. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 8 for førstegangsvandrere i 2024 (1. gangs), for andregangsvandrere i 2025 (2. gangs) og samlet for 2024 smoltkohorten (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen).

8.8.2 Vektete indikatorverdier

Medianen til usikkerhetsfordelingene av vektet gjennomsnittlig I_{trutta} i PO 8 angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet (**Figur 8.8.3**). Vektet I_{trutta} for PO 8 var 19,0 % for førstegangsvandrende i 2024, 13,3 % for andregangsvandrende i 2025 og 28,5 % samlet for 2024 smoltkohorten.

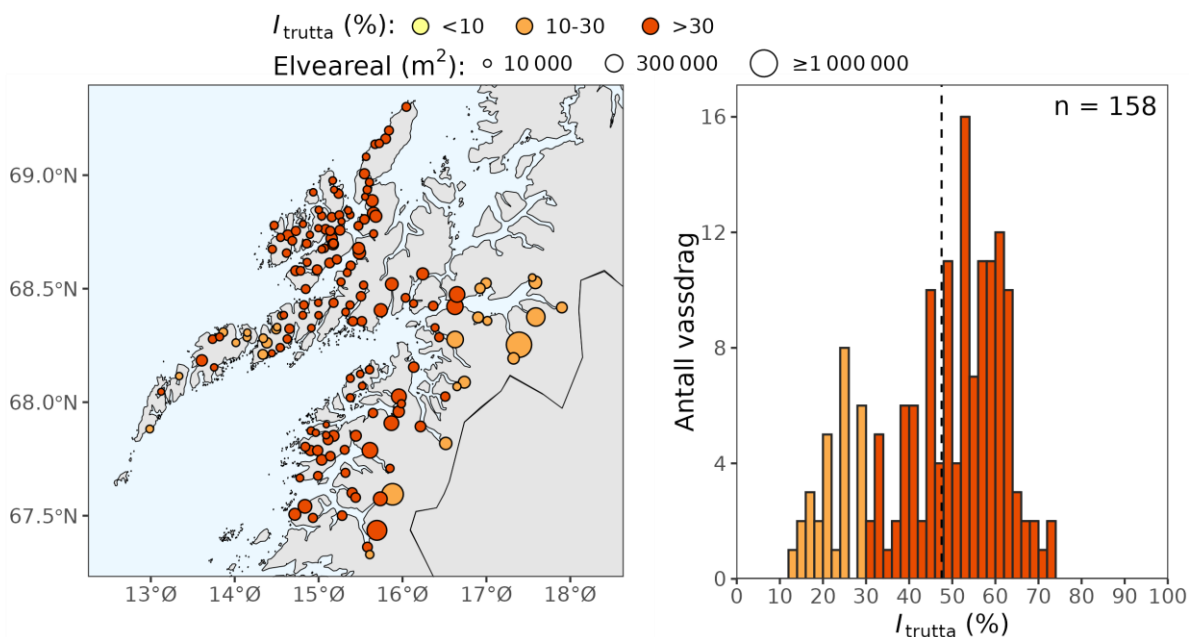


Figur 8.8.3. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 8 for førstegangsvandrere i 2024 (1. gangs), for andregangsvandrere i 2025 (2. gangs) og samlet for 2024 smoltkohorten (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen).

8.9 Produksjonsområde 9: Vestfjorden og Vesterålen

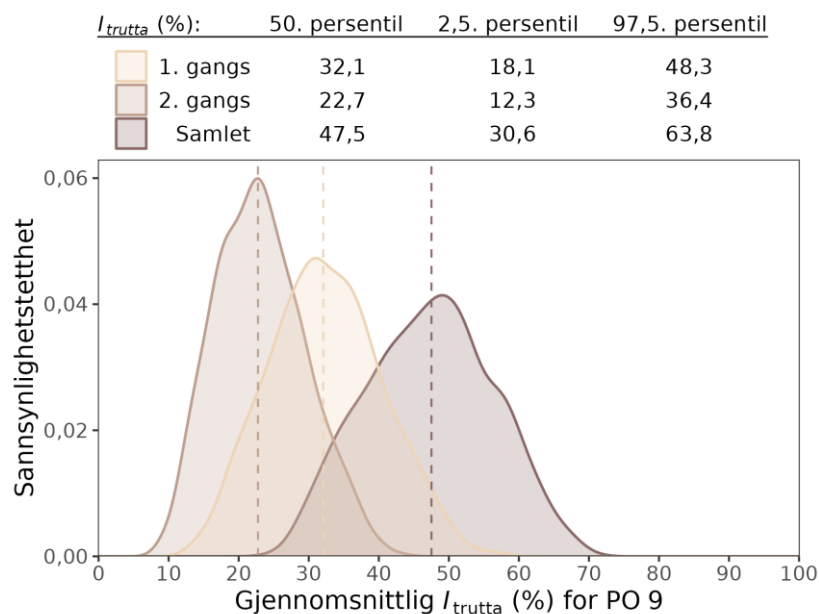
8.9.1 Uvektede indikatorverdier

Om man slår sammen påvirkningen for førstegangsvandrere i 2024 med andregangsvandrere i 2025, får man den samlede påvirkningen på 2024 smoltkohorten. **Figur 8.9.1** viser den geografiske fordelingen av vassdragene i PO 9 og fordelingen av lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene for 2024 smoltkohorten.



Figur 8.9.1. Geografisk plassering av vassdragene i PO 9, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} for 2024 kohorten faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m² eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet).

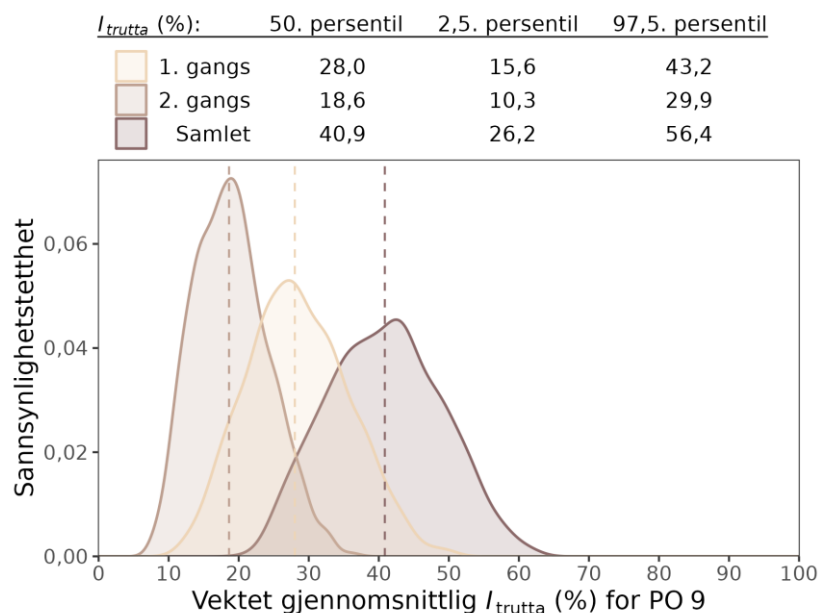
Medianen til usikkerhetsfordelingene av uvektet gjennomsnittlig I_{trutta} i PO 9 angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet (**Figur 8.9.2**). Uvektet I_{trutta} for PO 9 var 32,1 % for førstegangsvandrende i 2024, 22,7 % for andregangsvandrende i 2025 og 47,5 % samlet for 2024 smoltkohorten.



Figur 8.9.2. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 9 for førstegangsvandrere i 2024 (1. gangs), for andregangsvandrere i 2025 (2. gangs) og samlet for 2024 smoltkohorten (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen).

8.9.2 Vektete indikatorverdier

Medianen til usikkerhetsfordelingene av vektet gjennomsnittlig I_{trutta} i PO 9 angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet (**Figur 8.9.3**). Vektet I_{trutta} for PO 9 var 28,0 % for førstegangsvandrende i 2024, 18,6 % for andregangsvandrende i 2025 og 40,9 % samlet for 2024 smoltkohorten.

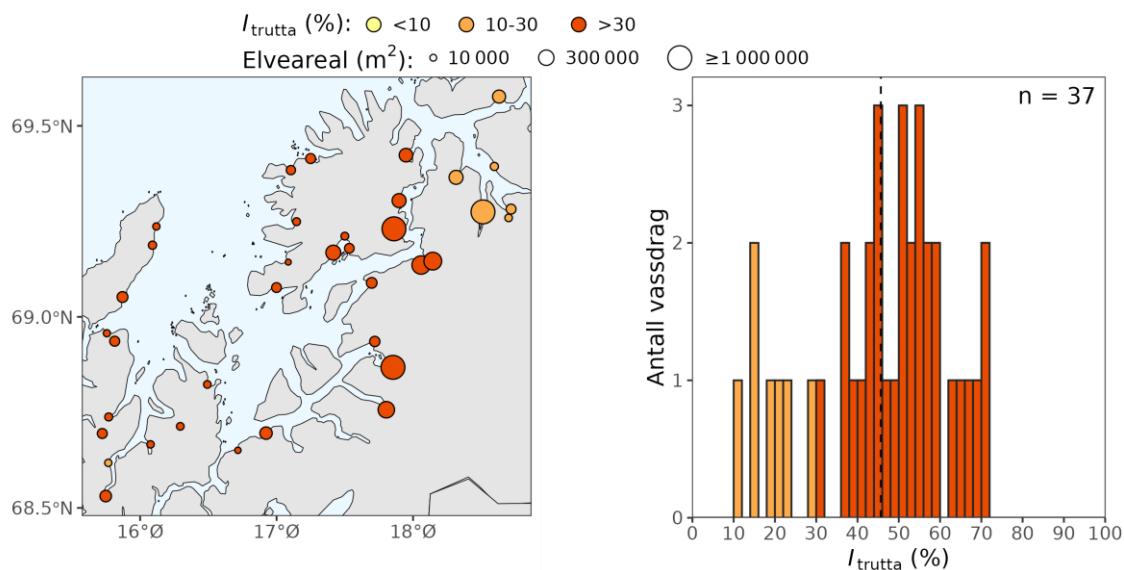


Figur 8.9.3. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 9 for førstegangsvandrere i 2024 (1. gangs), for andregangsvandrere i 2025 (2. gangs) og samlet for 2024 smoltkohorten (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen).

8.10 Produksjonsområde 10: Andøya til Senja

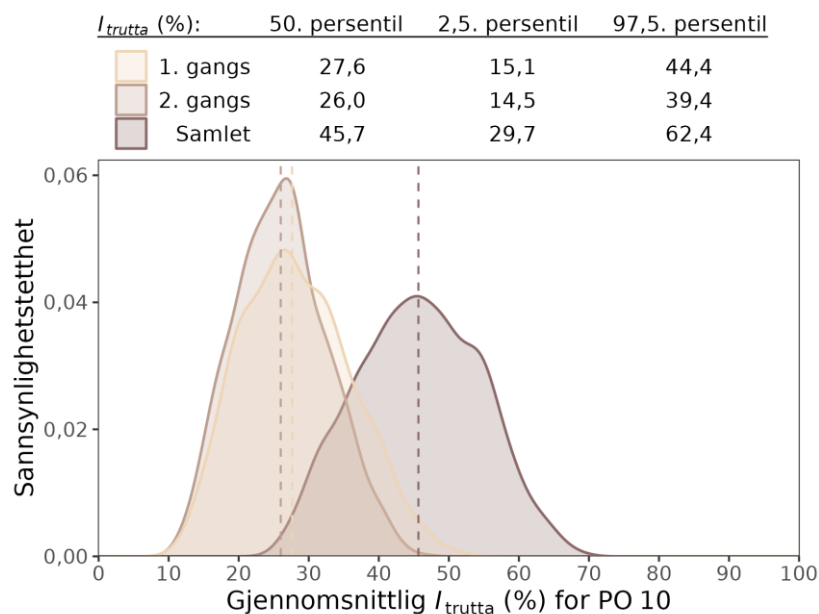
8.10.1 Uvektede indikatorverdier

Om man slår sammen påvirkningen for førstegangsvandrere i 2024 med andregangsvandrere i 2025, får man den samlede påvirkningen på 2024 smoltkohorten. **Figur 8.10.1** viser den geografiske fordelingen av vassdragene i PO 10 og fordelingen av lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene for 2024 smoltkohorten.



Figur 8.10.1. Geografisk plassering av vassdragene i PO 10, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} for 2024 kohorten faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m² eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet).

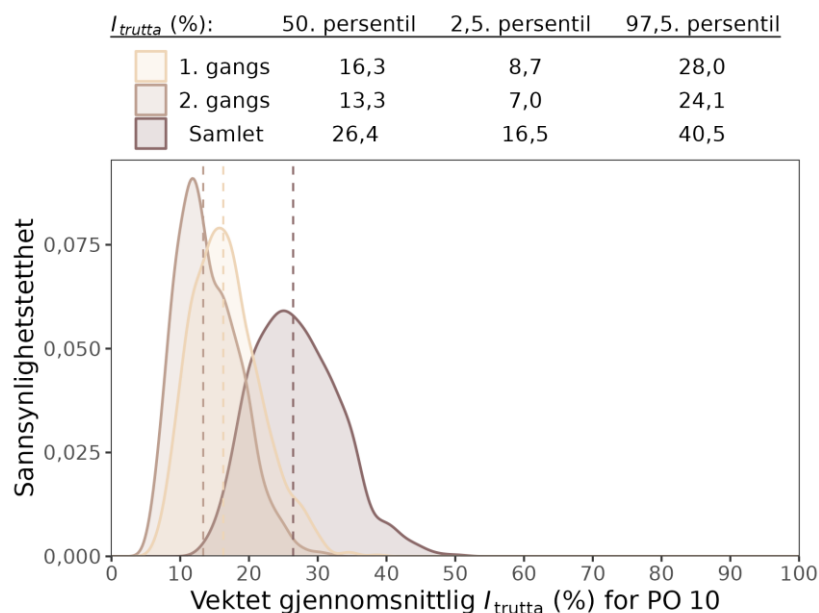
Medianen til usikkerhetsfordelingene av uvektet gjennomsnittlig I_{trutta} i PO 10 angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet (**Figur 8.10.2**). Uvektet I_{trutta} for PO 10 var 27,6 % for førstegangsvandrende i 2024, 26,0 % for andregangsvandrende i 2025 og 45,7 % samlet for 2024 smoltkohorten.



Figur 8.10.2. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 10 for førstegangsvandrerere i 2024 (1. gangs), for andregangsvandrerere i 2025 (2. gangs) og samlet for 2024 smoltkohorten (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen).

8.10.2 Vektete indikatorverdier

Medianen til usikkerhetsfordelingene av vektet gjennomsnittlig I_{trutta} i PO 10 angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet (**Figur 8.10.3**). Vektet I_{trutta} for PO 10 var 16,3 % for førstegangsvandrerere i 2024, 13,3 % for andregangsvandrerere i 2025 og 26,4 % samlet for 2024 smoltkohorten.

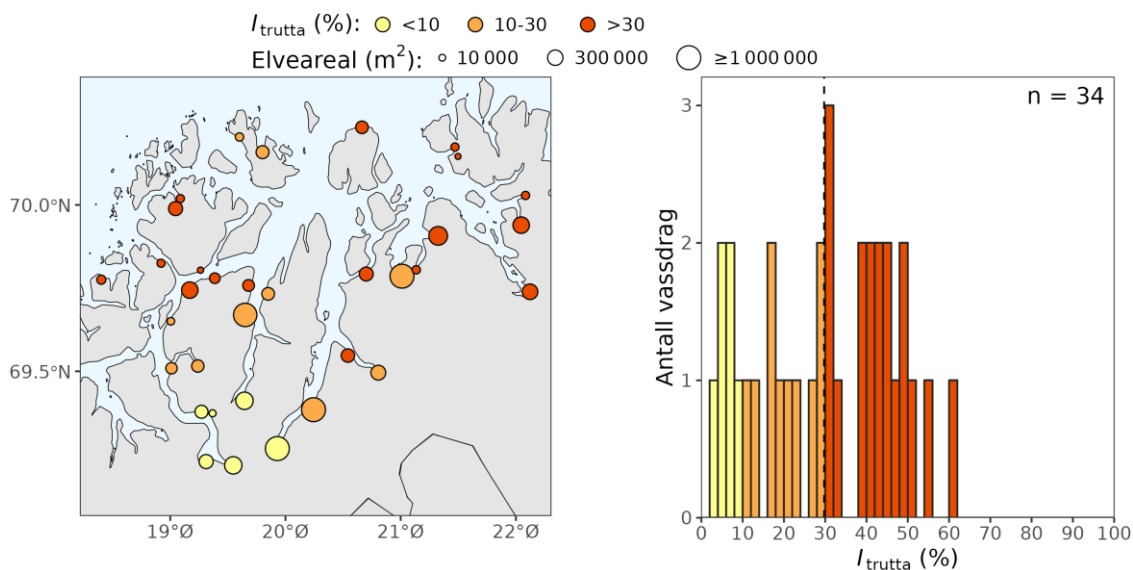


Figur 8.10.3. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 10 for førstegangsvandrerere i 2024 (1. gangs), for andregangsvandrerere i 2025 (2. gangs) og samlet for 2024 smoltkohorten (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen).

8.11 Produksjonsområde 11: Kvaløya til Loppa

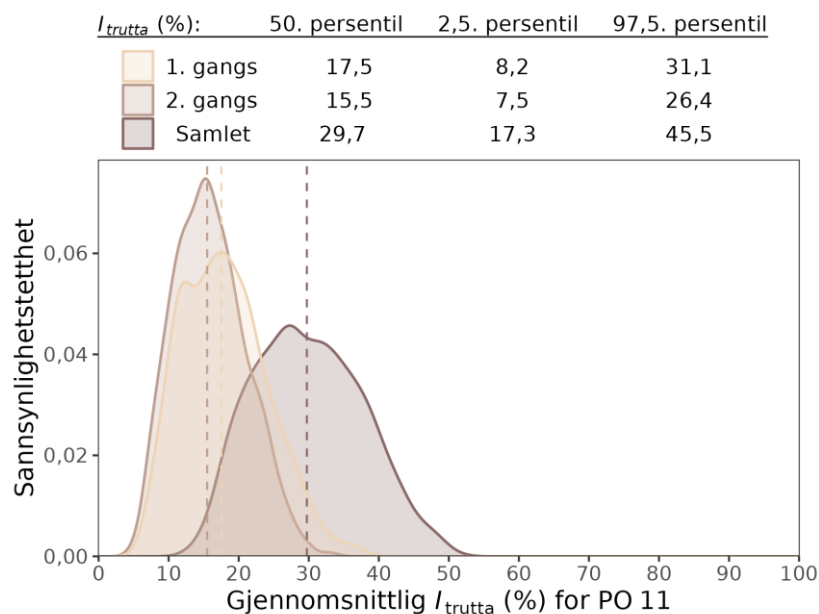
8.11.1 Uvektede indikatorverdier

Om man slår sammen påvirkningen for førstegangsvandrere i 2024 med andregangsvandrere i 2025, får man den samlede påvirkningen på 2024 smoltkohorten. **Figur 8.11.1** viser den geografiske fordelingen av vassdragene i PO 11 og fordelingen av lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene for 2024 smoltkohorten.



Figur 8.11.1. Geografisk plassering av vassdragene i PO 11, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} for 2024 kohorten faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m² eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet).

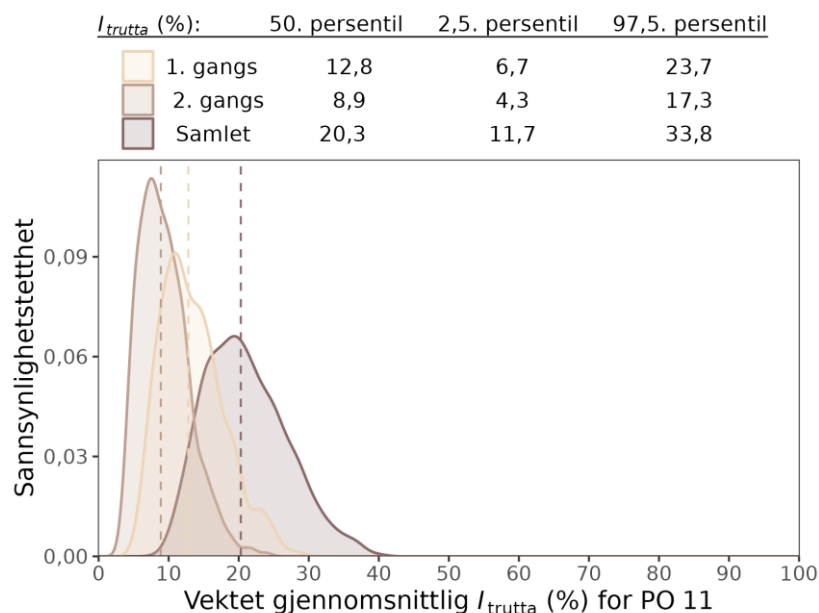
Medianen til usikkerhetsfordelingene av uvektet gjennomsnittlig I_{trutta} i PO 11 angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet (**Figur 8.11.2**). Uvektet I_{trutta} for PO 11 var 17,5 % for førstegangsvandrende i 2024, 15,5 % for andregangsvandrende i 2025 og 29,7 % samlet for 2024 smoltkohorten.



Figur 8.11.2. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 11 for førstegangsvandrerere i 2024 (1. gangs), for andregangsvandrerere i 2025 (2. gangs) og samlet for 2024 smoltkohorten (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen).

8.11.2 Vektete indikatorverdier

Medianen til usikkerhetsfordelingene av vektet gjennomsnittlig I_{trutta} i PO 11 angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet (**Figur 8.11.3**). Vektet I_{trutta} for PO 11 var 12,8 % for førstegangsvandrerere i 2024, 8,9 % for andregangsvandrerere i 2025 og 20,3 % samlet for 2024 smoltkohorten.

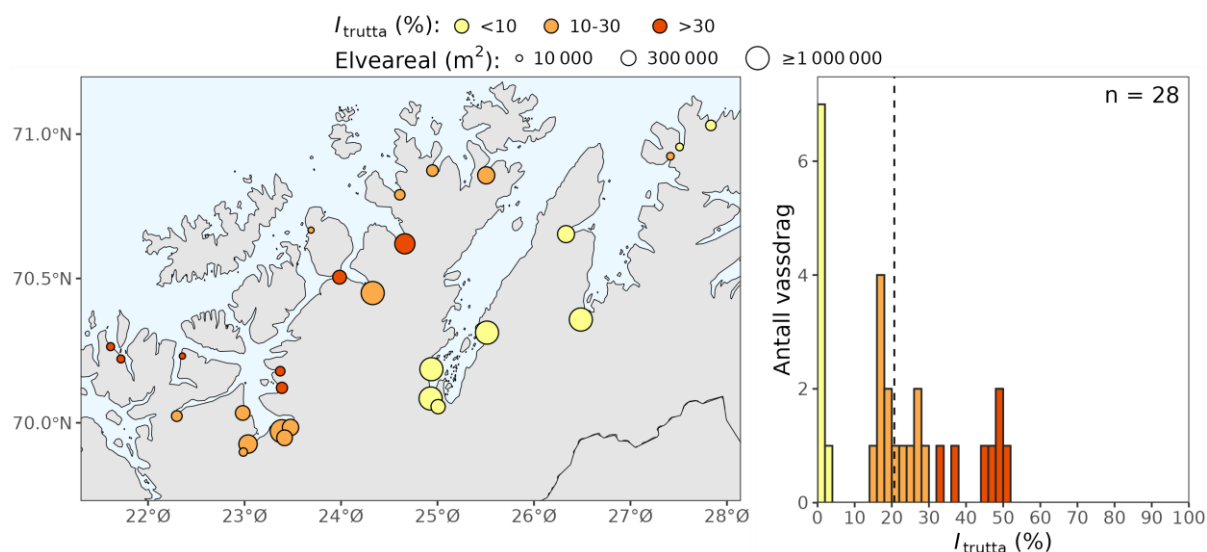


Figur 8.11.3. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 11 for førstegangsvandrerere i 2024 (1. gangs), for andregangsvandrerere i 2025 (2. gangs) og samlet for 2024 smoltkohorten (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen).

8.12 Produksjonsområde 12: Vest-Finnmark

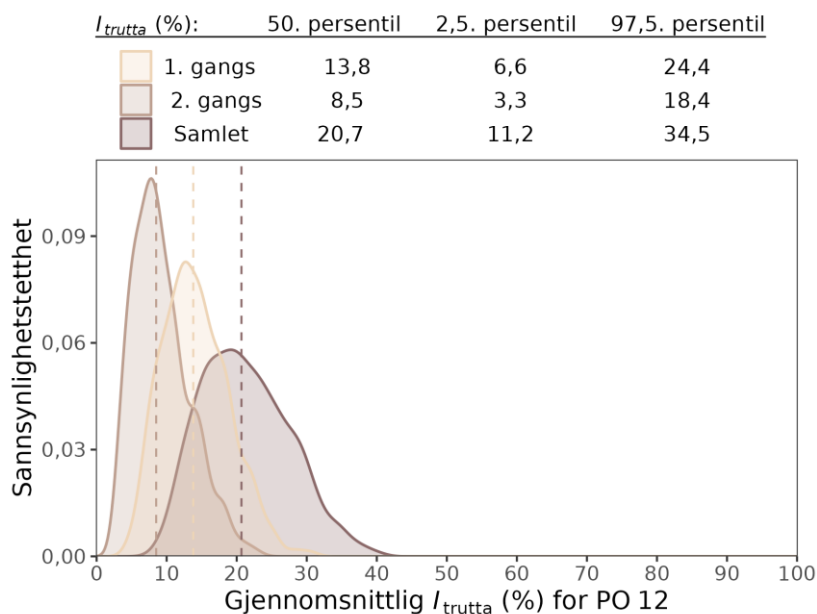
8.12.1 Uvektede indikatorverdier

Om man slår sammen påvirkningen for førstegangsvandrere i 2024 med andregangsvandrere i 2025, får man den samlede påvirkningen på 2024 smoltkohorten. **Figur 8.12.1** viser den geografiske fordelingen av vassdragene i PO 12 og fordelingen av lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene for 2024 smoltkohorten.



Figur 8.12.1. Geografisk plassering av vassdragene i PO 12, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} for 2024 kohorten faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m² eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet).

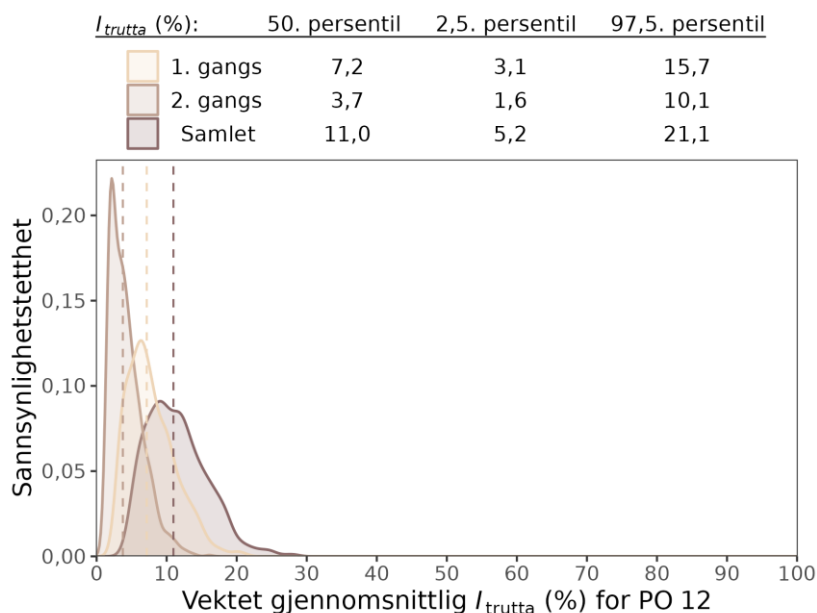
Medianen til usikkerhetsfordelingene av uvektet gjennomsnittlig I_{trutta} i PO 12 angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet (**Figur 8.12.2**). Uvektet I_{trutta} for PO 12 var 13,8 % for førstegangsvandrende i 2024, 8,5 % for andregangsvandrende i 2025 og 20,7 % samlet for 2024 smoltkohorten.



Figur 8.12.2. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 12 for førstegangsvandrere i 2024 (1. gangs), for andregangsvandrere i 2025 (2. gangs) og samlet for 2024 smoltkohorten (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen).

8.12.2 Vektete indikatorverdier

Medianen til usikkerhetsfordelingene av vektet gjennomsnittlig I_{trutta} i PO 12 angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet (**Figur 8.12.3**). Vektet I_{trutta} for PO 12 var 7,2 % for førstegangsvandrende i 2024, 3,7 % for andregangsvandrende i 2025 og 11,0 % samlet for 2024 smoltkohorten.

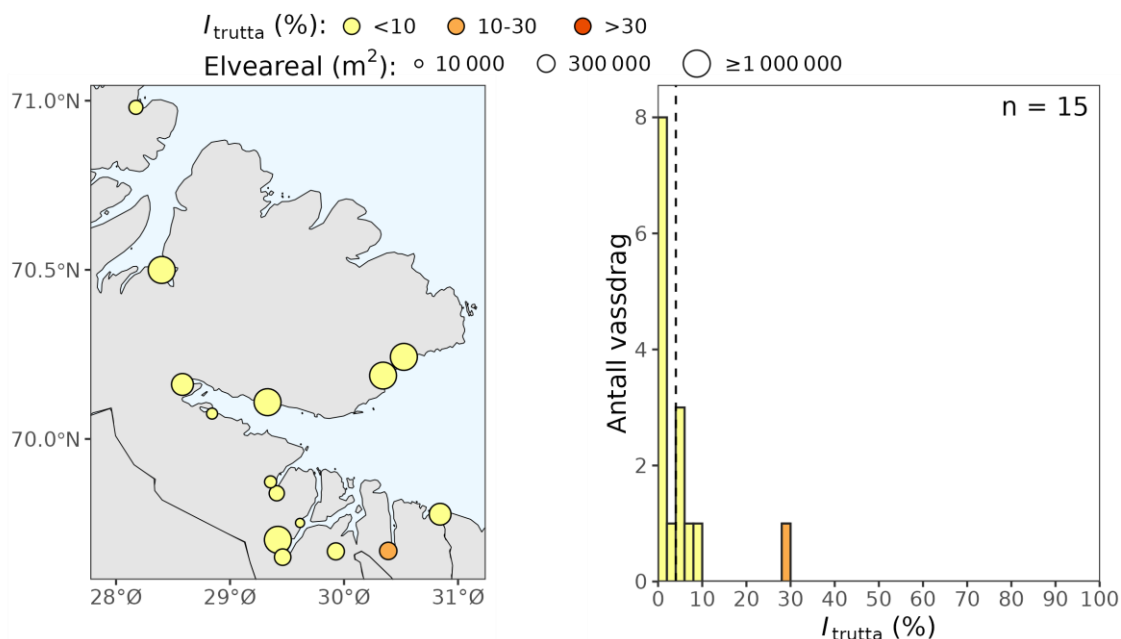


Figur 8.12.3. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 12 for førstegangsvandrere i 2024 (1. gangs), for andregangsvandrere i 2025 (2. gangs) og samlet for 2024 smoltkohorten (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen).

8.13 Produksjonsområde 13: Øst-Finnmark

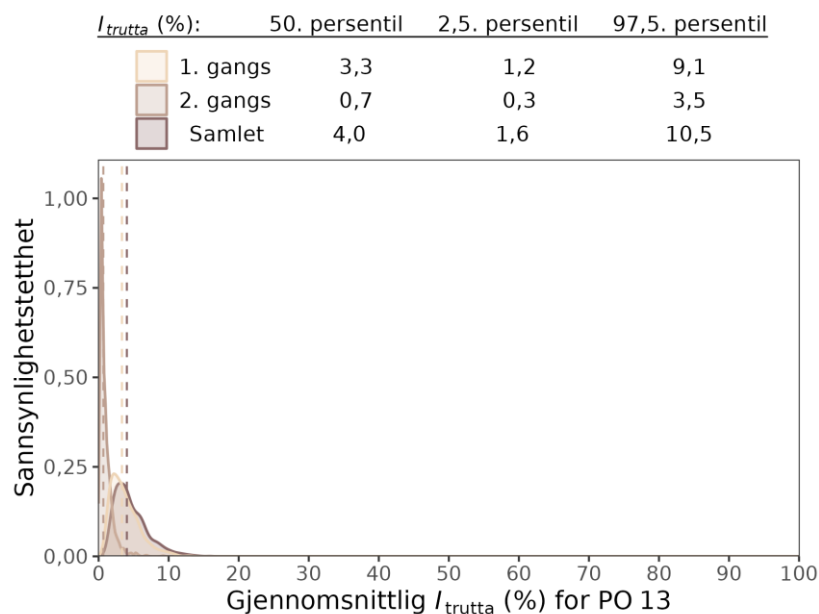
8.13.1 Uvektede indikatorverdier

Om man slår sammen påvirkningen for førstegangsvandrere i 2024 med andregangsvandrere i 2025, får man den samlede påvirkningen på 2024 smoltkohorten. **Figur 8.13.1** viser den geografiske fordelingen av vassdragene i PO 13 og fordelingen av lakselusindusert nedgang i fitness (I_{trutta}) for de ulike vassdragene for 2024 smoltkohorten.



Figur 8.13.1. Geografisk plassering av vassdragene i PO 13, hvor fargen på punktene indikerer hvilken kategori I_{trutta} for 2024 kohorten faller innenfor og størrelsen reflekterer det anadrome elvearealet (kontinuerlig skala der elver på 1 000 000 m² eller mer har lik punktstørrelse). Histogrammene viser fordelingen av indikatorverdier (I_{trutta}) for vassdragene i produksjonsområdet, hvor den stiplede linjen viser gjennomsnittlig I_{trutta} (uvektet).

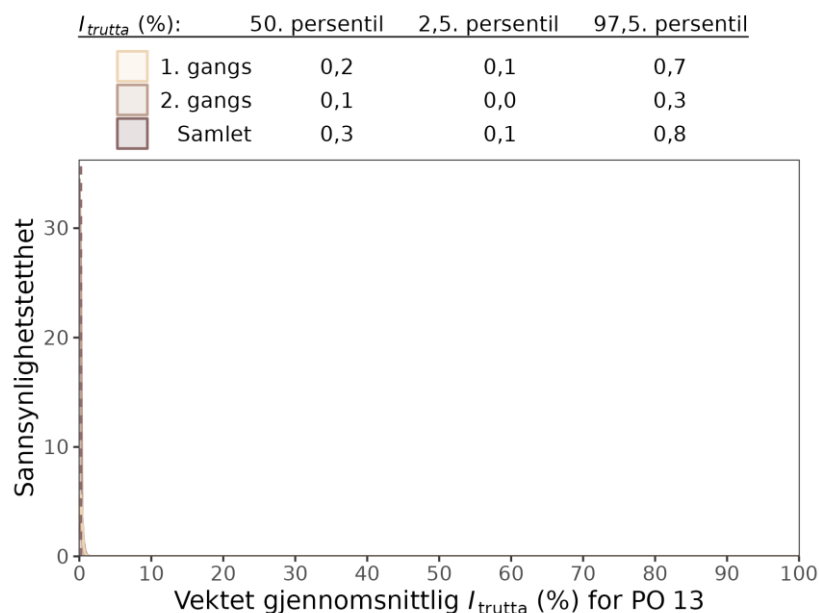
Medianen til usikkerhetsfordelingene av uvektet gjennomsnittlig I_{trutta} i PO 13 angir uvektet I_{trutta} for produksjonsområdet (**Figur 8.13.2**). Uvektet I_{trutta} for PO 13 var 3,3 % for førstegangsvandrende i 2024, 0,7 % for andregangsvandrende i 2025 og 4,0 % samlet for 2024 smoltkohorten.



Figur 8.13.2. Sannsynlighetsfordeling av uvektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 13 for førstegangsvandrere i 2024 (1. gangs), for andregangsvandrere i 2025 (2. gangs) og samlet for 2024 smoltkohorten (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen).

8.13.2 Vektete indikatorverdier

Medianen til usikkerhetsfordelingene av vektet gjennomsnittlig I_{trutta} i PO 13 angir vektet I_{trutta} for produksjonsområdet (**Figur 8.13.3**). Vektet I_{trutta} for PO 13 var 0,2 % for førstegangsvandrende i 2024, 0,1 % for andregangsvandrende i 2025 og 0,3 % samlet for 2024 smoltkohorten.



Figur 8.13.3. Sannsynlighetsfordeling av vektet indikatorverdi (I_{trutta}) for PO 13 for førstegangsvandrere i 2024 (1. gangs), for andregangsvandrere i 2025 (2. gangs) og samlet for 2024 smoltkohorten (samlet). Den stiplede linjen viser 50. persentil (medianen).

9 Modellsystem

Systemet av modeller som brukes til utregningen av indikatorverdiene for hvert vassdrag er i all hovedsak likt som det som ble brukt i Bolstad et al. (2025b). De største endringene i denne versjonen av modellsystemet er i utregningen av usikkerheten til indikatorverdiene og i estimeringen av påslagsrate. I utregningen av usikkerheten har vi inkludert årsvariasjon i parameter estimatene og vi antar at usikkerheten som følger av denne variasjonen er fullstendig korrelert mellom vassdrag. For estimatet av påslagsrate har vi inkludert syv år med NALO-data (2018-2024) sammenlignet med bare to år (2021 og 2024) i forrige versjon. Vi har også endret metode for estimering av påslagsrate. Tiden i sjøen hvor man antar at fisken fanget i NALO fikk på seg luselarvene er litt utvidet. I seg selv fører dette til litt lavere estimerer på påslagsrate. I tillegg estimerer vi nå påslagsraten separat for hvert år på hver NALO-stasjon og bruker estimatene med høy utvalgsstørrelse (100 fisk eller flere) for å lage en fordeling av realistiske påslagsrater. Vi tar hensyn til variasjonen i denne fordelingen når vi regner ut usikkerheten til indikatorverdiene. Endringen i metode har ført til at den gjennomsnittlige påslagsrateparameteren β er litt høyere i denne versjonen av modellen sammenlignet med Bolstad et al. (2025b) (gjennomsnitt på 6.2 vs. 6.0). Endringen i metode har også ført til at vi nå inkluderer flere kilder til usikkerhet i påslagsrateparameteren sammenlignet med Bolstad et al. (2025b), dette har ført til større konfidensintervaller på produksjonsområdenes indikatorverdier.

I tillegg har vi økt antall simuleringer fra 1500 simulerte førstegangsvandrere og like mange andregangsvandrere per vassdrag og år, til 10 000 simulerte førstegangsvandrere (1000 kjøring av modellen, med 10 fisk per kjøring) og like mange andregangsvandrere per vassdrag og år. Dette ble gjort for å få mer presise estimerer på indikatorverdiene og deres usikkerhet.

9.1 Oversikt over vassdragene som blir vurdert

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning (VRL) har klassifisert tilstanden til norsk sjørret i 1279 vassdrag (VRL 2022). Disse vassdragene danner utgangspunktet for vårt utvalg av sjørretbestander i de 13 produksjonsområdene for vurdering av lakselusas påvirkning til bruk i Trafikklyssystemet. Av de 1279 vassdragene er det 1080 som trolig har hatt en naturlig bestand og resten er ansett som forekomster. Av de 1080 som er klassifisert som «bestand» av VRL, har 18 gått tapt og 34 endret status til forekomst eller liten forekomst. Det er de 1028 resterende vassdragene som i dag er bestander, som er inkludert i vurderingene. For hver av disse vassdragene bruker vi informasjon om posisjon, anadromt innsjøareal og anadromt elveareal i modellene.

9.2 Romlig fordeling av luselarver i sjøen

For å kunne regne ut hvor lakseluslarvene befinner seg til enhver tid, har Havforskningsinstituttet (HI) utviklet et modellsystem som beregner hvordan lakselus fordeles i vannmassene basert på vannstrømmene. Den hydrodynamiske modellen, Norkyst, som beregner strøm, saltholdighet og temperatur er konfigurert for norskekysten i et samarbeid mellom HI og Meteorologisk Institutt, og baserer seg på havmodellen ROMS (Regional Ocean Modeling System, Shchepetkin & McWilliams 2005) som er en amerikanskutviklet havmodell med

åpen kildekode. Norkyst er kvalitetssikret og validert mot oseanografiske måledata (Asplin et al. 2020). Spredning av lakselus med strømmene simuleres med en partikkelspredningsmodell (LADIM; <https://github.com/bjornaa/ladim>) og en individbasert modul for lakselus (https://github.com/pnsaevik/ladim_plugins), som er utviklet ved HI. Et tidagers gjennomsnitt av lakselusfordeling langs Norskekysten publiseres ukentlig på www.lakselus.no.

I partikkelspredningsmodellen brukes rapporterte data om antall lus, antall fisk og sjøtemperatur fra alle rapporteringspliktige oppdrettsanlegg til å beregne utslipp (antall) av nyklekte larver fra oppdrettsanleggene (Stien et al. 2005). Disse larvene driver rundt med havstrømmene og opplever temperatur, saltholdighet og strøm fra den hydrodynamiske modellen i den posisjonen de befinner seg. Basert på tilgjengelig kunnskap om lakselusas utvikling, atferd og dødelighet blir det beregnet hvordan lakseluslarvene spres med strømmen, først som ikke-smittsomme nauplier og videre som smittsomme kopepoditter (Samsing et al. 2016, Myksvoll et al. 2018, Sandvik et al. 2020). Lakseluslarvene unnviker vann med lavt saltinnhold (Crosbie et al. 2019), og infektiviteten er temperaturavhengig (Skern-Mauritzen et al. 2020), og dette er inkludert i modellen. Sluttproduktet fra modellen er fordelingen av smittsomme kopepoditter i fjordene og langs hele kysten time for time, noe som gir en god og detaljert oversikt over hvilke områder som til enhver tid har mye eller lite lakseluslarver. I vurderingene av påvirkning på vill laksefisk har vi bare tatt med smittsomme kopepoditter som befant seg i de to øverste meterne av vannsøylen. Kartene viser stor romlig variasjon av lus utover våren/sommeren i de fleste produksjonsområdene, med en tendens til oppsamling langs land, og i fronter og virvler. Hvor mye smitte villfiskene utsettes for, vil henge sammen med antall lakseluslarver i området.

Sjørretindikatoren bruker sluttproduktet fra lusespredningsmodellen som input i modelleringen. Oppløsningen er gjennomsnittlig lusekonsentrasjon per døgn i de to øverste meterne av vannsøylen i kvadratiske ruter på 0,64 km² (800 m × 800 m). Perioden vi inkluderer i indikatorberegningen er 1. mars til 30. september. Grunnen til at vi ikke vurderer lusepåvirkning lengre utover høsten er av praktiske hensyn for å ferdigstille denne rapporten i tide. Ut fra endringene i indikatorverdi gjennom sesongen ser vi at det hadde blitt lite tilleggspåvirkning om vi også hadde inkludert data på lus etter 30. september.

9.3 Romlig fordeling av sjørret i sjøen

Sjørreten oppholder seg stort sett i fjordene og kystnære strøk gjennom hele sin marine vandring, og de fleste holder seg stort sett innenfor 80 km fra vassdraget (Thorstad et al. 2016). Det blir imidlertid sporadisk registrert enkeltindivider som kan vandre betydelig lengre avstander (Birnie-Gauvin et al. 2019). Det er stor variasjon i vandringsatferd i sjøen både innad og mellom populasjoner, hvor noen fisk holder seg i nærheten av elvemunningen under hele sjøoppholdet, mens andre individer bruker mesteparten av tiden lengre unna i ytre fjord- eller kystområder (del Villar-Guerra et al. 2014, Hawley et al. 2024a, Lennox et al. 2024). Sjørret oppholder seg hovedsakelig nært land når de er i sjøen, men de kan også bruke åpne vannmasser, da særlig langtvandrende individer (Eldøy et al. 2015). Sjørret er regnet som opportunister som kan spise en rekke byttedyr, og vandringsatferden i sjøen påvirkes trolig av sesongvariasjoner i byttedyrene den jakter på og med sjørretens kroppsstørrelse (Knutson et al. 2001, Davidsen et al. 2023). Det meste vi har av kunnskap om romlig fordeling hos sjørret i sjøen kommer fra studier som har brukt akustisk telemetri som metode. En konsekvens av dette er at sporingsdataenes oppløsning og utbredelse

begrenses av nettverket av lyttebøyer som er satt ut. Langtvandrende individer vil derfor ofte kun registreres som “utenfor nettverket”, og maksimal vandringsatferd kan derfor underestimeres. Denne teknologien gir i de fleste tilfeller ganske grove data på vandringsavstanden til land og ulike habitattyper da rekkevidden til lyttebøyene kan være opptil flere hundre meter. Finstad et al. (2021) sin modell antok at postsmolt av sjørret var likt fordelt i et område innenfor 20 km fra elvemunningen i de øvre 2 m av vannsøylen. Dette er også antagelsen som Vitenskapelig råd for lakseforvaltning bruker i sin trusselvurdering av sjørreten (VRL 2025). For å forbedre denne vandringsmodellen har vi samlet sammen flere datasett på telemetri fra ulike norske institusjoner (**Tabell 9.3.1**) og gjort ulike analyser på disse. Vi delte dataene inn i tre størrelsesgrupper som grovt sett representerer førstegangs vandrere (< 18 cm), andregangs vandrere (18-27 cm) og eldre fisk (> 27 cm).

Tabell 9.3.1. Oversikt over data på akustisk telemetri.

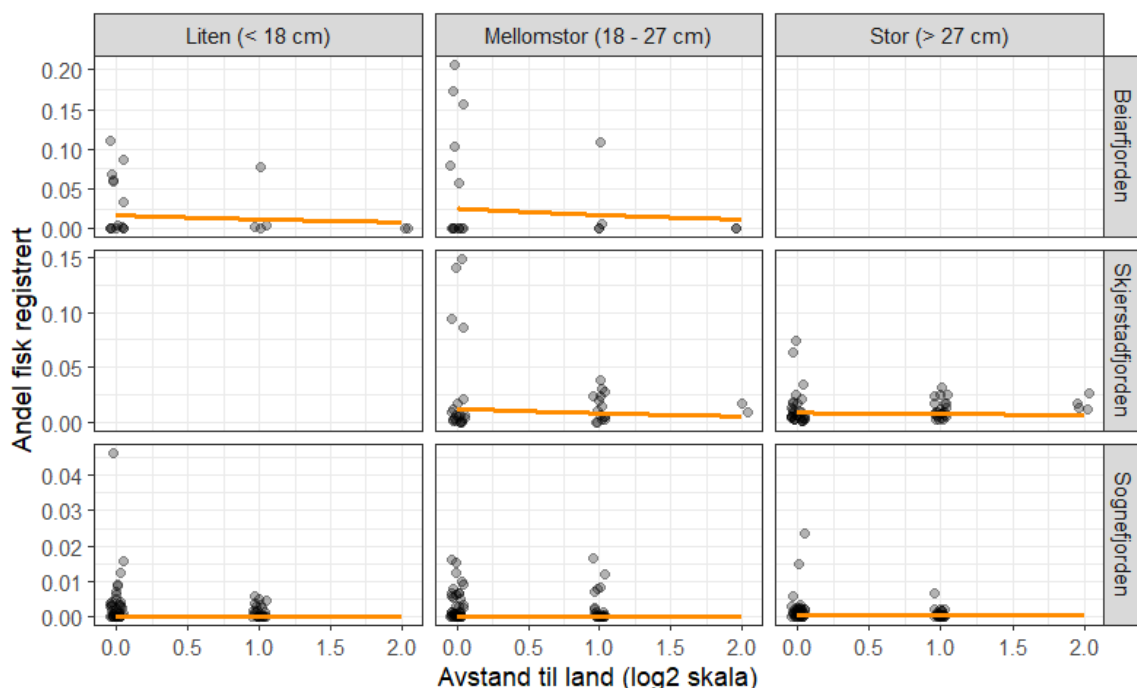
Fjordsystem	Vassdrag	Periode	Utvalgsstørrelse		
			< 18 cm	18 - 27 cm	> 27 cm
Skjerstadvfjorden ¹	Botnvassdraget	2016-2018	3	24	40
Skjerstadvfjorden ¹	Laksåga	2016-2018			19
Skjerstadvfjorden ¹	Lakselva	2016-2018			17
Skjerstadvfjorden ¹	Saltdalselva	2016-2018			62
Skjerstadvfjorden ¹	Valnesfjord	2016-2018			16
Beiarfjorden ¹	Beiarelva	2022-2024	66	64	2
Sognefjorden ²	Aurland	2012-2016	13	25	51
Sognefjorden ²	Fortun	2012-2016	20	13	47
Sognefjorden ²	Lærdal	2012-2016	5	13	82
Sognefjorden ²	Mørkrid	2012-2016	5	7	
Sognefjorden ²	Årdal	2012-2016	20	11	58

¹ Data fra NTNU vitenskapsmuseet. Tidligere brukt i Davidsen et al. (2019, 2025).

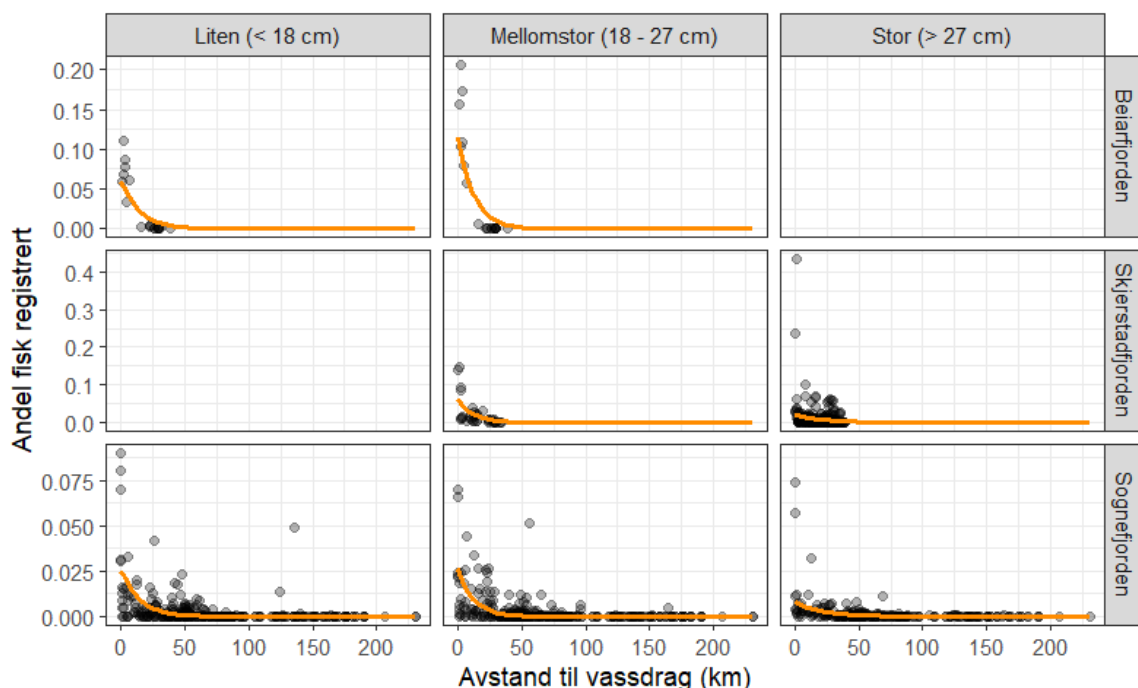
² Data fra Aqualife R&D m. fl. Tidligere brukt i Kristensen et al. (2011), Urke et al. (2010), Hawley (2024), Hawley et al. (2024a,b).

9.3.1 Analyse 1: Rutenivå

I den første analysen tok vi utgangspunkt i 800x800-meter rutene i HI sin modell for luse-spredning som hadde en eller flere lyttebøyer, og om fisken var registrert eller ikke i en eller flere av disse rutene en gitt dag. Analysen hadde andelen av fiskene som er registrert i en rute per dag som funksjon av avstand til land (**Figur 9.3.1.1**), avstand til vassdrag (**Figur 9.3.1.2**) og inverst antall lyttestasjoner i hver rute. Inverst antall lyttestasjoner er inkludert for å kontrollere for registreringssannsynlighet. I denne analysen tok vi ikke med liten fisk (< 18 cm) i Skjerstadvfjorden og stor fisk (> 27 cm) i Beiarfjorden på grunn av lav utvalgsstørrelse (Tabell V1). En logistisk regresjon med antall registreringer av totalt antall mulige per rute som respons variabel, estimerte at oddsen for at en liten fisk oppholder seg i en rute minker med 30,2 % når avstanden til land fordobles, for mellomstor fisk minker dette med 32,3 % og for stor fisk med 11,3 % (regresjonslinjer i **Figur 9.3.1.1**). Den samme modellen estimerte at oddsen for at en liten fisk oppholder seg i en rute minker med 6,8 % når avstanden til vassdraget øker med 1 km, for mellomstor fisk minker dette med 8,3 % og for stor fisk med 4,5 % (regresjonslinjer i **Figur 9.3.1.2**). Registreringssannsynligheten i denne modellen ble mindre med inverst antall lyttestasjoner (stigningstall = -1,39+/-0,02), som tilsier at en rute med en enkelt lyttestasjon hadde 75 % mindre odds for å registrere en fisk sammenlignet med en rute med 100 % registreringssannsynlighet.



Figur 9.3.1.1. Gjennomsnittlig daglig andel av den merkede fisken som ble registrert i hver av de overvåkede 800x800-meter rutene mot rutens avstand til land. Avstanden er på $\log_2$ -skala, hvor en økning på 1 gir en dobling av avstanden til land. Det er tatt hensyn til tidsperioden hver ulik fisk var i sjøen. Regresjonslinjene viser den gjennomsnittlige endringen i andel fisk innenfor hver størrelseskategori etter at avstand til vassdrag og antall lyttestasjoner i ruten er hensyntatt. Stigningstallet ($\pm$ SE) til regresjonslinjene på log-odds-skala er $-0,36 \pm 0,04$ for liten fisk, $-0,39 \pm 0,03$ for mellomstor fisk, og $-0,12 \pm 0,02$ for stor fisk. Alle regresjonslinjene vist i figuren har ulikt skjæringspunkt. Modellen som ble brukt for å estimere regresjonslinjene var en binomisk regresjonsmodell hvor «suksess» i responsvariabelen var antall fisk registrert i en rute en gitt dag og «ikke-suksess» var antall fisk i sjøen som ikke ble registrert i ruten. Forklaringsvariablene var en kategorisk variabel som inkluderte alle kombinasjoner av fiskestørrelseskategori og fjordsystem, rutenes distanse til land på $\log_2$ skala som kontinuerlig variabel med interaksjon med fiskestørrelseskategori (altså et estimert stigningstall per fiskestørrelseskategori), rutenes distanse til land (km) som kontinuerlig variabel med interaksjon med fiskestørrelseskategori, og inverst antall lyttebøyer i hver rute som kontinuerlig variabel. Det er lagt til litt støy til rutenes avstand til land for at datapunktene skal vise bedre.



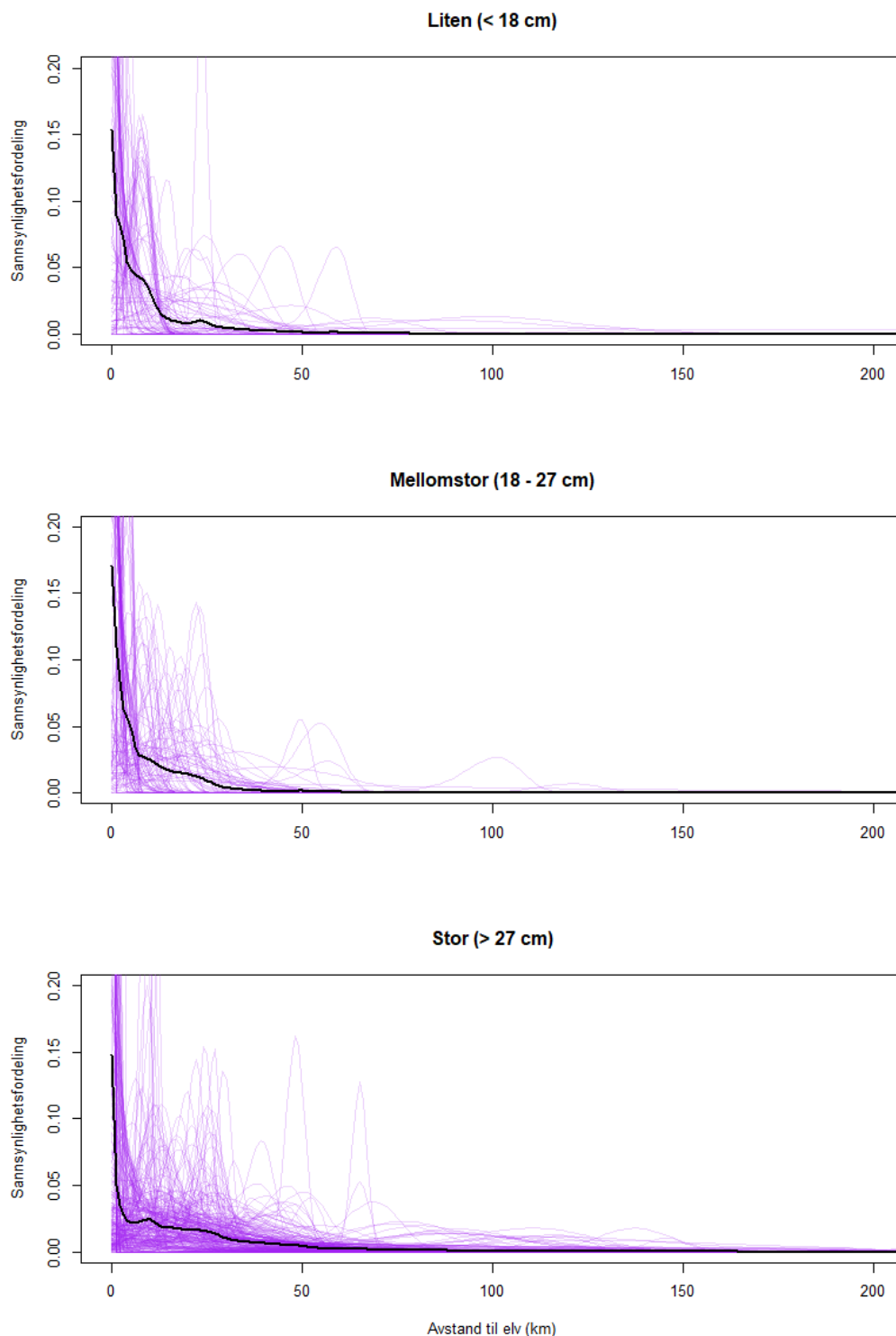
Figur 9.3.1.2. Gjennomsnittlig daglig andel av den merkede fisken i sjøen som ble registrert i hver av de overvåkede 800x800-meter rutene mot rutens avstand til vassdraget. Regresjonslinjene viser den gjennomsnittlige endringen i andel fisk innenfor hver størrelseskategori etter at avstand til land og antall lyttestasjoner i ruten er hensyntatt. Stigningstallet ($\pm$ SE) til regresjonslinjene på log-odds-skala er $-0,070 \pm 0,001$ for liten fisk, $-0,087 \pm 0,001$ for mellomstor fisk, og $-0,046 \pm 0,001$ for stor fisk. Alle regresjonslinjene vist i figuren har ulikt skjæringspunkt. Samme modell som den beskrevet i figurteksten til Figur V1 ble brukt til å estimere regresjonslinjene.

9.3.2 Analyse 2: Individnivå GAM

For å inkludere individvariasjon tilpasset vi en logistisk GAM (generalisert additiv modell) til dataene for hvert enkelt individ (**Figur 9.3.2.1**). Denne modellen hadde antall daglige registreringer av totalt antall mulige (totalt antall dager fisken var i sjøen) per rute som respons variabel og avstand til vassdrag som «utglattingsfunksjon» («thin plate regression spline»), mens avstand til land og antall bøyer ble kontrollert for ved å inkludere resultatene fra modellen over som «offset» variabler. Siden effekten av avstand til land var veldig lik for liten og mellomstor fisk, brukte vi gjennomsnittet for disse to størrelsesgruppene. Analysen antar at sannsynligheten for at en fisk blir registrert i en rute, gitt at den er til stede, er lik for alle ruter i analysen etter at vi har kontrollert for antall lyttestasjoner. Dette er ikke riktig siden rekkevidden til lyttestasjoner varierer betydelig mellom lokaliteter og over tid, avhengig av vær og vind (bølger, og luftbobler og partikler i vannet), temperatur- og saltholdighetssjikt, støy fra for eksempel båttrafikk, og andre forhold (Thorstad et al. 2000, Lembo et al. 2002, Gjelland og Hedger 2013, Kessel et al. 2014). I tillegg vil området nært elvemunningen være bedre dekket med bøyer enn områder lenger fra elvemunningen. Dette kan føre til at en fisk bare blir registrert når den er nær elvemunningen, selv om den har vandret over lengre avstand. Analysen overestimerer trolig derfor oppholdstid nært vassdrag.

Analysen på individnivå viser at det er svært få små og mellomstore fisk som oppholder seg i ruter mer enn 50 km fra elvemunningen, og sannsynligheten for at en slik fisk oppholder seg i ruter mer enn 150 km er neglisjerbar. For store fisk er det flere som oppholder seg i ruter langt fra vassdraget, men også her er tidsbruken i områdene nærmere enn 50 km sterkt

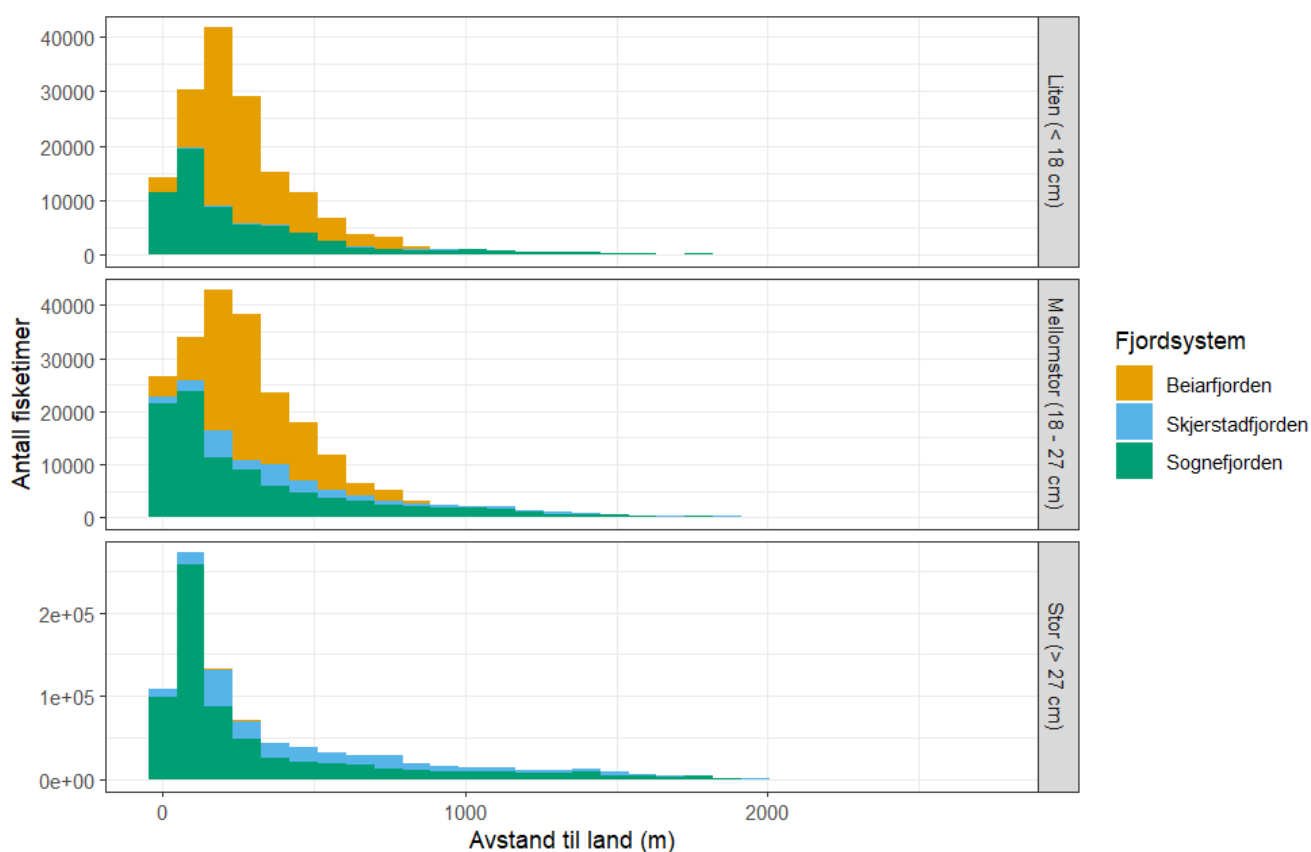
dominerende. Dette er i godt samsvar med resultatene fra analysen på rutenivå (**Figur 9.3.1.2**).



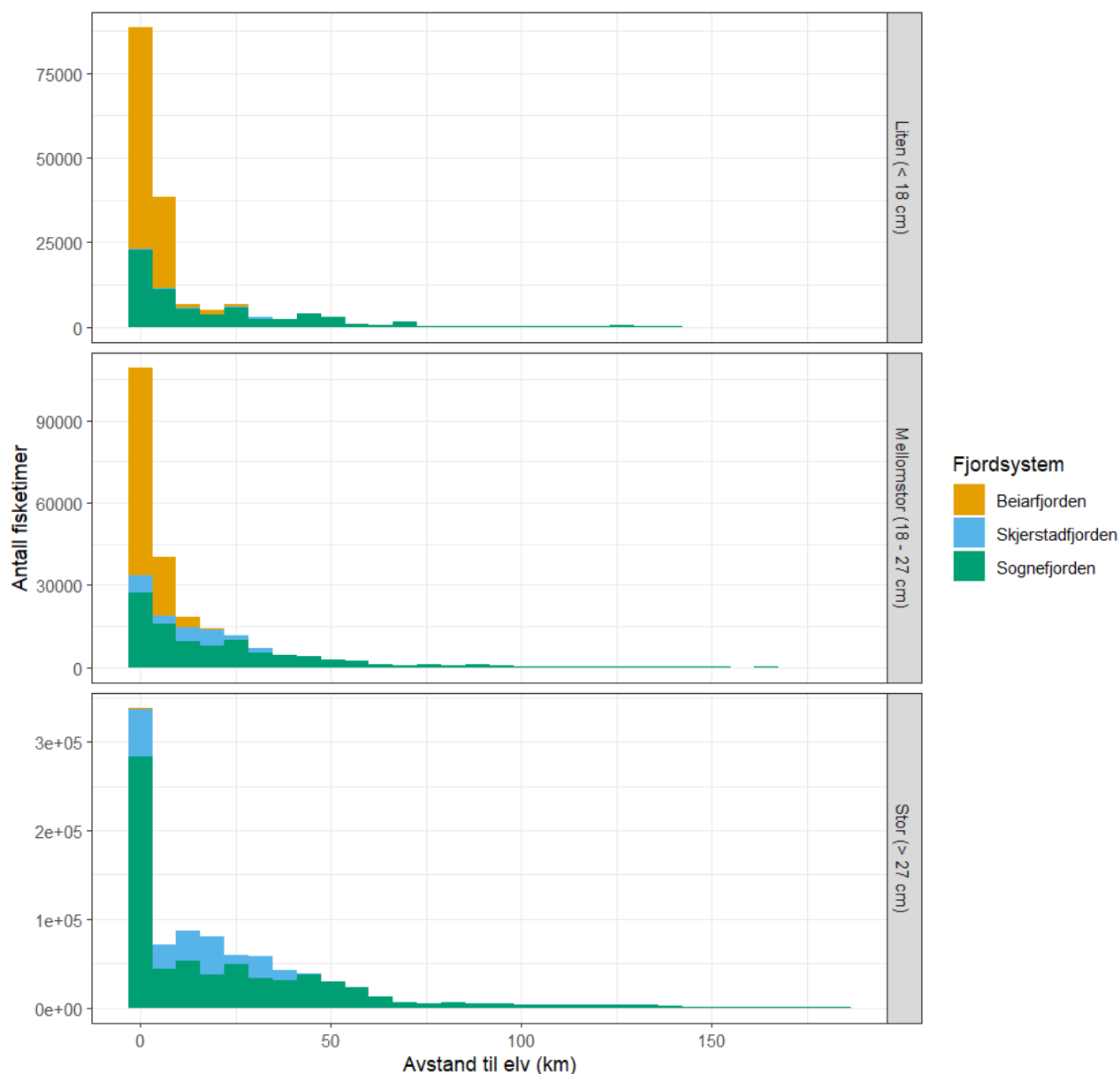
Figur 9.3.2.1. Individuelle fisk sine sannsynlighetsfordelinger for å befinne seg i 800x800-meter ruter med ulik avstand til vassdrag. Y-aksen er trunkert på 0,20 for å bedre vise variasjonen. Den sorte linjen viser gjennomsnittet. Analysene antar at log-odds endrer seg med -1,39 med inverst antall lyttestasjoner i ruta og med -0,375 når avstanden til land dobler seg for liten og mellomstor fisk og med -0,12 når avstanden til land dobler seg for stor fisk. Fisk med færre enn 10 observasjoner på dagsposisjon ble utelatt fra analysen. Se tekst for forklaring på modellene som ble brukt for å estimere hver av de individuelle sannsynlighetsfordelingene (lilla linjer).

9.3.3 Analyse 3: Individnivå interpolering

En alternativ metode for å inkludere individvariasjon er å basere analysene på interpolerte data. Her antar man at fisken svømmer kortest mulig vei (i sjø) mellom to registreringer på lyttebøyene. Vi interpolerte posisjonen til hver fisk i datasettene for hver time. Denne metoden viser også at fisken holder seg nært land, som regel under 500 m (**Figur 9.3.3.1**) og i relativt korte avstander fra elv (**Figur 9.3.3.2**).

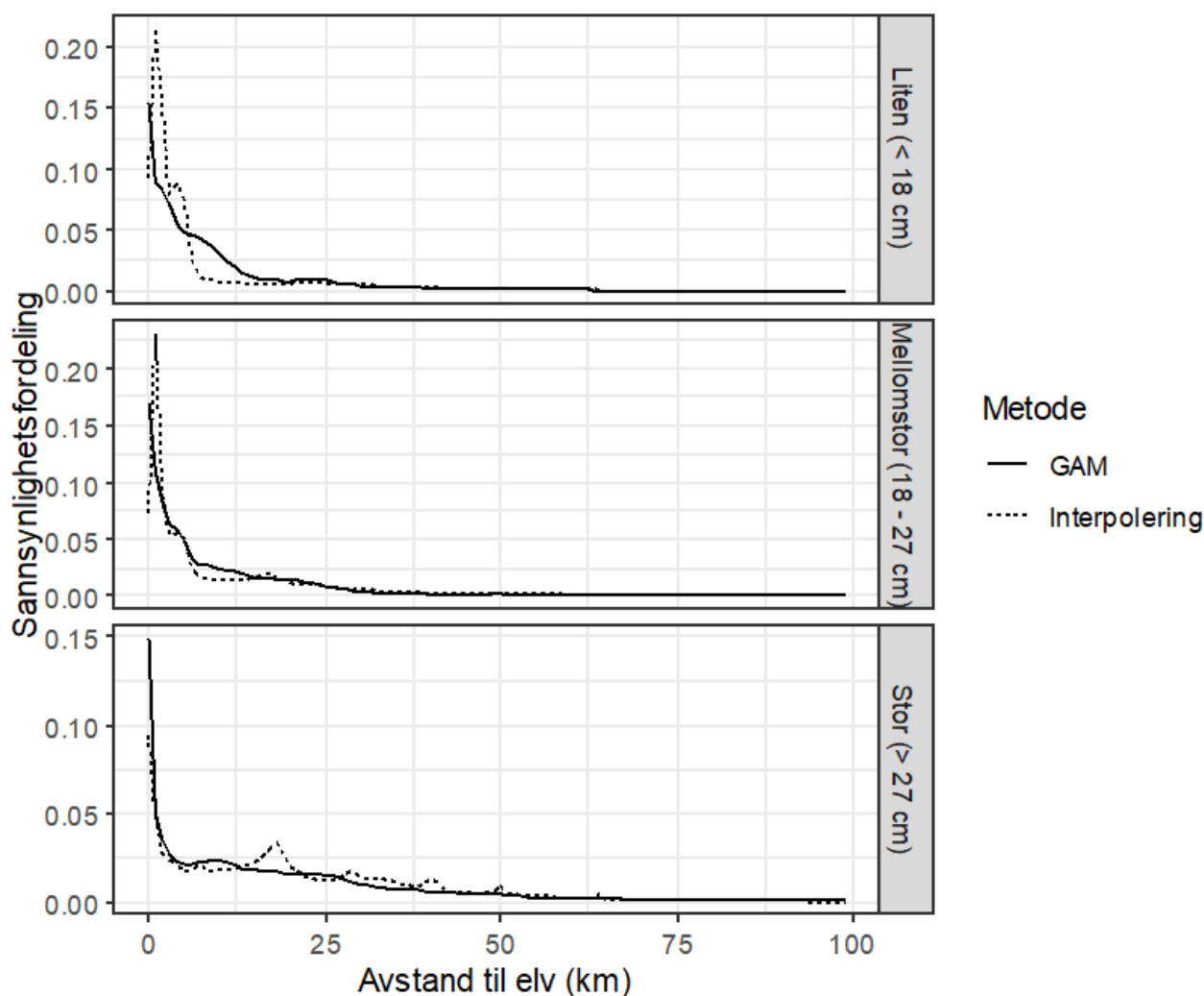


Figur 9.3.3.1. Antall timer i sjøen for alle fiskene i datasettet i forhold til avstand til land. Basert på interpolerte data. Fisk som var mindre enn en uke i sjøen er utelatt.



Figur 9.3.3.2. Antall timer i sjøen for alle fiskene i datasettet i forhold til avstand til elv. Basert på interpolerte data. Fisk som var mindre enn en uke i sjøen er utelatt.

For å inkludere individvariasjon i analysene av interpoleringsdata, brukte vi «kernel density estimation» på hvert individs timefordeling i forhold til avstand til elvemunningen. Interpoleringsmetoden er også forventet å overestimere oppholdstid nært vassdrag, av de samme grunnene som metoden basert på logistisk GAM. En sammenligning av interpoleringsmetoden og GAM metoden (**Figur 9.3.3.3**) viser at metodene er i god overenstemmelse, men at metoden basert på logistisk GAM estimerer at fisken i størrelseskategorien liten og mellomstor oppholder seg litt lengre fra elvene i gjennomsnitt sammenlignet med metoden basert på interpolering.



Figur 9.3.3.3. Sammenligning av metode basert på GAM og interpolering for ulike størrelseskategorier av fisk. Linjene viser sannsynlighet basert på gjennomsnittet av fiskene. For å regne ut individuelle sannsynlighetsfordelinger fra interpoleringsdataene brukte vi «kernel density estimation» (funksjonen density i R versjon 4.4.0, med argumenter kernel = «gaussian» og adjust = 4).

9.3.4 Implementering

Sjørretindikatoren bruker individfordelingene fra GAM-metoden inkludert den negative effekten av avstand til land på sannsynlighet for at en fisk befinner seg i en rute i modelleringen. For hver modellert sjørret trekker vi en individfordeling (med tilbakelegging) fra alle de estimerte individfordelingen til størrelsesgruppen som fisken tilhører. Denne sannsynlighetsfordelingen, inkludert endringen i sannsynlighet med avstand til land, blir brukt til å regne ut sannsynligheten for at en fisk oppholder seg i hver 800x800-meter rute som omgir elven (opp til en radius på 150 km fra elvemunningen). Dette gir et tall per 800x800-meter rute som summerer til 1 over alle rutene, og som representerer den romlige fordelingen en fisk har under hele sjøvandringen. I modellen oppholder ikke en fisk seg i en enkelt rute, i stedet regner vi et gjennomsnitt over alle rutene den kan oppholde seg i (vektet på sannsynligheten

til den enkelte rute). Slik sett representerer fisken mange fisk med lignende vandringsadferd. Grunnen til at vi gjør modelleringen på denne måten er at vi slipper unna med å modellere færre fisk, og dermed sparer maskinkraft, men får det samme resultatet.

I sensitivitetsanalysene presenterer vi også indikatorverdier der modelleringen er basert på interpolering (Analyse 3) og under antagelsen om at fisken oppholder seg med lik sannsynlighet i alle 800x800-meter ruter i sjøen innenfor en radius på 10 km, 20 km eller 30 km fra elvemunningen.

9.4 Tidspunkt for utvandring

Data om utvandringstid hos sjørørret er basert på fangster av nedvandrende fisk i feller som dekker hele eller mindre deler av elvetverrsnittet, eller overvåking av ut- og oppvandrende fisk i hele eller deler av elvetverrsnitt med video. I de siste årene er det samlet inn data på utvandring av sjørørret i vassdrag der det gjøres bestandsovervåking av sjøoverlevelse med PIT-merking av smolt eller presmolt (Haraldstad et al. 2017, 2022, 2024, Paterson et al. 2021). I tillegg er det gjennomført studier av vandringsatferd, både utvandring og fjordvandring, hos både smolt og større sjørørret med akustisk telemetri i en del vassdrag og fjorder (Bremset et al. 2017, Eldøy et al. 2019, 2021, Serra-Llinares et al. 2020, Hawley et al. 2024, Lennox et al. 2024).

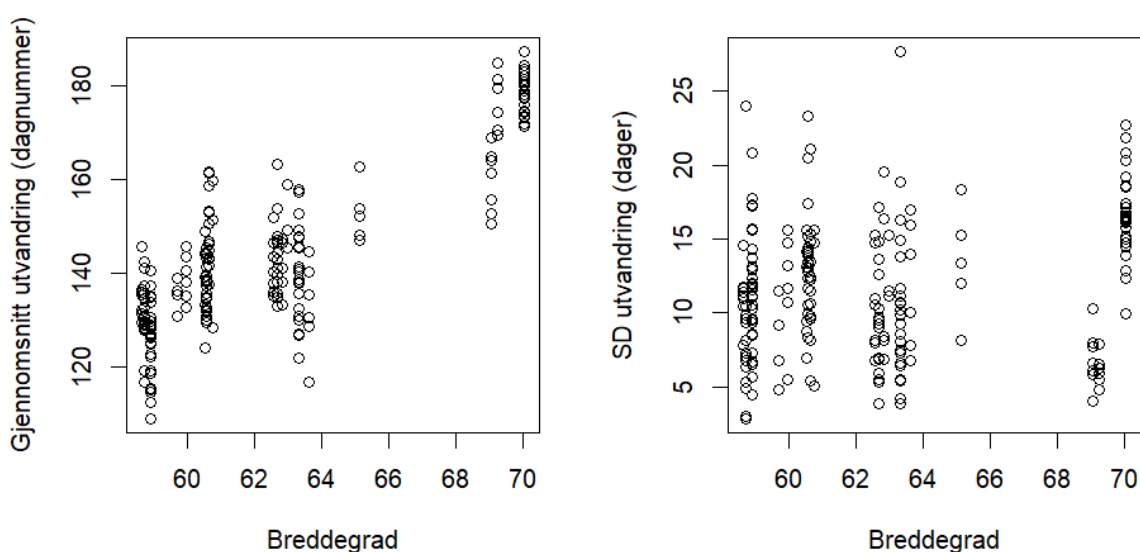
9.4.1 Førstegangsvandrere

Vi har tatt utgangspunkt i en rekke datasett med utvandringstidspunkt for (antatt) førstegangsvandrende sjørørret (**Tabell 9.4.1.1**). I datasettene er antagelsen om at en fisk er førstegangsvandrende i stor grad basert på størrelse og i noen grad på andre morfologiske karakteristikk. Unntakene er Halselva og Imsa der vi har kontroll på opp- og nedvandring av all fisk og derfor vet om en fisk har passert fella på et tidligere tidspunkt.

For hvert år i hvert vassdrag estimerte vi gjennomsnitt og individvariasjon i utvandringstid (**Figur 9.4.1.1**), hvor individvariasjonen er estimert som en varians på log skala. Dette ble gjort ved å tilpasse en trunkert normalfordeling til dataene, hvor tilpasningen var basert på «maximum likelihood». Trunkeringen var basert på perioden til overvåkingen, som gir første og siste mulige observasjonspunkt. Usikkerheten i estimatene for gjennomsnitt og log varians ble estimert som standardfeil basert på den inverse Hessematrixa til den estimerte likelihood-funksjonen.

Tabell 9.4.1.1. Oversikt over data på førstegangsvandrende sjøørret.

PO	V. nr.	Vassdrag	Periode	Antall år	Antall fisk	Datatype
1	018.62AZ	Østeråbekken ¹	2016-2023	8	496	PIT/elfiske
1	018.Z	Vegårvassdraget ¹	2005-2024	17	7310	PIT/Smoltskrue
2	029.2Z	Imsa ²	1988-2019	31	1466	Wolf-felle
3	041Z	Etne ³	2018-2021	4	85	PIT/ruse
3	045.32Z	Guddalselva ³	2007-2016	6	77	Wolf-felle
3	052.1Z	Granvinsvassdraget ⁴	2017-2022	6	2559	Video
4	061.Z	Daelva ¹	2004-2024	21	57432	Wolf-felle
4	062.Z	Vosso ¹	2002-2024	14	2502	Smoltskrue
4	063.Z	Ekso ¹	2006-2008	3	1397	Ruse
5	102.2Z	Vatne ²	2016-2023	7	798	PIT/ruse
5	104.Z	Eira ²	2001-2016	16	2018	Felle m fangstkammer
5	107.3Z	Sylteelva/Moaelva ²	2017-2023	5	346	PIT/elfiske
6	112.Z	Surna ²	2011-2013	3	401	Smoltskrue
6	119.9Z	Fremstadelva ²	2016-2022	6	382	PIT/ruse
6	121.Z	Orkla ²	1992-2011	18	2116	Notfelle/smoltskrue
6	122.2Z	Vigda ²	2017-2023	7	1894	PIT/smoltskrue
7	144.Z	Urvollvassdraget ⁴	2015-2019	5	1278	Video
10	186.2Z	Roksdalsvassdraget ⁴	2008-2016	7	498	Video
10	194.Z	Laukhelle ⁴	2009-2014	6	40299	Video
12	212.2Z	Halselva ²	1987-2012	26	83047	Wolf-felle

¹ Data fra NORCE.² Data fra NINA. Tidligere brukt i Jonsson & Jonsson (2002, 2009), Jensen et al. (2012, 2020, 2022) og Paterson et al. (2021)³ Data fra HI. (Bare deler av datamaterialet er brukt.)⁴ Data fra Skandinavisk Naturovervåkning.**Figur 9.4.1.1. Gjennomsnittlig utvandringsdag og individvariasjon (standardavvik) for alle kombinasjoner av år og elv i forhold til breddegrad. Dagnummer 120 er 30. april og dagnummer 180 er 29. juni.**

Estimatene på gjennomsnittlig utvandringssdag og individvariasjon (log varians) ble brukt som responsvariabler i statistiske analyser for å undersøke om det er systematiske forskjeller mellom elver som er viktig å hensynta i modelleringen. Vi brukte Akaikes informasjonskriterium (AIC) for å vurdere hvilke forklaringsvariabler som burde inkluderes (Burnham & Anderson 2002). I modellseleksjonen brukte vi en såkalt «forward selection» der en begynner med den enkleste modellen (bare krysningspunkt) og så vurderer én og én forklaringsvariabel med økende kompleksitet av modellen. I modellseleksjonstabellene viser vi et utvalg av modellene vi har vurdert (vi har typisk ekskludert enkle modeller med dårlige AIC verdier). Modellene er lineære miksa-modeller som inkluderte vassdrag som tilfeldig faktor og tok hensyn til usikkerheten i datapunktene i estimeringen av parameterne. Usikkerheten ble hensyntatt gjennom en tilfeldig faktor med varians lik den kvadrerte standardfeilen til datapunktene. Residualvariansen estimert i disse modellene vil derfor representere variasjon mellom år (innenfor elv). Alle de tilfeldige faktorene og residualene er antatt å være uavhengige og normalfordelte. Som forklaringsvariabler evaluerte vi breddegrad, relativt innsjøareal (andel innsjøareal av det totale anadrome arealet), anadromt innsjøareal ($\log_{10} \text{ m}^2$) hvor vi antok at alle elver hadde minst én kvadratmeter med «innsjøareal», anadromt elveareal ($\log_{10} \text{ m}^2$) og total anadromt areal ($\log_{10} \text{ m}^2$). Grunnen til at disse variablene ble valgt som potensielle forklaringsvariabler (og ikke andre) er at vi har data for alle de evaluerte 1028 elvene for disse variablene. Dette gjør det mulig å bruke modellen fra den statistiske analysen til å modellere heterogenitet mellom elver i de biologiske parameterne. Andre variabler som potensielt kan påvirke de biologiske parameterne (f.eks. utvandringssdato), slik som vanntemperatur på våren, mangler vi data på for mange av elvene.

Den beste modellen av de evaluerte modellene for gjennomsnittlig utvandringssdag inkluderte breddegrad som forklaringsvariabel (**Tabell 9.4.1.2**). Estimatene fra denne modellen viser at gjennomsnittlig utvandringssdag økte med 3,5 dager per breddegrad, at normalvariasjonen (standardavviket) mellom vassdrag var 6,7 dager og at normalvariasjonen mellom år (i et vassdrag) var 6,0 dager (**Tabell 9.4.1.3**).

Tabell 9.4.1.2. Modellseleksjon for gjennomsnittlig utvandringssdag (dagnummer). Antall parametre i modellen er gitt av k og forskjell i AIC fra den beste modellen er gitt av ΔAIC . Alle modellene hadde vassdrag som tilfeldig faktor og residualene representerte årsvariasjon (innenfor vassdrag).

Forklaringsvariabler	k	AIC	ΔAIC
Ingen (bare krysningspunkt)	3	1495,0	26,3
Breddegrad	4	1468,7	0,0
Breddegrad, Rel. innsjøareal	5	1470,6	1,9
Breddegrad, Innsjøareal	5	1470,6	1,9
Breddegrad, Elveareal	5	1469,7	1,0
Breddegrad, Anadromt areal	5	1470,7	2,0

Tabell 9.4.1.3. Parameterestimat og standardfeil (SE) for modellen for gjennomsnittlig utvandringssdag.

Parameter	Estimat	SE
Krysningspunkt (dagnummer)	153,18	1,91
Breddegrad (dager per °N)	3,52	0,46
Vassdragsvariasjon (standardavvik målt i dager)	6,65	
Årsvariasjon (standardavvik målt i dager)	5,96	

Den beste av de evaluerte modellene for individvariasjon i utvandringssdag inkluderte ingen forklaringsvariabler, denne modellen var like god som modellen som inkluderte anadromt areal som forklaringsvariabel (forskjell i AIC var marginal) (**Tabell 9.4.1.4**). Estimaten fra modellen viser at den gjennomsnittlige individvariasjonen i utvandringssdag målt som standardavvik var 10,0 dager (**Tabell 9.4.1.5**). Det var stor variasjon mellom vassdrag og år i størrelsen på individvariasjonen, de estimerte standardavvikene tilsvarer at individvariasjonen (variansen i utvandringssdag) endret seg med en faktor på 1,6 mellom vassdrag og 1,9 mellom år (innenfor vassdrag) (**Tabell 9.4.1.5**).

Tabell 9.4.1.4. Modellseleksjon for individvariasjon i utvandringssdag (dagnummer). Antall parametre i modellen er gitt av k og forskjell i AIC fra den beste modellen er gitt av ΔAIC . Alle modellene hadde vassdrag som tilfeldig faktor og residualene representerte årsvariasjon (innenfor vassdrag).

Forklaringsvariabler	k	AIC	ΔAIC
Ingen (bare krysningspunkt)	3	493,8	0,1
Breddegrad	4	495,8	2,1
Rel. Innsjøareal	4	495,4	1,7
Innsjøareal	4	494,9	1,2
Elveareal	4	494,3	0,6
Anadromt areal	4	493,7	0,0

Tabell 9.4.1.5. Parameterestimat og standardfeil (SE) for modellen for individvariasjon i utvandringssdag.

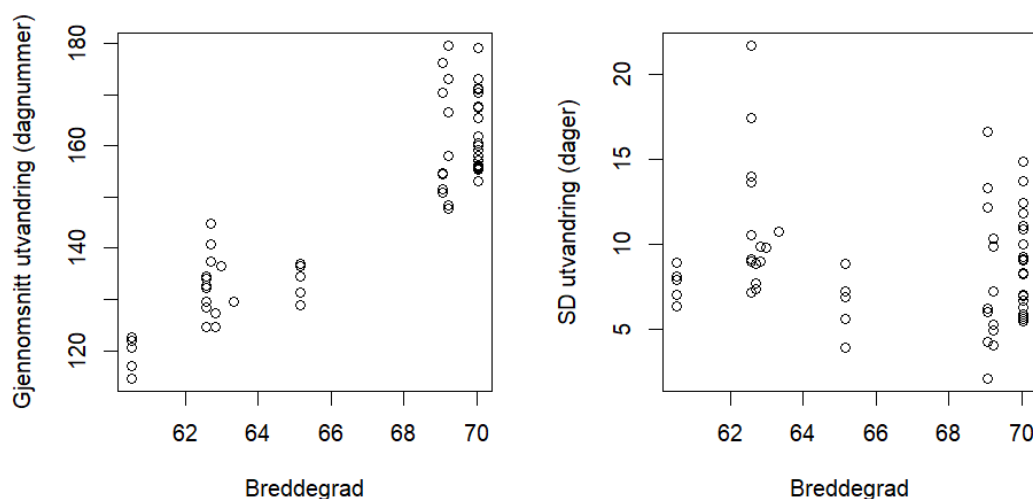
Parameter	Estimat	SE
Krysningspunkt (log dager ²)	4,60	0,12
Vassdragsvariasjon (standardavvik målt i log dager ²)	0,46	
Årsvariasjon (standardavvik målt i log dager ²)	0,66	

9.4.2 Andregangsvandrere

Data på andregangsvandrere er fra de samme vassdragene som for førstegangsvandrere, men siden en del av vassdragene bare hadde data på førstegangsvandrende/liten sjørørret, er det færre vassdrag med i denne analysen (**Tabell 9.4.2.1**, **Figur 9.4.2.1**). Vi brukte samme metode som for førstegangsvandrere for å komme fram til modeller for utvandringssdag for andregangsvandrere.

Tabell 9.4.2.1. Oversikt over data på andregangsvandrende sjørørret.

V. nr.	Vassdrag	Periode	Antall år	Antall fisk
018.62AZ	Østeråbekken	2020-2020	1	17
052.1Z	Granvinsvassdraget	2018-2022	5	3391
102.2Z	Vatne	2015-2023	8	1394
104.Z	Eira	2001-2008	6	138
107.3Z	Sylteelva/Moaelva	2017-2021	2	63
112.Z	Surna	2011-2013	3	119
121.Z	Orkla	1992-2011	9	142
122.2Z	Vigda	2017-2022	4	46
144.Z	Urvollvassdraget	2015-2019	5	2429
186.2Z	Roksdalsvassdraget	2008-2016	7	278
194.Z	Laukhelle	2009-2014	6	8210
212.2Z	Halselva	1989-2012	23	1949



Figur 9.4.2.1. Gjennomsnittlig utvandringssdag og individvariasjon (standardavvik) for alle kombinasjoner av år og elv i forhold til breddegrad. Dagnummer 120 er 30. april og dagnummer 180 er 29. juni.

Den beste modellen av de evaluerte modellene for gjennomsnittlig utvandringssdag inkluderte breddegrad som forklaringsvariabel (**Tabell 9.4.2.2**). Estimaten fra denne modellen viser at andregangsvandrere vandret ut fra vassdragene litt tidligere enn førstegangsvandrerne (dagnummer 144 vs. 153 ved 65°N), for andregangsvandrere økte gjennomsnittlig utvandringssdag med 3,5 dager per breddegrad, normalvariasjonen mellom vassdrag var $\pm 6,9$ dager og normalvariasjonen mellom år (innenfor vassdrag) var $\pm 7,0$ dager (**Tabell 9.4.2.3**).

Tabell 9.4.2.2. Modellseleksjon for gjennomsnittlig utvandringssdag (dagnummer). Antall parametre i modellen er gitt av k og forskjell i AIC fra den beste modellen er gitt av ΔAIC . Alle modellene hadde vassdrag som tilfeldig faktor og residualene representerte årsvariasjon (innenfor vassdrag).

Forklaringsvariabler	k	AIC	ΔAIC
Ingen (bare krysningspunkt)	3	579,5	13,9
Breddegrad	4	565,6	0,0
Breddegrad, Rel. Innsjøareal	5	565,8	0,2
Breddegrad, Innsjøareal	5	567,2	1,6
Breddegrad, Elveareal	5	566,6	1,0
Breddegrad, Anadromt areal	5	567,6	2,0

Tabell 9.4.2.3. Parameterestimat og standardfeil (SE) for modellen for gjennomsnittlig utvandringssdag.

Parameter	Estimat	SE
Krysningspunkt (dagnummer)	144,46	2,26
Breddegrad (dager per °N)	3,52	0,67
Vassdragsvariasjon (standardavvik målt i dager)	6,90	
Årsvariasjon (standardavvik målt i dager)	7,01	

Den beste av de evaluerte modellene for individvariasjon i utvandringssdag inkluderte breddegrad som forklaringsvariabel (**Tabell 9.4.2.4**). Estimaten fra modellen viser at den

gjennomsnittlige individvariasjonen i utvandringssdag målt som standard avvik var 8,2 dager og variansen til individvariasjonen minket med 6 % per breddegrad (**Tabell 9.4.2.5**). Det er verdt å merke seg at sammenhengen med breddegrad er svak og har relativt dårlig statistisk støtte. Det var moderat variasjon mellom vassdrag og stor variasjon mellom år i mengden av individvariasjon, de estimerte standardavvikene tilsvarer at individvariasjonen (variansen i utvandringssdag) endret seg med en faktor på 1,3 mellom vassdrag og 2,0 mellom år (innenfor vassdrag) (**Tabell 9.4.2.5**).

Tabell 9.4.2.4. Modellseleksjon for individvariasjon utvandringssdag (dagnummer). Antall parametere i modellen er gitt av k og forskjell i AIC fra den beste modellen er gitt av ΔAIC . Alle modellene hadde vassdrag som tilfeldig faktor og residualene representerte årsvariasjon (innenfor vassdrag).

Forklaringsvariabler	k	AIC	ΔAIC
Ingen (bare krysningspunkt)	3	188,1	0,6
Breddegrad	4	187,5	0,0
Breddegrad, Rel. innsjøareal	4	189,4	1,9
Breddegrad, Innsjøareal	4	189,4	1,9
Breddegrad, Elveareal	4	188,8	1,3
Breddegrad, Anadromt areal	4	187,9	0,4

Tabell 9.4.2.5. Parameterestimat og standardfeil (SE) for modellen for individvariasjon i utvandringssdag.

Parameter	Estimat	SE
Krysningspunkt ($\log \text{dager}^2$)	4,21	0,12
Breddegrad ($\log \text{dager}^2 \text{ per } ^\circ N$)	-0,06	0,04
Vassdragsvariasjon (standardavvik målt i $\log \text{dager}^2$)	0,28	
Årsvariasjon (standardavvik målt i $\log \text{dager}^2$)	0,67	

9.4.3 Implementering

I implementeringen brukte vi modellene presentert i **Tabell 9.1.2.3**, **9.4.1.5**, **9.4.2.3** og **9.4.2.5** for å modellere variasjon mellom vassdrag i individfordelingen av utvandringssdag. I modellen antok vi at individfordelingene var trunkerte normalfordelinger (trunkerte på 2,5 % og 97,5 % kvantilene). Siden en normalfordeling går fra minus uendelig til pluss uendelig var trunkering nødvendig. Usikkerheten i estimatene, vassdragsvariasjonen og årsvariasjonen ble brukt som input i modellen for å informere usikkerhetsestimatet til indikatoren. Usikkerheten i estimatene og årsvariasjonen ble antatt å være fullstendig korrelert mellom vassdragene i et PO, mens vassdragsvariasjonen ble antatt å være uavhengig mellom vassdrag.

9.5 Lengde på sjøopphold

Det er en sterk negativ sammenheng mellom utvandringssdag og lengde på sjøopphold, men bare en svak sammenheng mellom utvandringssdag og tilbakevandringssdag (Figur 5 i Næsje et al. 2025). Dette tyder på at sjørreten i hovedsak vandrer tilbake til elva på et gitt tidspunkt på året, heller enn etter en viss tid i sjøen. Modellen baserer seg derfor på en fordeling av tilbakevandringssdatoer (uavhengig av utvandringssdato). Dette gjør det også mulig å bruke

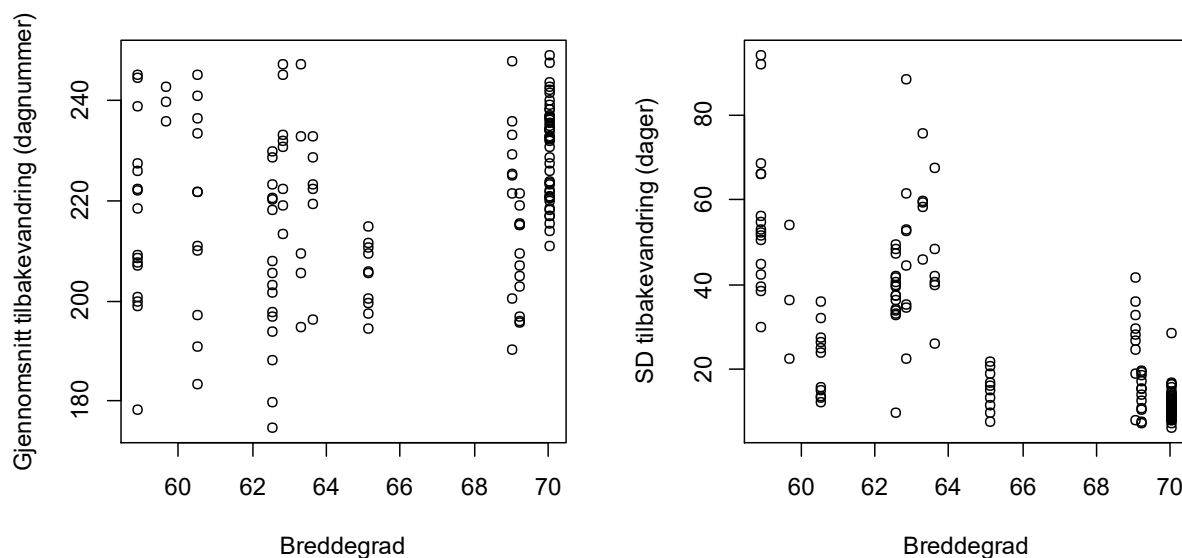
videodata for å informere modellen (i disse dataene vet vi ikke når de individuelle fiskene gikk ut i sjøen). Vi brukte samme metode som for utvandringstidspunkt for å komme fram til modeller for tilbakevandringstidspunkt.

9.5.1 Førstegangsvandrere

Vi har noe mindre data for tilbakevandringstidspunkt (**Tabell 9.5.1.1, Figur 9.5.1.1**) sammenlignet med utvandringstidspunkt (**Tabell 9.4.1.1**), siden en del av vassdragene bare har feller for å fange utvandrende fisk.

Tabell 9.5.1.1. Oversikt over data på tilbakevandring av førstegangsvandrende sjørørret

V. nr.	Vassdrag	Periode	Antall år	Antall fisk
029.2Z	Imsa	1988-2019	16	107
052.1Z	Granvinsvassdraget	2017-2022	5	5945
102.2Z	Vatne	2015-2023	8	301
107.3Z	Sylteelva/Moaelva	2017-2023	6	58
119.9Z	Fremstadelva	2016-2022	6	110
122.2Z	Vigda	2019-2023	3	29
144.Z	Urvollvassdraget	2015-2019	5	5444
186.2Z	Roksdalsvassdraget	2011-2013	3	198
194.Z	Laukhelle	2009-2014	6	13877
212.2Z	Halselva	1988-2012	25	2796



Figur 9.5.1.1. Gjennomsnittlig tilbakevandringstidspunkt og individvariasjon (standardavvik) for alle kombinasjoner av år og elv i forhold til breddegrad. Dagnummer 180 er 29. juni og dagnummer 240 er 28. august.

Den beste modellen av de evaluerte modellene for gjennomsnittlig tilbakevandringstidspunkt inkluderte ingen forklaringsvariabler (**Tabell 9.5.1.2**). Gjennomsnittlig tilbakevandringstidspunkt var

dagnummer 218 (starten av august), normalvariasjonen mellom vassdrag var 9,8 dager og normalvariasjonen mellom år (i et vassdrag) var 10,6 dager (**Tabell 9.5.1.3**).

Tabell 9.5.1.2. Modellseleksjon for gjennomsnittlig tilbakevandringsdag (dagnummer). Antall parametre i modellen er gitt av k og forskjell i AIC fra den beste modellen er gitt av ΔAIC . Alle modellene hadde vassdrag som tilfeldig faktor og residualene representerte årsvariasjon (innenfor vassdrag).

Forklaringsvariabler	k	AIC	ΔAIC
Ingen (bare krysningspunkt)	3	699,5	0,0
Breddegrad	4	701,5	2,0
Rel. innsjøareal	4	699,6	0,1
Innsjøareal	4	700,4	0,9
Elveareal	4	701,0	1,5
Anadromt areal	4	700,9	1,4

Tabell 9.5.1.3. Parameterestimat og standardfeil (SE) for modellen for gjennomsnittlig tilbakevandringsdag.

Parameter	Estimat	SE
Krysningspunkt (dagnummer)	218,54	3,59
Vassdragsvariasjon (standardavvik målt i dager)	9,78	
Årsvariasjon (standardavvik målt i dager)	10,57	

Den beste av de evaluerte modellene for individvariasjon i tilbakevandringsdag inkluderte breddegrad og innsjøareal som forklaringsvariabler (**Tabell 9.5.1.4**). Estimaten fra modellen viser at den gjennomsnittlige individvariasjonen i utvandringdag (ved 65°N for et vassdrag med 1 m² innsjøareal) målt som standardavvik er 42,5 dager, at variansen til individvariasjonen minker med 13 % per breddegrad og med 21 % for en tidobling i innsjøareal (**Tabell 9.5.1.5**). Det var stor variasjon mellom vassdrag og år i mengden av individvariasjon, de estimerte standardavvikene tilsvarer at individvariasjonen (variansen i tilbakevandringsdag) endret seg med en faktor på 2,2 mellom vassdrag og 1,8 mellom år (innenfor vassdrag) (**Tabell 9.5.1.5**).

Tabell 9.5.1.4. Modellseleksjon for individvariasjon i tilbakevandringsdag (dagnummer). Antall parametre i modellen er gitt av k og forskjell i AIC fra den beste modellen er gitt av ΔAIC . Alle modellene hadde vassdrag som tilfeldig faktor og residualene representerte årsvariasjon (innenfor vassdrag).

Forklaringsvariabler	k	AIC	ΔAIC
Ingen (bare krysningspunkt)	3	207,0	7,6
Breddegrad	4	202,2	2,8
Breddegrad, Innsjøareal	5	199,4	0,0
Breddegrad, Innsjøareal, Rel. innsjøareal	6	201,4	2,0
Breddegrad, Innsjøareal, Elveareal	6	200,5	1,1
Breddegrad, Innsjøareal, Anadromt areal	6	200,9	1,5

Tabell 9.5.1.5. Parameterestimat og standardfeil (SE) for modellen for individvariasjon i tilbakevandringsdag.

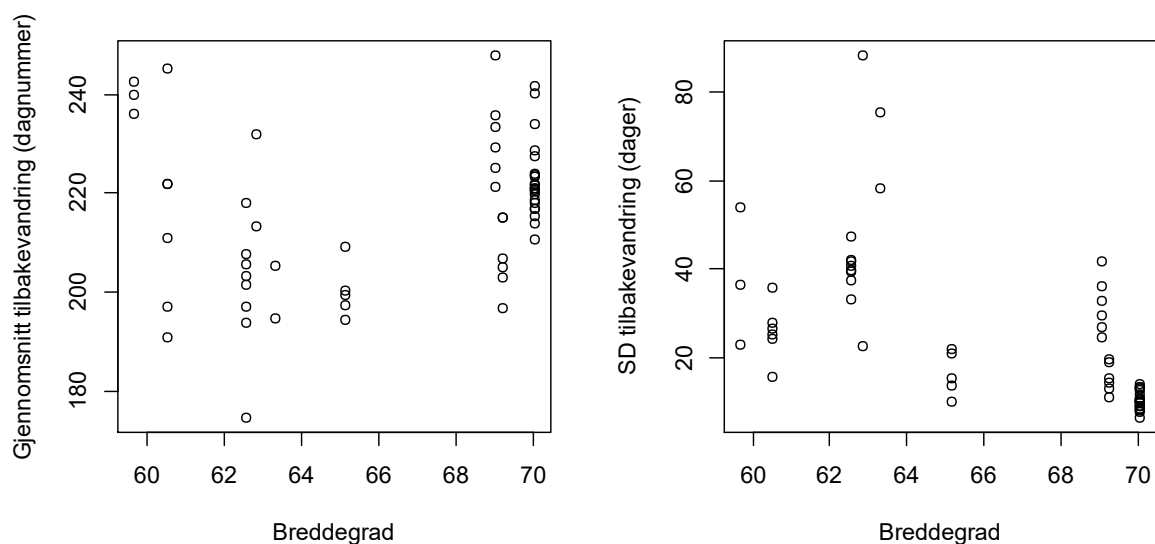
Parameter	Estimat	SE
Krysningspunkt (log dager ²)	7,50	0,63
Breddegrad (log dager ² per °N)	-0,14	0,08
Innsjøareal (log dager ² per log ₁₀ m ²)	-0,24	0,12
Vassdragsvariasjon (standardavvik målt i log dager ²)	0,77	
Årsvariasjon (standardavvik målt i log dager ²)	0,60	

9.5.2 Andregangsvandrere

Vi har noe færre data på tilbakevandring av andregangsvandrende sjøørret (**Tabell 9.5.2.1**, **Figur 9.5.2.1**) sammenlignet med førstegangsvandrende sjøørret (**Tabell 9.5.1.1**, **Figur 9.5.1.1**).

Tabell 9.5.2.1. Oversikt over data på tilbakevandring av andregangsvandrende sjøørret.

V. nr.	Vassdrag	Periode	Antall år	Antall fisk
041Z	Etne	2019-2021	3	15
052.1Z	Granvinsvassdraget	2017-2022	6	12841
102.2Z	Vatne	2015-2023	8	1010
107.3Z	Sylteelva/Moaelva	2019-2021	2	5
122.2Z	Vigda	2017-2019	2	7
144.Z	Urvollvassdraget	2015-2019	5	4858
186.2Z	Roksdalsvassdraget	2009-2016	6	989
194.Z	Laukhelle	2009-2014	6	13312
212.2Z	Halselva	1989-2012	22	971



Figur 9.5.2.1. Gjennomsnittlig tilbakevandringsdag og individvariasjon (standardavvik) for alle kombinasjoner av år og elv i forhold til breddegrad (elvemunning). Dagnummer 180 er 29. juni og dagnummer 240 er 28. august.

Den beste modellen av de evaluerte modellene for gjennomsnittlig tilbakevandringsdag inkluderte ingen forklaringsvariabler (**Tabell 9.5.2.2**). Estimaten fra modellen viser at gjennomsnittlig tilbakevandringsdag var dagnummer 215 (3. august), normalvariasjonen mellom vassdrag var 12,8 dager og normalvariasjonen mellom år (innen vassdrag) var 9,7 dager (**Tabell 9.5.2.3**).

Tabell 9.5.2.2. Modellseleksjon for gjennomsnittlig tilbakevandringssdag (dagnummer). Antall parametre i modellen er gitt av k og forskjell i AIC fra den beste modellen er gitt av ΔAIC . Alle modellene hadde vassdrag som tilfeldig faktor og residualene representerte årsvariasjon (innenfor vassdrag).

Forklaringsvariabler	k	AIC	ΔAIC
Ingen (bare krysningspunkt)	3	483,0	0,0
Breddegrad	4	485,0	2,0
Rel. innsjøareal	4	485,0	2,0
Innsjøareal	4	484,8	1,8
Elveareal	4	484,0	1,0
Anadromt areal	4	483,3	0,3

Tabell 9.5.2.3. Parameterestimat og standardfeil (SE) for modellen for gjennomsnittlig tilbakevandringssdag.

Parameter	Estimat	SE
Krysningspunkt (dagnummer)	215,72	4,95
Vassdragsvariasjon (standardavvik målt i dager)	12,83	
Årsvariasjon (standardavvik målt i dager)	9,71	

Den beste av de evaluerte modellene for individvariasjon i tilbakevandringssdag inkluderte breddegrad og innsjøareal som forklaringsvariabler (**Tabell 9.5.2.4**). Estimaten fra modellen viser at den gjennomsnittlige individvariasjonen i tilbakevandringssdag (ved 65°N for et vassdrag uten innsjøer (1 m² innsjøareal)) målt som standardavvik var $\pm 49,9$ dager, at variansen til individvariasjonen minket med 15 % per breddegrad og med 22 % for en tidobling i innsjøareal (**Tabell 9.5.2.5**). Det var stor variasjon mellom vassdrag og år i mengden av individvariasjon, de estimerte standardavvikene tilsvarer at individvariasjonen (variansen i tilbakevandringssdag) endret seg med en faktor på 2,3 mellom vassdrag og 1,5 mellom år (innenfor vassdrag) (**Tabell 9.5.2.5**).

Tabell 9.5.2.4. Modellseleksjon for individvariasjon i tilbakevandringssdag (dagnummer). Antall parametre i modellen er gitt av k og forskjell i AIC fra den beste modellen er gitt av ΔAIC . Alle modellene hadde vassdrag som tilfeldig faktor og residualene representerte årsvariasjon (innenfor vassdrag).

Forklaringsvariabler	k	AIC	ΔAIC
Ingen (bare krysningspunkt)	3	119,0	4,0
Breddegrad	4	116,5	1,5
Breddegrad, Innsjøareal	5	115,0	0,0
Breddegrad, Innsjøareal, Rel. innsjøareal	6	116,9	1,9
Breddegrad, Innsjøareal, Elveareal	6	116,8	1,8
Breddegrad, Innsjøareal, Anadromt areal	6	116,0	1,0

Tabell 9.5.2.5. Parameterestimat og standardfeil (SE) for modellen for individvariasjon i tilbakevandringssdag.

Parameter	Estimat	SE
Krysningspunkt (log dager ²)	7,82	0,84
Breddegrad (log dager ² per °N)	-0,16	0,08
Innsjøareal (log dager ² per log ₁₀ m ²)	-0,25	0,14
Vassdragsvariasjon (standardavvik målt i log dager ²)	0,84	
Årsvariasjon (standardavvik målt i log dager ²)	0,42	

9.5.3 Implementering

I implementeringen brukte vi modellene presentert i **Tabell 9.5.1.3**, **9.5.1.5**, **9.5.2.3** og **9.5.2.5** for å modellere variasjon mellom vassdrag i individfordelingen av tilbakevandringdag. I modellen antok vi at individfordelingene var trunkerte normalfordelinger (trunkerte på 2,5 % og 97,5 % kvantilene). Siden en normalfordeling går fra minus uendelig til pluss uendelig var trunkering nødvendig. I tillegg til denne generelle trunkeringen, kunne ikke en fisk i modellen tilbakevandre før etter minimum 14 dager i sjøen. Usikkerheten i estimatene, vassdragsvariasjonen og årsvariasjonen ble brukt som input i modellen for å informere usikkerhetsestimatet til indikatoren. Usikkerheten i estimatene og årsvariasjonen ble antatt å være fullstendig korrelert mellom vassdragene i ett PO, mens vassdragsvariasjonen ble antatt å være uavhengig mellom vassdrag.

9.6 Opplevd lusekonsentrasjon

Når vi vet konsentrasjonen lakselus i sjøen og hvor og når sjøørreten er i sjøen kan vi regne ut hvilken konsentrasjon en sjøørret opplever en gitt dag i sjøen. Fra lusemodellen (partikkelspredningsmodellen) har vi gjennomsnittlig konsentrasjonen av lus en gitt dag i hver 800x800-meter rute som fjordene og kystområdene er oppdelt i. Fra modellen på romlig fordeling av sjøørret kombinert med modellen på tidspunkt for utvandring og lengde på sjøopphold vet vi sannsynligheten for at en modellert fisk oppholder seg i denne ruten. Ved å vekte konsentrasjonen av lakselus på sannsynligheten for at en fisk oppholder seg i rutene får vi den forventede lusekonsentrasjon i vannet rundt fisken. Dette refererer vi til som opplevd lusekonsentrasjon.

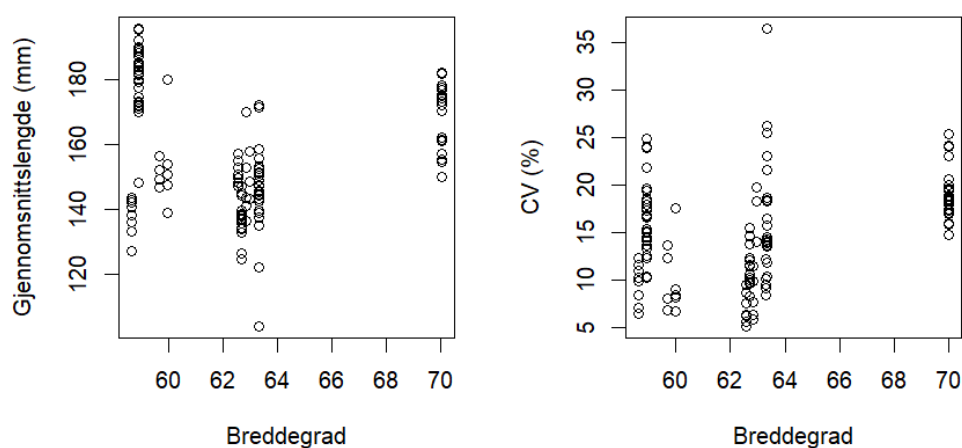
9.7 Størrelse ved utvandring

Størrelse er viktig i modellen siden vi estimerer et vekttap som følge av prematur tilbakevandring, i tillegg er lusepåslagsmodellen størrelsesavhengig (større fisk får på seg mer lus for en gitt lusekonsentrasjon enn en liten fisk).

Vi har brukt fisk fanget i feller som datagrunnlag for å estimere variasjon i størrelse ved utvandring (**Tabell 9.7.1**). Disse dataene overlapper i stor grad med dataene brukt for å estimere tidspunkt for utvandring (**Tabell 9.4.1.1**). Vi har tatt bort Fremstadvassdraget fra denne analysen siden ørretsmolten i dette vassdraget er veldig stor og trolig ikke representativ for de fleste norske vassdrag. Til disse dataene har vi tilpasset individfordelinger (log-normalfordeling) som varierer mellom vassdrag og år (**Figur 9.7.1**). For alle vassdragene, utenom Imsa og Halselva, inkluderte vi bare fisk som var mellom 10 cm og 17 cm, siden vi antar at det er få fisk som ikke er førstegangsvandrende i denne størrelsesgruppa. Tilpassningen av individfordelingen tok hensyn til denne trunkeringen av dataene.

Tabell 9.7.1. Oversikt over data størrelse ved utvandring for førstegangsvandrende sjøørret.

V. nr.	Vassdrag	Periode	Antall år	Antall fisk
018.62AZ	Østeråbekken	2016-2023	8	496
029.2Z	Imsa	1988-2019	31	1466
041Z	Etne	2018-2021	4	86
045.32Z	Guddalselva	2007-2016	5	66
102.2Z	Vatne	2016-2023	7	798
104.Z	Eira	2001-2016	16	2018
107.3Z	Sylteelva/Moaelva	2017-2023	5	346
112.Z	Surna	2011-2013	3	401
121.Z	Orkla	1992-2011	18	2116
122.2Z	Vigda	2017-2023	7	1894
212.2Z	Halselva	1987-2012	26	83047



Figur 9.7.1. Gjennomsnittslengde og individvariasjon (variasjonskoeffisient, CV) for kombinasjoner av vassdrag og år. Gjennomsnittene (på log skala) og variasjonskoeffisientene er estimert gjennom å tilpasse trunkerte log-normalfordelinger til individdataen ved bruk av «maximum likelihood».

Vi gjorde en modellseleksjon basert på samme metodikk som for tidspunkt for utvandring, men denne favoriserte en komplisert modell med mange usikre parameter estimer. Dette virker ikke fornuftig, og vi mistenker at denne modellen har problemer med «overtilpasning». Vi valgte derfor heller å basere implementeringen på de enkleste modellene med ingen forklaringsvariabler (bare krysningspunkt) (Tabell 9.7.2 og 9.7.3). Usikkerheten i estimatene, vassdragsvariasjonen og årsvariasjonen ble brukt som input i modellen for å informere usikkerhetsestimatet til indikatoren. Usikkerheten i estimatene og årsvariasjonen ble antatt å være fullstendig korrelert mellom vassdragene i et PO, mens vassdragsvariasjonen ble antatt å være uavhengig mellom vassdrag.

Tabell 9.7.2. Parameterestimat og standardfeil (SE) for modellen for gjennomsnittlig størrelse ved utvandring.

Parameter	Estimat	SE
Krysningspunkt (log mm)	5,011	0,026
Vassdragsvariasjon (standardavvik målt i log mm)	0,084	
Årsvariasjon (standardavvik målt i log mm)	0,045	

Tabell 9.7.3. Parameterestimat og standardfeil (SE) for modellen for individvariasjon i størrelse ved utvandring.

Parameter	Estimat	SE
Krysningspunkt (log[log mm] ²)	-4,38	0,21
Vassdragsvariasjon (standardavvik målt i log[log mm] ²)	0,68	
Årsvariasjon (standardavvik målt i log[log mm] ²)	0,32	

Modellene viste at gjennomsnittslengde ved utvandring var 150 mm og at vassdragene varierte mer enn år (innenfor vassdrag) (**Tabell 9.7.2**). Individvariasjonen varierte også mer mellom vassdrag enn mellom år (**Tabell 9.7.3**). I implementeringen for størrelse ved utvandring for førstegangsvandrere brukte vi disse to modellene.

For andregangsvandrere har vi mindre data. Vi antok derfor at andregangsvandrere var i snitt 24 cm ved utvandring, altså 9 cm lengre enn førstegangsvandrerne. Dette stemmer godt med forskjellen mellom førstegangsvandrere og andregangsvandrere i Halselva, som er 8,8±0,5 cm. Det stemmer også med størrelsesgruppene som Skandinavisk Naturovervåkning bruker når de analyserer video, som er 20-27 cm for andregangsvandrere. I implementeringen brukte vi modellen for førstegangsvandrere, men la til 9 cm på lengden til alle fiskene.

Vekt ved utvandring ble modellert gjennom den allometriske sammenhengen mellom lengde og vekt ved utvandring (se Figur 3 i Næsje et al. 2025). Denne sammenhengen er gitt av vekt [ln g] = 3,1 [ln g/mm] × lengde [ln mm] – 12,2 [ln g]. Regresjonen som sammenhengen er basert på hadde svært god forklaringsgrad ($r^2 = 0,95$).

9.8 Vekst i sjøen

Indikatoren benytter Ostrovsky (1995) sin vekstmodell, som er en mye brukt vekstmodell for laksefisk (Sigourney et al. 2008). Denne er gitt av

$$M(t) = (M_0^b + b\Omega t)^{1/b},$$

hvor M_0 er vekten ved utvandring, b er eksponenten til potensen av vekt som gir lineær vekst i tid (altså det underliggende trekket M^b vokser lineært i tid), Ω er den relative vekstraten ($b\Omega$ gir den lineære veksten til M^b), og t er tiden veksten har foregått. Elliot et al. (1995) estimerte b til å være 0,31, og Jensen et al. (2020) estimerte Ω til å være 0,0867 (g^b/dag) når vekt er målt i gram for førstegangsvandrende sjøørret i Halselva. Dette er vekstmodellen som er implementert for sjøørretindikatoren.

9.9 Lusepåslag

For å omsette den opplevde lusekonsentrasjonen til et antall lus som fester seg på den modellerte fisken trenger vi en påslagsmodell. For å utvikle denne starter vi med den generelle ligningen som gir sammenhengen mellom lusekonsentrasjon og forventet antall lus ($E[N_{lus}]$) en fisk får på seg. Dette er gitt av

$$E[N_{lus}] = V \times D \times P,$$

hvor V er vannvolumet en fisk er eksponert for, D er konsentrasjonen av lus i dette vannvolumet og P er sannsynligheten for at en lus i dette vannvolumet fester seg på fisken.

Om vi modellerer fisken som en sylinder, så er vannvolumet fisken er eksponert for over en gitt tid (t) gitt av

$$V = \left(\pi(r_f + r_p)^2 l_f - \pi r_f^2 l_f \right) t v_f = \pi r_p (2r_f + r_p) l_f v_f t$$

hvor r_p er avstanden fra fisken som er relevant for lusepåslag, r_f er radiusen til fiskesynderen, l_f er lengden til fisken og v_f er svømmehastigheten målt i fiskelengder per tidsenhet. Å implementere dette uttrykket for V i en modell blir vanskelig siden det fører til en ikke-lineær regresjon på log skala. Vi gjør der for tilnærmingen at vannvolumet er gitt av

$$V \approx A r_p v_f t,$$

hvor $A = 2\pi r_f l_f$ er sidearealet av sylindere (utenom endene). Denne tilnærmingen er god når $r_p \ll 2r_f$. Ut fra dette er det forventede antall lus gitt av

$$E[N_{lus}] = (A r_p v_f t) \times D \times P.$$

På naturlig log-skala får vi

$$\ln E[N_{lus}] = \ln(r_p v_f P) + \ln A + \ln t + \ln D.$$

Vi har estimater for variablene A , D og t , mens samlepparameteren $\ln(r_p v_f P)$ er ukjent og må estimeres i en statistisk modell. Dette kan vi bruke NALO-data til.

I overvåkingsprogrammet for lakselus på vill laksefisk (NALO) blir vill sjørret fanget i ulike stasjoner langs norskekysten (Nilsen et al. 2024). Antall lus i hvert stadium (kopepoditt, chalimus I og II, pre-adult, adult hann og adult hunn, se **Figur 3.1.2**) blir registrert for hver fisk som er fanget. I den statistiske analysen har vi brukt antall chalimus som responsvariabel og vi har bare inkludert fisk som hadde en eller flere lus av eldre stadier (pre-adult, adult-hann og adult-hunn), men ikke nødvendigvis chalimus. Ekskluderingen av fisk uten eldre stadier av lus ble gjort for å sikre at fiskene som inngikk i analysen hadde vært i sjøen i

perioden der de potensielt kunne få på seg lus som har nådd chalimus stadiet når de ble fanget i NALO-programmet. Vi har inkludert data fra 2018 til 2024 i analysen.

Til disse dataene tilpasset vi en negativt-binomisk regresjonsmodell med log-link, hvor formålet var å estimere påslagsrate-parameteren $\beta = \ln(r_p v_f P)$:

$$\ln E[N_{lus}] = \beta + \ln A + \ln t + \ln D,$$

Fiskens sideareal (A) ble regnet ut ved å anta at fisken har en sylindrisk form slik at

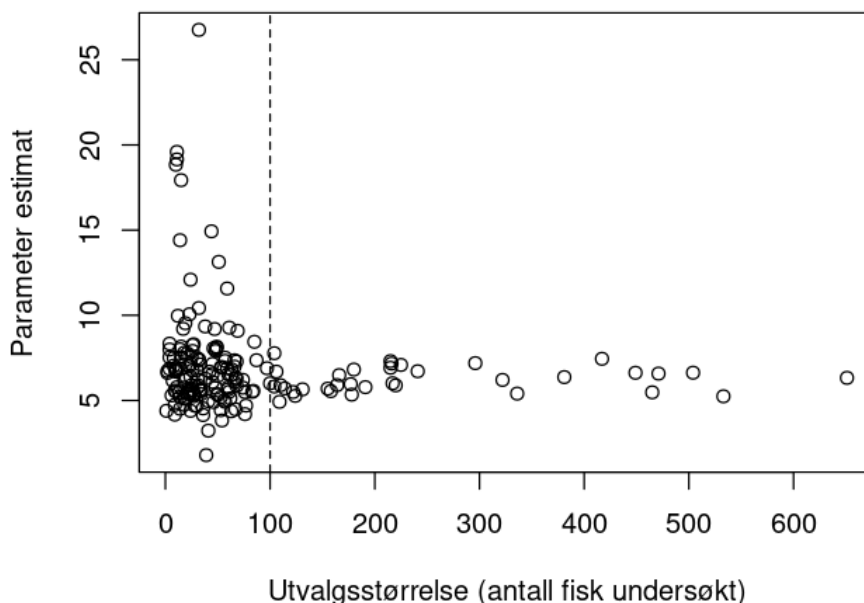
$$A = 2 \sqrt{\pi V l_f},$$

hvor volumet V er gitt av vekten til fisken ved å anta at antall kg er lik antall liter. Størrelsen hadde vi fra målingene i NALO-programmet.

Tiden i sjøen hvor fisken fikk på seg luselarvene (t) ble basert på Hamre et al. (2019) sin utviklingsmodell for lakselus. Fra fangstdato regner vi oss bakover i tid fra når chalimusene tidligst og senest kunne festet seg til sjøørreten gitt sjøtemperaturen i dagene før fangstdato (altså bakover i tid fra 0,5 til 3,0 skallsifter i modellen til Hamre et al. 2019). Perioden vil være lik for fisk fanget på samme dag ved samme stasjon.

Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av lus (D) har vi fra den opplevde konsentrasjonen av lus til de modellerte fiskene i området rundt den aktuelle NALO-stasjonen. For å regne ut D venter vi den opplevde konsentrasjonen av lus til de modellerte fiskene i tidsperioden t med sannsynligheten for at disse virtuelt befinner seg i den samme 800x800-meter ruta som den aktuelle NALO-stasjonen på fangstdatoen. Den samme vektingen ble brukt for å regne ut daglig sjøtemperatur. Alle fiskene fanget samme dag på samme NALO-stasjon fikk den samme verdien av t og D som forklaringsvariabel i regresjonsmodellen.

Modellen ble tilpasset data fra hver kombinasjon av NALO-stasjon og år. Dette gir en fordeling av verdier til påslagsrate-parameteren β . Denne fordelingen har ekstreme verdier når utvalgsstørrelsen er liten, mens ved større utvalgsstørrelser (100 fisk undersøkte fisk eller mer) blir fordelingen smalere og stabiliserer seg rundt en verdi på 6.2 (**Figur 9.9.1**). De ekstreme verdiene skyldes både lav utvalgsstørrelse og lave modellerte lusekonsentrasjoner i sjøen (som kan gi veldig høy påslagsrate selv om de undersøkte fiskene har relativt lite lus). Man kan korrigere fordelingen til estimatene ved å ta bort datapunkter der den modellerte lusekonsentrasjonen i sjøen er lav. Problemet med denne tilnærmingen er hvor man skal sette terskelen for at lusekonsentrasjonene har vært for lave for å få fornuftige estimater av påslagsrate-parameteren. Om man setter terskelen for høyt risikerer man å underestimere påslagsrate-parameteren. I stedet valgte vi å bruke estimatene som var basert på en relativt høy utvalgsstørrelse (100 fisk eller flere) siden dette unngikk problemet med ekstreme verdier både på grunn av lav utvalgsstørrelse og på grunn av lave modellerte lusekonsentrasjoner.



Figur 9.9.1. Fordeling av estimatene påslagsrate-parameteren β for ulike stasjoner og år i forhold til antall fisk som ble undersøkt på hver stasjon det gitte året (utvalgsstørrelse). Gjennomsnittet for verdier med utvalgsstørrelse under 100 var 6.9, mens for utvalgsstørrelser på 100 fisk eller mer var den 6.2. Enheten til påslagsrateparameteren er $\ln$ antall lus per time, fiskeareal [m^2] og lusekonsentrasjon [lus/m^3].

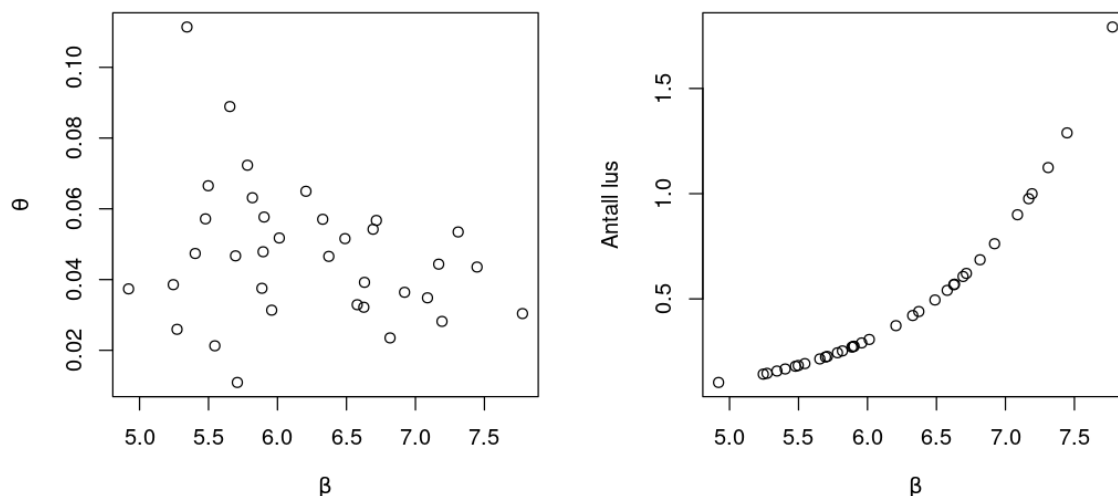
Den implementerte påslagsmodellen var basert på en negativt binomisk fordeling:

$$N_{lus} \sim NB(\mu, \theta),$$

hvor forventet antall lus per døgn ($E[N_{lus}]$) på naturlig logskala er gitt av $\ln \mu = \beta + \ln A + \ln D + \ln(24)$ og variansen til antall lus er gitt av $\text{Var}[N_{lus}] = \mu + \mu^2/\theta$. Parameteren θ blir estimert (sammen med β) i regresjonsanalysen og er korrigert for den gjennomsnittlige tiden hvor fiskene fikk på seg luselarvene (gjennomsnittet av t). Denne implementeringen antar at summen av negativt binomiske fordelinger blir en negativt binomisk fordeling. Denne antagelsen er riktig når sannsynligheten er lik i de uavhengige Bernoulli-forsøkene som den negativt binomisk fordelingen bygger på.

Vi tar hensyn til usikkerheten i β og θ ved å trekke tilfeldig fra fordelingen til disse (**Figur 9.9.2**). Denne fordelingen basert på estimatene med en underliggende utvalgsstørrelse på 100 fisk eller mer. I implementeringen antar vi at det er en sann verdi for disse parameterne som er lik for alle vassdragene (altså at usikkerheten til disse parameterne er fullstendig korrelert mellom vassdrag).

I modellen antar vi at 40% av lusene faller av eller dør etter chalimus stadiet (lusedødelighet), før de blir mobile. Dette tilsvarer reduksjonen som benyttes i HI og VI sine virtuelle modeller for postsmolt av laks (Stige et al. 2025). Sensitivitetsanalysen inkluderer en lusedødelighet på 20 % og 60 %.



Figur 9.9.2. Fordelingen av parameterne β og θ som ble brukt i modellen (venstre figur) og sammenhengen mellom påslagsrate-parameteren β og gjennomsnittlig antall lus en 30 g fisk på 15 cm vil få på seg i timen ved en lusekonsentrasjon på 0,1 lus per kubikkmeter vann (høyre figur). Gjennomsnittet av β på 6,2 gir 0,4 lus per time.

9.10 Infestasjonsgrad

Fra vekstmodellen og påslaget av lus kan vi regne ut infestasjonsgraden for den modellerte fisken. For å kunne predikere konsekvensene av en infestasjon trenger vi å forstå hvordan et gitt lusepåslag påvirker en sjørretts mortalitet og atferd. Større fisk forventes å få på seg flere lus. Hvordan en parasitt utnytter sin verts ressurser er avgjørende for hvordan vi kan skalere infestasjonsgrad med størrelse (Hechinger et al. 2019). Lakselus, som er en ektoparasitt, forventes dermed å skalere proporsjonalt med fiskens overflateareal. Når effekten av lakselus på laksesmolt har blitt studert har infestasjonsgraden blitt skalert med kroppsmasse (lus g^{-1}), sannsynligvis fordi masse er mye lettere å måle enn overflateareal. Taranger et al. (2015) har foreslått ulike tålegrenser for infestasjonsgrad for laksefisk henholdsvis under og over 150 g, med høyere tålegrenser for den mindre fisken. Selv om større volum vil gi større overflateareal, så er ikke denne sammenhengen lineær. For laksesmolt som har en relativt smal størrelsesfordeling godt under 150 g, og virtuelle postsmoltmodeller (Stige et al. 2025) som antar en standard-smolt på 20 g, har valget av størrelsesskalering liten betydning. For sjørretet, som har en mye videre størrelsesfordeling og som kan vokse forbi skillet på 150 g i løpet av et sjøopphold, vil feil valg av størrelsesskalering kunne få større konsekvenser. Flere tidligere studier har også argumentert for å benytte lusetetthet på overflaten (lus per cm^2) for å skalere infestasjonsgrad (Bui et al. 2018, Glover et al. 2004, Jarowski & Holm 1992).

9.11 Tålegrenser

Grenseverdiene brukt i vurderingen av effekt av lakselus på utvandrende laksesmolt i Trafikklyssystemet baserer seg på forslagene til grenseverdiene fra Taranger et al. (2012, 2015). I en nylig gjennomgang av tilgjengelig kunnskap konkluderte Stige et al. (2025) med at en ikke har grunnlag for å endre disse grenseverdiene. Grenseverdiene er som følger:

For små laksefisk (< 150 g) antar man at:

- 100 % vil dø eller prematurt tilbakevandre om infestasjonsgraden er $>0,3 \text{ lus g}^{-1}$,
- 50 % om infestasjonsgraden er mellom 0,2 og $0,3 \text{ lus g}^{-1}$,
- 20 % om infestasjonsgraden er mellom 0,1 og $0,2 \text{ lus g}^{-1}$,
- og 0 % om infestasjonsgraden er $< 0,1 \text{ lus g}^{-1}$.

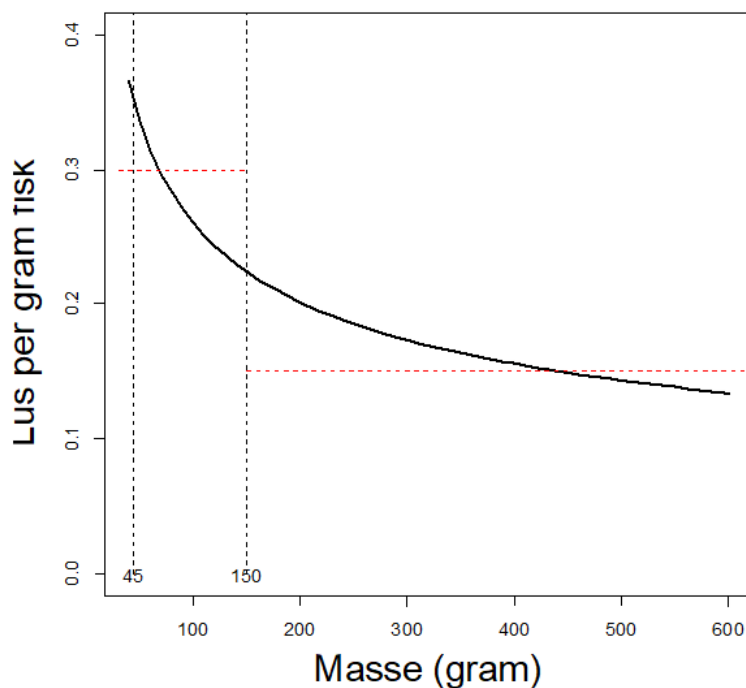
For større laksefisk (>150 g) antar man at:

- 100 % vil dø eller prematurt tilbakevandre om infestasjonsgraden er $>0,15 \text{ lus g}^{-1}$,
- 75 % om infestasjonsgraden er mellom 0,10 og $0,15 \text{ lus g}^{-1}$,
- 50 % om infestasjonsgraden er mellom 0,05 og $0,10 \text{ lus g}^{-1}$,
- 20 % om infestasjonsgraden er mellom 0,01 og $0,05 \text{ lus g}^{-1}$,
- og 0 % om infestasjonsgraden er $<0,01 \text{ lus g}^{-1}$.

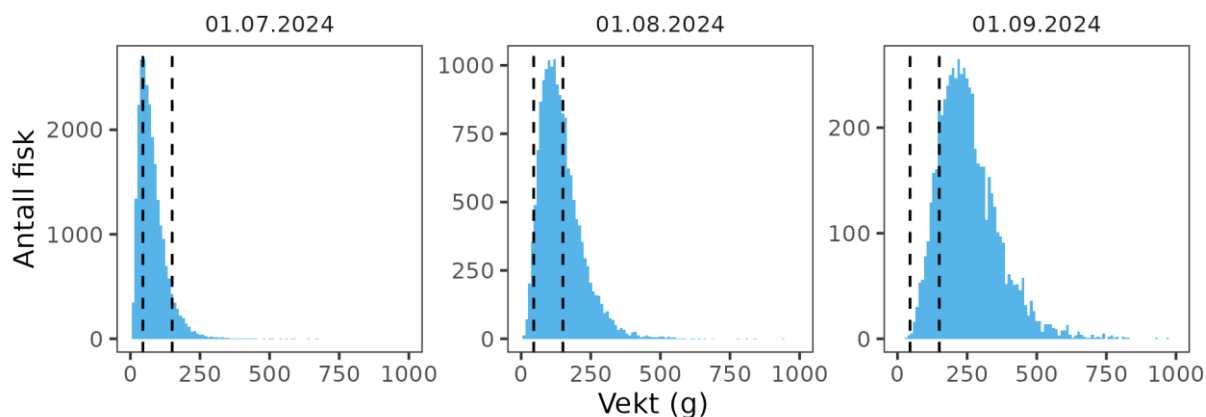
For å kunne oversette tålegrensene fra lus g^{-1} til lus cm^{-2} trenger vi å kunne estimere overflateareal A fra de faktisk målte størrelsesvariablene (masse M eller lengde L). Vi har her valgt å bruke O'Shea et al. (2006) sin modell for sjørørret

$$A = 12,62M^{0,63}$$

Taranger et al. (2012) refererer til Wells et al. (2006) som rapporterte at $0,35 \text{ lus g}^{-1}$ forårsaker fysiologiske forstyrrelser i en rekke stressparametere for postsmolt sjørørret i vektområdet 19-70 gram. Hvis vi antar at $0,35 \text{ lus g}^{-1}$ tilsvarer grensen for 100 % død eller prematur tilbakevandring for en sjørørret på 45 g (midtpunkt i vektintervallet) får vi $15,75 \text{ lus}$ på en fisk med overflateareal 139 cm^2 , det vil si $0,113 \text{ lus cm}^{-2}$. **Figur 9.11.1** viser hvordan antall lus g^{-1} vil endre seg med økende masse når vi holder antall lus cm^{-2} konstant lik 0,113. Merk spesielt at vi ved å oppgi tålegrenser i lus cm^{-2} ikke lenger trenger å ha ulike grenseverdier for fisk under og over 150 g, de to tålegrensene på henholdsvis $0,30$ og $0,15 \text{ lus g}^{-1}$ tilnærmes godt i sine respektive vektintervaller (**Figur 9.11.1**). Størrelsen på fisken øker utover sesongen og mange fisk får størrelser over 150 g (**Figur 9.11.2**).



Figur 9.11.1. Sammenhengen mellom antall lus g^{-1} og masse når overflatetettheten for lus er holdt konstant lik $0,113 \text{ lus cm}^{-2}$ (sort linje). Dette tilsvarer tålegrensa for 100 % død eller prematur tilbakevandring. Horisontale stipla røde linjer angir Taranger et al. (2012, 2015) sine tålegrenser på 0,30 og 0,15 for laksefisk henholdsvis under eller over 150 g. Vertikale stipla linjer angir fisk på 45 g og 150 g.



Figur 9.11.2. Fordeling av vekten på simulerte førstegangsvandrere sjørørret den 1. juli, 1. august og 1. september 2024. De stiplede linjene markerer 45 og 150 g.

I implementeringen bruker vi tålegrensene:

- 100 % vil dø eller prematurt tilbakevandre om infestasjonsgraden er $>0,113 \text{ lus cm}^{-2}$,
- 50 % om infestasjonsgraden er mellom $0,076$ og $0,113 \text{ lus cm}^{-2}$,
- 20 % om infestasjonsgraden er mellom $0,038$ og $0,076 \text{ lus cm}^{-2}$,
- og 0 % om infestasjonsgraden er $< 0,038 \text{ lus cm}^{-2}$.

I sensitivitetsanalysen halverer og doubler vi tålegrensene. Dette er et stort spenn av verdier, siden en fisk vil tåle fire ganger flere lus ved doubling sammenlignet med halvering av tålegrensene. Vi inkluderer også tålegrensene basert på lus g^{-1} for små laksefisk ($< 150 \text{ g}$). Tålegrensene basert på lus g^{-1} viser seg å tilsvare doubling av tålegrensene basert på lus cm^{-2} i sensitivitetsanalysen (begge disse minker påvirkningen av lakselus betraktelig). Grunnen til at påvirkningen blir så lav med tålegrenser basert på lus g^{-1} for små laksefisk er at det er mye fisk over 150 g i simuleringene (jamfør tålegrenser basert på lus g^{-1} for større laksefisk).

De modellerte fiskene har en viss sannsynlighet for å bli lusepåvirket den dagen de ulike tålegrensene blir nådd slik at prosentandelene over stemmer for den modellerte fiskebestanden. Om en enkelt modellert fisk blir påvirket eller ikke blir trukket fra en binomisk fordeling.

9.12 Utregning av indikatorverdiene

Hver modellert fisk fra en gitt elv har et sjøopphold i en situasjon uten lakseluspåvirkning. Dette gir fisken en vekt når den returnerer til elven. I en situasjon med lus fra oppdrett vil en andel av de modellerte fiskene bli påvirket av lakselus, dette er gitt av hvor mange lus fisken får på seg i modellen og tålegrensene. Når en fisk blir påvirket vil en viss andel av disse fiskene dø og en viss andel vil søke tilbake til ferskvann (prematurt tilbakevandre) og få et veksttap. Ved å sammenligne de modellerte fiskene i situasjonene med og uten lakseluspåvirkning kan vi regne ut den relative forskjellen i overlevelse og vekst i de to situasjonene. Fra dette kan vi regne ut den relative forskjellen i forventet total reproduktiv suksess (TRS), eller fitness, for fisk som opplever et forhøyet nivå av lakselus vs. fisk som ikke opplever dette. For førstegangsvandrende sjørørthunner er dette gitt ved (Bolstad et al. 2025a):

$$\frac{TRS^*}{TRS} = \frac{s_1^*}{s_1} \left(\frac{g_1^*}{g_1} \right)^b,$$

hvor asterisken indikerer situasjonen med forhøyete nivå av lakselus, s_1 er overlevelsen første sommer i sjøen, g_1 er veksten første sommer i sjøen og b er skaleringssekspONENTEN i forholdet mellom kroppsvekt og antall egg hos en sjørørthunn. Vi bruker $b = 1$ i implementeringen. Gjennom den samme metoden kan en regne ut nedgangen i fitness for lusepåvirkning på andregangsvandrende sjørørthunner, og for den kombinerte effekten av lusepåvirkning både på første og andregangsvandrende sjørørthunner (se ligning 1 og Bolstad et al. 2025a).

Et viktig poeng med indikatorimplementeringen er at vi ikke måler absolutt overlevelse. For utregning av indikatorverdien er det den relative forskjellen som er viktig, altså forholdstallet s_1^*/s_1 . Derfor er målet på dødelighet i de lusepåvirkede modellerte fiskene ikke absolutt mortalitet som følge av påvirkning fra lakselus, men den relative forskjellen i mortalitet mellom lusepåvirkede og ikke-lusepåvirkede fisk. Når det er 30% mortalitet i modellen på lusepåvirkede fisk betyr dette at det er 30% flere av de lusepåvirkede fiskene som dør sammenlignet med de ikke-lusepåvirkede fiskene.

Vi har lite informasjon om hvor stor andel av de lusepåvirkede individene som vil dø og hvor stor andel som vil prematurt vandre tilbake til ferskt eller brakt vann. Vi anser at det er sannsynlig at færre enn 50 % av lusepåvirkede fiskene dør som følge av lakselusinfestasjon. I utgangspunktet antar vi i indikatormodellen at 30 % av disse fiskene dør. Dette er på linje

med estimatene på reduksjon av overlevelse i Vollset et al. (2025). I sensitivitetsanalysen bruker vi de to ytterpunktene, enten at alle de påvirkede individene prematurt tilbakevandrer eller at alle dør.

9.13 Usikkerhet i indikatorverdiene

Den virtuelle sjørretmodellen gir en indikatorverdi per vassdrag og vi presenterer en gjennomsnittsverdi per produksjonsområde med et oppgitt usikkerhetsintervall (95 % konfidensintervall). Usikkerheten i gjennomsnittsverdien kommer fra variasjonen i de underliggende variablene størrelse og tidspunkt for utvandring, tidspunkt for tilbakevandring og lusepåslag. For størrelse og tidspunkt for utvandring og for tidspunkt for tilbakevandring inkluderer vi både usikkerheten i parameter estimatene, vassdragsvariasjonen og årsvariasjon. Usikkerheten som følger av vassdragsvariasjon er antatt å være uavhengig mellom vassdrag, men usikkerheten i parameter estimatene og som følge av årsvariasjon er antatt å være fullstendig korrelert mellom vassdragene. For lusepåslagsparameterne (β og θ) inkluderer vi den estimerte usikkerheten som følger av variasjon mellom NALO-stasjoner og år, og vi antar at denne usikkerheten er fullstendig korrelert mellom vassdrag.

Usikkerhetene er estimert ved at vi kjører den virtuelle sjørretmodellen for 1000 simuleringer per elv med ulike parameterverdier (trukket fra usikkerhetsfordelingene). Dette gir en fordeling av indikatorverdier for hvert vassdrag. Hver kjøring har ti fisk per vassdrag, noe som gir totalt 10 000 simulerte fisk per vassdrag.

Vi vil ikke at antall modellert fisk skal ha noen betydning for estimatet av usikkerhet. Vi transformerte derfor usikkerhetsfordelingen til hvert vassdrag ved

$$X' = \frac{X - \bar{X}}{\sqrt{\text{Var}(X)}} \sqrt{\text{Var}(X) - \overline{SE^2}} + \bar{X}$$

hvor X er indikatorverdiene i for et vassdrag, $\bar{X}$ er gjennomsnittlig indikatorverdi for et vassdrag og $\overline{SE^2}$ er gjennomsnittet av de kvadrerte standardfeilene for alle estimatene av X . I denne transformerte fordelingen av indikatorverdier (X') har vi tatt bort variasjonen som skyldes et begrenset antall modellerte individer for hver kjøring ($\overline{SE^2}$). Sannsynlighetsfordelingen til gjennomsnittlig indikatorverdi for en PO er gitt av fordelingene X' .

Denne usikkerhetsfordelingen reflekterer ikke usikkerheten i alle variablene/antagelsene i modellen. Vi gjør derfor sensitivitetsanalyser for å undersøke hvordan ulike antagelser påvirker indikatorverdiene.

10 Referanser

- Asplin, L., Albretsen, J., Johnsen, I.A. & Sandvik, A.D. 2020. The hydrodynamic foundation for salmon lice dispersion modeling along the Norwegian coast. *Ocean Dynamics* 70: 1151-1167. <https://doi.org/10.1007/s10236-020-01378-0>
- Bekkevold, D., Höjesjö, J., Nielsen, E.E., Aldvén, D., Als, T.D., Sodeland, M., Kent, M.P., Lien, S. & Hansen, M.M. 2020. Northern European *Salmo trutta* (L.) populations are genetically divergent across geographical regions and environmental gradients. *Evolutionary Applications* 13(2): 400-416. <https://doi.org/10.1111/eva.12877>
- Birnie-Gauvin, K., Thorstad, E.B. & Aarestrup, K. 2019. Overlooked aspects of the *Salmo salar* and *Salmo trutta* lifecycles. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 29: 749-766. <https://doi.org/10.1007/s11160-019-09575-x>
- Bolstad, G.H., Diserud, O.H., Paterson, R.A., Ulvan, E.M., Karlsson, S., Ugedal, O. & Næsje, T.F. 2025a. A fitness-based indicator for the effect of aquaculture-produced salmon lice on wild sea trout. *ICES Journal of Marine Science* 82: fsae192. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsae192>
- Bolstad, G.H., Holstad, A., Diserud, O., Eldøy, S., Karlsen, Ø., Sandvik, A.D., Haraldstad, T., Haugen, T., Hawley, K.L., Karlsson, S., Lamberg, A., Paterson, R.A., Sægvog, H., Ugedal, O., Ulvan, E.M., Urke, H.A., Vollset, K.W. & Næsje, T.F. 2025b. Foreløpige indikatorverdier (*Itrutta*) for sjørret i produksjonsområdene i 2021 og 2024. NINA Rapport 2635. Norsk institutt for naturforskning. <https://hdl.handle.net/11250/3215425>
- Bourret, V., Kent, M.P., Primmer, C.R., Vasemägi, A., Karlsson, S., Hindar, K., McGinnity, P., Verspoor, E., Bernatchez, L. & Lien, S. 2013. SNP-array reveals genome-wide patterns of geographical and potential adaptive divergence across the natural range of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Molecular Ecology* 22(3): 532-551. <https://doi.org/10.1111/mec.12003>
- Bremset, G., Urke, H.A., Solem, Ø., Kjøsnes, A.J., Kristensen, T. & Ulvund, J.B. 2017. Studier av vandring hos sjøaure fra Driva. Vandringsmønster i elv og sjø i perioden 2009-2011. NINA Rapport 1253. Norsk institutt for naturforskning. <http://hdl.handle.net/11250/2433001>
- Bui, S., Halttunen, E., Mohn, A.M., Vågseth, T. & Oppedal, F. 2018. Salmon lice evasion, susceptibility, retention, and development differ amongst host salmonid species. *ICES Journal of Marine Science* 75: 1071-1079. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsx222>
- Burnham, K.P. & Anderson, D.R. 2002. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach. Springer, New York.
- Crosbie, T., Wright, D.W., Oppedal, F., Johnsen, I.A., Samsing, F. & Dempster, T. 2019. Effects of step salinity gradients on salmon lice larvae behaviour and dispersal. *Aquaculture Environment Interactions* 11: 181-190. <https://doi.org/10.3354/aei00303>
- Davidsen, J.G., Eldøy, S.H., Meyer, I., Halvorsen, A.E., Sjursen, A.D., Rønning, L., Schmidt, S.N., Præbel, K., Daverdin, M., Bårdsen, M.T., Whoriskey, F. & Thorstad, E.B. 2019. Sjørret og sjørøye i Skjerstadfjorden - Marine vandringer, områdebruk og genetikk. NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2019-5. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. <https://hdl.handle.net/11250/4430886>
- Davidsen, J.G., Eldøy, S.H., Rønning, L., Lange, R.R., Sand, S.E., Endresen, J., Birkeland, T.D. & Daverdin, M. 2025. Marine vandringer og områdebruk til ørret- og laksesmolt i Beiarfjorden og ved Sandhornøya, Nordland. NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2025-3. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. <https://hdl.handle.net/11250/3213017>
- Davidsen, J.G., Halvorsen, A.E., Eldøy, S.H., Thorstad, E.B. & Vøllestad, L.A. 2023. Brown trout (*Salmo trutta* L. 1758) and Arctic charr [*Salvelinus alpinus* (L. 1758)] display different marine behaviour and feeding strategies in sympatry. *Journal of Fish Biology* 102: 1129-1140. <https://doi.org/10.1111/jfb.15354>
- del Villar-Guerra, D., Aarestrup, K., Skov, C. & Koed, A. 2014. Marine migrations in anadromous brown trout (*Salmo trutta*). Fjord residency as a possible alternative in the continuum of migration to the open sea. *Ecology of Freshwater Fish* 23: 594-603. <https://doi.org/10.1111/eff.12110>

- Dodson, J.J., Aubin-Horth, N., Thériault, V. & Páez, D.J. 2013. The evolutionary ecology of alternative migratory tactics in salmonid fishes. *Biological Reviews* 88(3): 602-625. <https://doi.org/10.1111/brv.12019>
- Duval, E., Skaala, Ø., Quintela, M., Dahle, G., Delaval, A., Wennevik, V., Glover, K.A. & Hansen, M.M. 2021. Long-term monitoring of a brown trout (*Salmo trutta*) population reveals kin-associated migration patterns and contributions by resident trout to the anadromous run. *BMC Ecology and Evolution* 21(1): 143. <https://doi.org/10.1186/s12862-021-01876-9>
- Eldøy, S.H., Bordeleau, X., Crossin, G.T. & Davidsen, J.G. 2019. Individual repeatability in marine migratory behavior: a multi-population assessment of anadromous brown trout tracked through consecutive feeding migrations. *Frontiers in Ecology and Evolution* 7: 420. <https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00420>
- Eldøy, S.H., Bordeleau, X., Lawrence, M.J., Thorstad, E.B., Finstad, A.G., Whoriskey, F.G., Crossin, G.T., Cooke, S.J., Aarestrup, K., Rønning, L., Sjursen, A.D. & Davidsen, J.G. 2021. The effects of nutritional state, sex and body size on the marine migration behaviour of sea trout. *Marine Ecology Progress Series* 665: 185–200. <https://doi.org/10.3354/meps13670>
- Eldøy, S.H., Davidsen, J.G., Thorstad, E.B., Whoriskey, F., Aarestrup, K., Næsje, T.F., Rønning, L., Sjursen, A.D., Rikardsen, A.H. & Arnekleiv, J.V. 2015. Marine migration and habitat use of anadromous brown trout (*Salmo trutta*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 72: 1366-1378. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2014-0560>
- Elliott, J.M. 1995. Fecundity and egg density in the redd for sea trout. *Journal of Fish Biology* 47(5): 893-901. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1995.tb06010.x>
- Elliott, J.M., Hurley, M.A. & Fryer, R.J. 1995. A new, improved growth model for brown trout, *Salmo trutta*. *Functional Ecology* 9(2): 290-298. <https://doi.org/10.2307/2390576>
- Ferguson, A., Reed, T.E., Cross, T.F., McGinnity, P. & Prodöhl, P.A. 2019. Anadromy, potamodromy and residency in brown trout *Salmo trutta*: the role of genes and the environment. *Journal of Fish Biology* 95(3): 692-718. <https://doi.org/10.1111/jfb.14005>
- Finstad, B., Sandvik, A.D., Ugedal, O., Vollset, K.W., Karlson, Ø., Davidsen, J.G., Sægrov, H. & Lennox, R.J. 2021. Development of a risk assessment method for sea trout in coastal areas exploited for aquaculture. *Aquaculture Environment Interactions* 13: 133-144. <https://doi.org/10.3354/aei00391>
- Gjelland, K.Ø. and Hedger, R.D., 2013. Environmental influence on transmitter detection probability in biotelemetry: developing a general model of acoustic transmission. *Methods in Ecology and Evolution* 4(7): 665-674.
- Glover, K.A., Hamre, L.A., Skaala, Ø. & Nilsen, F. 2004. A comparison of sea louse (*Lepeophtheirus salmonis*) infection levels in farmed and wild Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) stocks. *Aquaculture* 232: 41-52. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(03\)00454-X](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00454-X)
- Griffiths, A.M., Koizumi, I., Bright, D. & Stevens, J.R. 2009. A case of isolation by distance and short-term temporal stability of population structure in brown trout (*Salmo trutta*) within the River Dart, southwest England. *Evolutionary Applications* 2: 537-554.
- Hagen, I.J., Skaala, Ø., Quintela, M., Dahle, G., Fiske, P., Foldvik, A., Glover, K.A., Hindar, K., Knutsen, H., Lo, H., Sodeland, M., Sægrov, H. & Karlsson, S. 2025. The genetic structure of sea trout (*Salmo trutta* L.) in Norway. *ICES Journal of Marine Science* 82: fsaf151. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsaf151>
- Hagen, I.J., Paterson, R.A., Karlsson, S., Diserud, O.H., Bolstad, G.H., Ulvan, E.M., Ugedal, O. & Næsje, T.F. Genetic composition of facultatively anadromous brown trout (*Salmo trutta* L.) in a freshwater-lake system. Submitted to *Journal of Fish Biology*.
- Hansen, T.F. & Pélabon, C. 2021. Evolvability: A quantitative-genetics perspective. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 52(1): 153-175. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-011121-021241>
- Hansen, M.M., Skaala, Ø., Jensen, L.F., Bekkevold, D. & Mensberg, K.-L.D. 2007. Gene flow, effective population size and selection at major histocompatibility complex genes: brown trout in the Hardanger Fjord, Norway. *Molecular Ecology* 16: 1413-1425.

- Hamre, L., Bui, S., Oppedal, F., Skern-Mauritzen, R. & Dalvin, S. 2019. Development of the salmon louse *Lepeophtheirus salmonis* parasitic stages in temperatures ranging from 3 to 24°C. *Aquaculture Environment Interactions* 11: 429-443. <https://doi.org/10.3354/aei00320>
- Haraldstad, T., Höglund, E., Kroglund, F., Lamberg, A., Olsen, E.M. & Haugen, T.O. 2018. Condition-dependent skipped spawning in anadromous brown trout (*Salmo trutta*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 75(12): 2313-2319. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2017-0076>
- Haraldstad, T., Höglund, E., Kroglund, F., Olsen, E.M., Hawley, K.L. & Haugen, T.O. 2022. Anthropogenic and natural size-related selection act in concert during brown trout (*Salmo trutta*) smolt river descent. *Hydrobiologia* 849(2): 557-570. <https://doi.org/10.1007/s10750-020-04329-4>
- Haraldstad, T., Johansen, K., Höglund, E. & Korslund, L. 2024. Overvåking av sjøørret i kystvassdrag langs Sørlandskysten. - Utvandringstidspunkt, sjøoverlevelse og livshistoriestrategier. LFI Rapport nr. 549, 28 s.
- Haraldstad, T., Kroglund, F., Kristensen, T., Jonsson, B. & Haugen, T.O. 2017. Diel migration pattern of Atlantic salmon (*Salmo salar*) and sea trout (*Salmo trutta*) smolts: an assessment of environmental cues. *Ecology of Freshwater Fish*, 26: 541-551.
- Hawley, K.L., Thaulow, J., Urke, H.A., Kristensen, T., Barson, N.J. and Haugen, T.O., 2025. Dispersal and gene flow among potential spawners: source-sink structure among populations of anadromous brown trout exposed to multifaceted anthropogenic impacts. *Evolutionary Applications* 18(7): e70130. <https://doi.org/10.1111/eva.70130>.
- Hawley, K.L. 2024. Brown trout anadromy in the Anthropocene. Philosophiae Doctor (PhD) Thesis. Norwegian University of Life Sciences Faculty of Environmental Sciences and Natural Resource Management. Thesis number 2024:50, ISBN 978-82-575-2178-3
- Hawley, K.L., Urke, H.A., Kristensen, T. & Haugen, T.O. 2024a. Balancing risks and rewards of alternate strategies in the seaward extent, duration and timing of fjord use in contemporary anadromy of brown trout (*Salmo trutta*). *BMC Ecology and Evolution* 24: 27. <https://doi.org/10.1186/s12862-023-02179-x>
- Hawley, K.L., Urke, H.A., Kristensen, T. & Haugen, T.O. 2024b. Individual patterns of anadromy determine the cost of salmon lice exposure in brown trout. *Ecosphere* 15: e70098. <https://doi.org/10.1002/ecs2.70098>
- Hechinger, R.F., Sheehan, K.L. & Turner, A.V. 2019 Metabolic theory of ecology successfully predicts distinct scaling of ectoparasite load on hosts. *Proceedings of the Royal Society B* 286: 20191777. <https://doi.org/10.1098/rspb.2019.1777>
- Hendry, A.P., Farrugia, T.J. & Kinnison, M.T. 2008. Human influences on rates of phenotypic change in wild animal populations. *Molecular Ecology* 17: 20-29. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2007.03428.x>
- Hindar, K., Jonsson, B., Ryman, N. & Ståhl, G. 1991. Genetic relationships among landlocked, resident, and anadromous brown trout, *Salmo trutta* L. *Heredity* 66: 83-91. <https://doi.org/10.1038/hdy.1991.11>
- Holstad, A., Voje, K.L., Oppedal, Ø.H., Bolstad, G.H., Bourg, S., Hansen, T.F. & Pélabon, C. 2024. Evolvability predicts macroevolution under fluctuating selection. *Science* 384(6696): 688-693. <https://doi.org/10.1126/science.adi8722>
- Jaworski, A. & Holm, J.C. 1992. Distribution and structure of the population of sea lice, *Lepeophtheirus salmonis* Krøyer, on Atlantic salmon, *Salmo salar* L., under typical rearing conditions. *Aquaculture and Fisheries Management* 23: 577-589. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.1992.tb00802.x>
- Jensen, A.J., Diserud, O.H., Finstad, B., Fiske, P. & Thorstad, E.B. 2022. Early-season brown trout (*Salmo trutta*) migrants grow and survive better at sea. *Journal of Fish Biology* 100: 1419-1431. <https://doi.org/10.1111/jfb.15052>
- Jensen, A.J., Finstad, B., Fiske, P., Diserud, O.H. & Thorstad, E.B. 2020. Repeatable individual variation in migration timing in two anadromous salmonids and ecological consequences. *Ecology and Evolution* 10: 11727-11738. <https://doi.org/10.1139/f2012-005>

- Jensen, A.J., Finstad, B., Fiske, P., Hvidsten, N.A., Rikardsen, A.H. & Saksgård, L. 2012. Timing of smolt migration in sympatric populations of Atlantic salmon (*Salmo salar*), brown trout (*Salmo trutta*), and Arctic char (*Salvelinus alpinus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 69: 711-723.
- Jensen, A.J., Karlsson, S., Fiske, P., Hansen, L.P., Østborg, G.M. & Hindar, K. 2014. Origin and life history of Atlantic salmon (*Salmo salar*) near their northernmost oceanic limit. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 71: 1740-1746. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2014-0169>
- Jonsson, B. & Jonsson, N. 1993. Partial migration: niche shift versus sexual maturation in fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 3: 348-365. <https://doi.org/10.1007/BF00043384>
- Jonsson, B. & Jonsson, N. 2009. Migratory timing, marine survival and growth of anadromous brown trout *Salmo trutta* in the River Imsa, Norway. *Journal of Fish Biology* 74: 621-638. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2008.02152.x>
- Jonsson, B. & Jonsson, N. 2011. Ecology of Atlantic salmon and brown trout. Habitat as a template for life histories. Dordrecht Heidelberg London New York: Springer
- Jonsson, N. & Jonsson, B. 2002. Migration of anadromous brown trout *Salmo trutta* in a Norwegian river. *Freshwater Biology* 47: 1391-1401. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2002.00873.x>
- Jonsson, N., Jonsson, B., Knutsen, J.A., Knutsen, H. & Olsen, E.M. 2005. Sjøørretens habitatbruk og ernæring i kystnære farvann. NINA Temahefte 31: 39-47.
- Karlsson, S., Hagen I.J., Skoglund, H., Museth, J. & Urdal, K. 2025. Genetiske analyser av ørret fra Suldalsvatnet med tilløpselver. NINA Rapport 2618. Norsk institutt for naturforskning. <https://hdl.handle.net/11250/3209464>
- Kessel, S.T., Cooke, S.J., Heupel, M.R., Hussey, N.E., Simpfendorfer, C.A., Vagle, S. & Fisk, A.T. 2014. A review of detection range testing in aquatic passive acoustic telemetry studies. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 24(1): 199-218.
- Klemetsen, A., Amundsen, P.A., Dempson, J.B., Jonsson, B., Jonsson, N., O'Connell, M.F. & Mortensen, E. 2003. Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): a review of aspects of their life histories. *Ecology of Freshwater Fish* 12: 1-59. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0633.2003.00010.x>
- Knutsen, J.A., Knutsen, H., Gjøsæter, J. & Jonsson, B. 2001. Food of anadromous brown trout at sea. *Journal of Fish Biology* 59: 533-543. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2001.tb02359.x>
- Kristensen, T., Urke, H.A., Haugen, T.O., Rustadbakken, A., Alfredsen, J.A., Alfredsen, K. and Roseland, B.O. 2011. Sea trout (*Salmo trutta*) from River Lærdalselva, W Norway: a comparison of growth and migratory patterns in older and recent studies. NIVA rapport 6102. Norsk institutt for vannforskning.
- L'Abée-Lund, J.H., Jonsson, B., Jensen, A.J., Saettem, L.M., Heggberget, T.G., Johnsen, B.O. & Naesje, T.F. 1989. Latitudinal variation in life-history characteristics of sea-run migrant brown trout *Salmo trutta*. *Journal of Animal Ecology* 58(2): 525-542. <https://doi.org/10.2307/4846>
- Lehtonen, P.K., Tonteri, A., Sendek, D., Titov, S. & Primmer, C.R. 2009. Spatio-temporal genetic structuring of brown trout (*Salmo trutta* L.) populations within the River Luga, northwest Russia. *Conservation Genetics* 10(2): 281-289. <https://doi.org/10.1007/s10592-008-9577-2>
- Lennox, R.J., Hanssen, E.M., Normann, E.S., Barlaup, B.T., Nilsen, C.I., Dahlmo, L.S., Berhe, S. & Vollset, K.W. 2024. Migratory contingents of brown trout reveal variable exposure to anthropogenic threats along a fjord-river continuum. *Marine Ecology* 45: e12820. <https://doi.org/10.1111/maec.12820>
- Lembo, G., Spedicato, M.T., Økland, F., Carbonara, P., Fleming, I.A., McKinley, R.S., Thorstad, E.B., Sisak, M. & Ragonese, S. 2002. A wireless communication system for determining site fidelity of juvenile dusky groupers *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) using coded acoustic transmitters. *Hydrobiologia*, 483(1): 249-257.
- Lynch, M. & Walsh, B. 1998. Genetics and analysis of quantitative traits. Sunderland, M.A: Sinauer.
- Meld. St. 16 (2014-2015). 2015. Forutsigbar og miljømessig bærekraftig vekst i norsk lakse- og ørre-toppdrett. Nærings- og fiskeridepartementet.

- Myksvoll, M.S., Asplin, L., Sandvik, A.D., Johnsen, I.A., Ådlandsvik, B., Albretsen, J. & Skardhamar, J. 2018. Modelling salmon lice copepodids along the Norwegian coast—comparing old and new particle tracking models. Rapport fra havforskningen 39-2018. Havforskningsinstituttet.
- Nevoux, M., Finstad, B., Davidsen, J.G., Finlay, R., Josset, Q., Poole, R., Höjesjö, J., Aarestrup, K., Persson, L., Tolvanen, O. & Jonsson, B. 2019. Environmental influences of life history strategies in partial anadromous brown trout (*Salmo trutta*, Salmonidae). Fish & Fisheries 20: 1051–1082. <https://doi.org/10.1111/faf.12396>
- Nilsen, R., Serra-Llinares, R.M., Sandvik, A.D., Lehmann, G.B., Skår, B., Uglem, I., Tonstad, A., Ambjørndalen, V. & Karlsen, Ø. 2024. Lakselusinfestasjon på vill laksefisk våren 2024. Rapport fra havforskningen 2024-29. Havforskningsinstituttet.
- Næsje, T.F., Bolstad, G.H., Diserud, O., Eldøy, S., Hagen, I.J., Haraldstad, T., Haugen, T.O., Hawley, K.L., Karlsen, Ø., Karlsson, S., Lamberg, A., Paterson, R.A., Sandvik, A.D., Sægvog, H., Ugedal, O., Ulvan, E.M., Urke, H.A. & Vollset, K.W. 2025. Sjørretindikator for implementering i Trafikk-lyssystemet. NINA rapport 2583. Norsk institutt for naturforskning. <https://hdl.handle.net/11250/3188898>
- O'Shea, B., Mordue-Luntz, A.J., Fryer, R.J., Pert, C.C. & Bricknell, I.R. 2006. Determination of the surface area of a fish. Journal of Fish Diseases 29(7): 437-440. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.2006.00728.x>
- Ostrovsky, I. 1995. The parabolic pattern of animal growth: determination of equation parameters and their temperature dependencies. Freshwater Biology 33: 357-71. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.1995.tb00398.x>
- Paterson, R.A., Berntsen, H.H., Næsje, T.F., Berg, M. & Finstad, B. 2021. Factors influencing return rate and marine residence duration in sea trout populations in Central Norway. Journal of Fish Biology 99: 875-887. <https://doi.org/10.1111/jfb.14770>
- Pulido, F. 2007. The genetics and evolution of avian migration. Bioscience 57(2): 165-174. <https://doi.org/10.1641/B570211>
- Roff, D.A. 1996. The evolution of threshold traits in animals. The Quarterly Review of Biology 71(1): 3-35. <https://doi.org/10.1086/419266>
- Samsing, F., Oppedal, F., Dalvin, S., Johnsen, I., Vågseth, T. & Dempster, T. 2016. Salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) development times, body size, and reproductive outputs follow universal models of temperature dependence. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 73: 1841-1851. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2016-0050>
- Sandvik, A.D., Johnsen, I.A., Myksvoll, M.S., Svik, P.N. & Skogen, M.D. 2020. Prediction of the salmon lice infestation pressure in a Norwegian fjord. ICES Journal of Marine Science 77: 746-756. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsz256>
- Shchepetkin, A.F. & McWilliams, J.C. 2005. The regional oceanic modeling system (ROMS): a split-explicit, free-surface, topography-following-coordinate oceanic model. Ocean Modelling 9: 347-404. <https://doi.org/10.1016/j.ocemod.2004.08.002>
- Serra-Llinares, R.M., Bøhn, T., Karlsen, Ø., Nilsen, R., Freitas, C., Albretsen, J., Haraldstad, T., Thorstad, E.B., Elvik, K.M.S. & Bjørn, P.A. 2020. Impacts of salmon lice on mortality, marine migration distance and premature return in sea trout. Marine Ecology Progress Series 635: 151-168. <https://doi.org/10.3354/meps13199>
- Sigourney, D.B., Letcher, B.H., Obedzinski, M. & Cunjak, R.A. 2008. Size-independent growth in fishes: patterns, models and metrics. Journal of Fish Biology 72: 2435-2455. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2008.01830.x>
- Skaala, Ø. & Nævdal, G. 1989. Genetic differentiation between freshwater resident and anadromous brown trout, *Salmo trutta*, within watercourses. Journal of Fish Biology 34: 597-605. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1989.tb03338.x>
- Skern-Mauritzen, R., Sissener, N.H., Sandvik, A.D., Meier, S., Sævik, P.N., Skogen, M.D., Vågseth, T., Dalvin, S., Skern-Mauritzen, M. & Bui, S. 2020. Parasite development affect dispersal dynamics; infectivity, activity and energetic status in cohorts of salmon louse copepodids. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 530: 151429. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2020.151429>

SSB 2025. <https://www.ssb.no/statbank/table/08991/>

Stien, A., Bjorn, P.A., Heuch, P.A. & Elston, D.A. 2005. Population dynamics of salmon lice on Atlantic salmon and sea trout. *Marine Ecology Progress Series* 290: 263-275. <https://doi.org/10.3354/meps290263>

Stige, L.C., Vollset, K.W., Diserud, O., Karlsen, Ø., Knutsen, Ø., Nilsen, F., Paterson, R.A., Qviller, L., Skardhamar, J. & Lille-Langøy, R. 2025. Produksjonsområdebaseret vurdering av lakselusindusert villfiskdødelighet 2025. Rapport fra ekspertgruppe for vurdering av lusepåvirkning. <https://hdl.handle.net/11250/3167955>

Taranger, G.L., Karlsen, O., Bannister, R.J., Glover, K.A., Husa, V., Karlsbakk, E., Kvamme, B.O., Boxaspen, K.K., Bjorn, P.A., Finstad, B., Madhun, A.S., Morton, H.C. & Svåsand, T. 2015. Risk assessment of the environmental impact of Norwegian Atlantic salmon farming. *ICES Journal of Marine Science* 72: 997-1021. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu132>

Taranger, G.L., Svåsand, T., Bjørn, P.A., Jansen, P.A., Heuch, P.A., Grøntvedt, R.N., Asplin, L., Skilbrei, O., Glover, K., Skaala, Ø., Wennevik, V. & Boxaspen, K.K. 2012. Forslag til førstegenerasjons målemetode for miljøeffekt. Rapport fra Havforskningen 13-2012. Havforskningsinstituttet. <https://hdl.handle.net/11250/116719>

Thorstad, E.B., Todd, C.D., Uglem, I., Bjørn, P.A., Gargan, P.G., Vollset, K.W., Halttunen, E., Kålås, S., Berg, M. & Finstad, B. 2015. Effects of salmon lice *Lepeophtheirus salmonis* on wild sea trout *Salmo trutta* a literature review. *Aquaculture Environment Interactions* 7(2): 91-113. <https://doi.org/10.3354/aei00142>

Thorstad, E.B., Todd, C.D., Uglem, I., Bjørn, P.A., Gargan, P.G., Vollset, K.W., Halttunen, E., Kålås, S., Berg, M. & Finstad, B. 2016. Marine life of the sea trout. *Marine Biology* 163: 1-19. <https://doi.org/10.1007/s00227-016-2820-3>

Thorstad, E.B., Økland, F., Rowsell, D. & McKinley, R.S. 2000. A system for automatic recording of fish tagged with coded acoustic transmitters. *Fisheries Management and Ecology* 7(4): 281-294.

Urke, H.A., Kristensen, T., Alfredsen, K.T., Daae, K.L. & Alfredsen, J.A. 2010. Utvandringstidspunkt og marin åtfærd hjå smolt frå Lærdalselva. NIVA rapport. 6033-2010. Norsk institutt for vannforskning.

Uyeda, J.C., Hansen, T.F., Arnold, S.J. & Pienaar, J. 2011. The million-year wait for macroevolutionary bursts. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108(38): 15908-15913. <https://doi.org/10.1073/pnas.101450310>

Vollset, K.W., Nilsen, F., Ellingsen, I., Karlsen, Ø., Paterson, R.A., Qviller, L., Skardhamar, J., Stige, L.C., Sægrov, H., Ugedal, O. & Dalvin, S. 2022. Produksjonsområdebaseret vurdering av lakselusindusert villfiskdødelighet i 2022. Rapport fra ekspertgruppe for vurdering av lusepåvirkning. <https://hdl.handle.net/11250/3036032>

Vollset, K.W., Skår, B., Lennox, R.J., Serra-Llinares, R.M. & Lehmann, G.B. 2025. Salmon louse infestation impairs the long-term survival of sea-run brown trout. *Ecology and Evolution* 15(8): e71006. <https://doi.org/10.1002/ece3.71006>

VRL Vitenskapelig råd for lakseforvaltning. 2022. Klassifisering av tilstanden til sjørret i 1279 vassdrag. Temarapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 9. <https://hdl.handle.net/11250/2988348>

VRL Vitenskapelig råd for lakseforvaltning. 2023. Trusselvurdering for sjørret. Temarapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 12. <https://hdl.handle.net/11250/3093719>

VRL Vitenskapelig råd for lakseforvaltning. 2025. Status for norske laksebestander i 2025. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 21.

Wells, A., Grierson, C.E., MacKenzie, M., Russon, I.J., Reinardy, H., Middlemiss, C., Bjørn, P.A., Finstad, B., Bonga, S.E.W., Todd, C.D. & Hazon, N. 2006. Physiological effects of simultaneous, abrupt seawater entry and sea lice (*Lepeophtheirus salmonis*) infestation of wild, sea-run brown trout (*Salmo trutta*) smolts. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 63(12): 2809-2821. <https://doi.org/10.1139/f06-160>

Wennevik, V., Quintela, M., Skaala, Ø., Verspoor, E., Prusov, S. & Glover, K.A. 2019. Population genetic analysis reveals a geographically limited transition zone between two genetically distinct

Atlantic salmon lineages in Norway. *Ecology and Evolution* 9: 6901–6921.
<https://doi.org/10.1002/ece3.5258>

11 Vedlegg

Tabell 11.1. Tabell over oppdaterte anadrome elveareal (m²) brukt til vektete indikatorverdier.

Vassdragsnr.	Navn	Fylke	Elveareal fra VRL (2022)	Oppdatert elveareal
041.1Z	Fjonselva	Vestland	278 093	1200 ^{1.}
055.7Z	Oselva	Vestland	1 076 799	180 000 ^{2.}
062.Z	Vosso	Vestland	5 071 376	1 052 078 ^{3.}
067.4Z	Hopevassdraget	Vestland	11 061	10 494 ^{4.}
071.Z	Nærøydal	Vestland	451 224	250 000 ^{2.}
073.Z	Lærdalselva	Vestland	1 833 960	750 000 ^{2.}
084.7Z	Nausta	Vestland	835 303	400 000 ^{5.}

1. Johnsen, G. H. 2007. Dokumentasjonsvedlegg til søknad om utvidelse ved Fjon Bruk (reg.nr. H/So 003). Rådgivende Biologer AS, rapport 973. ISBN 978- 82-7658-522-3

2. Skurdal, J., Hansen, L. P., Skaala, Ø., Sægrov, H. og Lura, H. 2001. *Elvevis vurdering av bestandsstatus og årsaker til bestandsutviklingen av laks i Hordaland og Sogn og Fjordane*. DN-Utredning 2001–2.

3. Barlaup, Bjørn T. (redaktør). 2008. Nå eller aldri for Vossolaksen – anbefalte tiltak med bakgrunn i bestandsutvikling og trusselfaktorer DN-utredning 2008-9

4. Hulbak, M.A., Hellen B.A., Kålås S. og Skår S. 2022. Habitatkartlegging av sjøørretbekker i Nordhordland vannområde i 2020-2021. Rådgivende Biologer AS, rapport 3545. ISBN 978- 82-8308-886-1

5. Sægrov, H. 2002. Biologisk delplan for Nausta. Rådgivende Biologer AS, rapport nr. 536

Norsk institutt for naturforskning, NINA, er en uavhengig stiftelse som forsker på natur og samspillet natur–samfunn.

NINA ble etablert i 1988. Hovedkontoret er i Trondheim, med avdelingskontorer i Tromsø, Lillehammer, Bergen og Oslo. I tillegg driver NINA Sæterfjellet avlsstasjon for fjellrev på Oppdal, og forskningsstasjonen for vill laksefisk på Ims i Rogaland.

NINAs virksomhet omfatter både forskning og utredning, miljøovervåking, rådgivning og evaluering. NINA har stor bredde i kompetanse og erfaring med både naturvitere og samfunnsvitere i staben. Vi har kunnskap om artene, naturtypene, samfunnets bruk av naturen og sammenhenger med de store drivkreftene i naturen.

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-5515-8

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

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

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger