

Vurdering av metodikk for andregenerasjons gytebestandsmål for norske laksebestander

Kjetil Hindar, Ola H. Diserud, Richard D. Hedger, Anders G. Finstad, Peder Fiske, Anders Foldvik, Torbjørn Forseth, Elisabet Forsgren, Eli Kvingedal, Grethe Robertsen, Øyvind Solem, Line E. Sundt-Hansen og Ola Ugedal



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

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

NINA Temahefte

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

NINA Fakta

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

Annen publisering

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

Vurdering av metodikk for andregenerasjons gytebestandsmål for norske laksebestander

Kjetil Hindar
Ola H. Diserud
Richard D. Hedger
Anders G. Finstad
Peder Fiske
Anders Foldvik
Torbjørn Forseth
Elisabet Forsgren
Eli Kvingedal
Grethe Robertsen
Øyvind Solem
Line E. Sundt-Hansen
Ola Ugedal

Hindar, K., Diserud, O.H., Hedger, R.D., Finstad, A.G., Fiske, P., Foldvik, A., Forseth, T., Forsgren, E., Kvingedal, E., Robertsen, G., Solem, Ø., Sundt-Hansen, L.E. & Ugedal, O. 2019. Vurdering av metodikk for andregenerasjons gytebestandsmål for norske laksebestander. NINA Rapport 1303. Norsk institutt for naturforskning.

Trondheim, desember 2019

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2982-1

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Norunn S. Myklebust

KVALITETSSIKRET AV

Ingebrigt Uglem

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Anne Kristin Jøranlid (sign.)

OPPDRAKSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Miljødirektoratet

OPPDRAKSGIVERS REFERANSE

M-1593 | 2019

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Helge Axel Dyrendal

FORSIDEBILDE

Skjultmålinger i Sogn. Foto: Anders G. Finstad

NØKKEWORD

- Norge
- laks *Salmo salar*
- biologiske referansepunkter
- habitat
- skjul
- bestandsdynamikk

KEY WORDS

- Norway
- Atlantic salmon
- biological reference points
- habitat
- shelter
- population dynamics

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

Postboks 5685 Sluppen
7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00

NINA Oslo

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon: 73 80 14 00

NINA Tromsø

Framsenteret
9296 Tromsø
Telefon: 77 75 04 00

NINA Lillehammer

Fakkelgården
2624 Lillehammer
Telefon: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Hindar, K., Diserud, O.H., Hedger, R.D, Finstad, A.G., Fiske, P., Foldvik, A., Forseth, T., Forsgren, E., Kvingedal, E., Robertsen, G., Solem, Ø., Sundt-Hansen, L.E. & Ugedal, O. 2019. Vurdering av metodikk for andregenerasjons gytebestandsmål for norske laksebestander. NINA Rapport 1303. Norsk institutt for naturforskning.

Gytebestandsmålet er det nivået for gytebestandsstørrelse som sikrer god smoltproduksjon og langsiktig levedyktighet i en laksebestand. I 2007 rapporterte vi et førstegenerasjons gytebestandsmål for 80 viktige laksebestander i Norge. Samtidig påpekte vi mulige begrensninger i førstegenerasjons gytebestandsmål, og noen mulige forbedringspunkter for å lage mer presise mål. Ett av disse var beregning av produktivt areal. Her rapporterer vi et omfattende feltarbeid med målsetting å gjøre habitatklassifisering med skjulmålinger i alle vassdragene der vi hadde gode bestand-rekrutteringsdata. Vi har også kunnet inkludere nye vassdrag i analysene, siden fokus på gytebestandsmål har ført til interesse for å inkludere stadig flere vassdrag med informasjon om gytebestand og rekruttering.

Vi har også videreutviklet vår dataanalyse med tanke på å kunne finne de viktigste mekanismene bak hvorfor det må legges mange egg pr areal for å fullrekruttere enkelte vassdrag, og langt færre egg pr areal for å fullrekruttere andre. Spesielt har vi fokusert på å forstå variasjonen i arealspesifikke gytebestandsmål mellom de vassdragene der vi har kunnskap om gytebestand og rekruttering. For å gjøre dette har vi satt alle vassdragene inn i en modell med felles stigningstall for rekruttering ved lave tettheter av gytefisk. Videre har vi gjennomført en rekke habitatmålinger for å se hvilke egenskaper ved elvene som best forklarer variasjonen i rekruttering og gytebestandsmål.

Vi finner at andelen grus, det vil si godt gytehabitat, forklarer variasjonen i arealspesifikt gytebestandsmål mellom vassdrag godt ($r^2 = 0,49$). Hvis vi i tillegg tar med andel oppveksthabitat (grusbunn- og steinbunnareal) innenfor 150 meter fra gyteplassene i modellen øker forklaringsgraden r^2 til 0,56. Bestand-rekrutteringsdata er krevende å samle inn, og i et variabelt miljø der variasjonen rundt bestand-rekrutteringskurven bli stor, så må en forklaringsgrad på over 50 % må sies å være tilfredsstillende.

Vi har gjort bruk av lokale ressurspersoner i feltarbeidet som er nødvendig for (blant annet) å måle skjul, beregne tetthet av laksunger og telle gytefisk. Vi anbefaler at et viktig steg for utvikling av andregenerasjons gytebestandsmål blir å gå gjennom alle elvene i de delene av Norge der det er gjort detaljerte feltundersøkelser av gytebestand, habitatkarakteristikk og rekruttering, og at dette gjøres sammen med institutter og lokale ressurspersoner med detaljkunnskap om vassdragene.

Etter fastsetting av gytebestandsmål for de viktigste laksevassdragene og beregning av måloppnåelse, økte fokuset på gytebestandsmål i Norge. Oppfølgingen tilsier at prosentvis måloppnåelse er bedre i dag enn da disse beregningene først ble presentert i 2009. Dette viser at innføringen av forvaltning etter gytebestandsmål har vært en formålstjenlig type regulering. Vi tror tilnærmingen til å sette enda mer presise gytebestandsmål presentert i denne rapporten kan gi ytterligere forbedringer.

Kjetil Hindar, Ola H. Diserud, Richard D. Hedger, Anders G. Finstad*, Peder Fiske, Anders Foldvik, Torbjørn Forseth, Elisabet Forsgren, Eli Kvingedal, Grethe Robertsen, Øyvind Solem, Line E. Sundt-Hansen, Ola Ugedal, Norsk institutt for naturforskning, 7485 Trondheim

*Nåværende adresse: Vitenskapsmuseet, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, 7491 Trondheim.

E-post: kjetil.hindar@nina.no

Abstract

Hindar, K., Diserud, O., Hedger, R.D., Finstad, A.G., Fiske, P., Foldvik, A., Forseth, T., Forsgren, E., Kvingedal, E., Robertsen, G., Solem, Ø., Sundt-Hansen, L.E. & Ugedal, O. 2019. Evaluation of methods for second generation spawning targets for Norwegian salmon populations. NINA Report 1303. Norwegian Institute for Nature Research.

The spawning target is defined as the spawning stock level that ensures a good smolt production and long-term viability of a fish population. In 2007, the first-generation spawning targets were reported for 80 Atlantic salmon populations in Norway. Simultaneously, we drew attention to limitations in the presented methodology and improvements for setting more precise spawning targets. One issue that could be improved was how productive area was calculated. In this report, we present the results from a substantial field work where we classified habitat and measured shelter in all rivers that had sufficiently good stock-recruitment data. We have also been able to include some new rivers in the stock-recruitment analyses, since the focus on spawning targets has led to an increased interest in stock-recruitment monitoring.

One aim of this study is to improve the analysis of the stock-recruitment relationship in order to uncover the most important mechanisms behind the variation among rivers in spawning target levels; why does one river require a large number of eggs per area in order to be fully recruited while another river is fully recruited with fewer eggs per area. To do this, we have fitted a model to all rivers simultaneously where we assume that they have a common gradient for the recruitment from low spawner densities. Moreover, we have performed a series of habitat measurements to find characteristics of the rivers that may explain the variation in recruitment and spawning target.

We find the the proportion of gravel substrate, which characterizes good spawning habitat, explains the variation in area-specific spawning target well ($r^2 = 0.49$). When we add the area of rearing habitat (gravel and stone substrate) within 150 metres from the spawning habitat, the explanatory power increases to $r^2 = 0.56$. Stock-recruitment relationships are time-consuming to establish, and in a variable environment, more than 50% of the variation explained must be considered a satisfactory result.

In our work, we have used local resource persons in the field work for characterizing habitat and establish density of recruits and spawners. We suggest that an important step in establishing a second-generation spawning target for Norwegian salmon populations, is to work through all salmon rivers in those parts of Norway where the best local knowledge can be achieved, and to do this exercise in collaboration with research institutes and local resource persons.

In the years following the establishment of first-generation spawning target, and the subsequent estimates of the attainment of local management goals, the focus on spawning targets increased in Norway. Monitoring of salmon populations since then suggests that the percentage attainment of spawning targets is better today than when the first estimates were made in 2009. This suggests that management based on knowledge of spawning targets and their attainment is working according to management goals. We believe the methodology described in this report can provide even more precise spawning targets and lead to further improvements.

Kjetil Hindar, Ola H. Diserud, Richard D. Hedger, Anders G. Finstad*, Peder Fiske, Anders Foldvik, Torbjørn Forseth, Elisabet Forsgren, Eli Kvingedal, Grethe Robertsen, Øyvind Solem, Line E. Sundt-Hansen, Ola Ugedal, Norwegian Institute for Nature Research, NO-7485 Trondheim, Norway.

*Current address: Department of Natural History, Norwegian University of Science and Technology, NO-7491 Trondheim, Norway.

E-mail: kjetil.hindar@nina.no

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	4
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning	7
1.1 Utvikling av gytebestandsmål for norske laksebestander	7
1.2 Hvilke svakheter så vi i 2007?	8
1.3 Hva har vi gjort?	9
2 Metoder	11
2.1 Forenklet modell for SR-kunnskap	11
2.2 Studieområde	13
2.3 Gytebestand og rekruttering	16
2.4 Mesohabitat, substrat, skjulmålinger	16
2.5 Lokal kunnskap	19
3 Resultater	20
3.1 Fra gytebestand til rekrutter	20
3.2 Tetthet av 0+ og eldre laksunger i Nausta som mål på rekruttering	21
3.3 SR for ti bestander med felles stigningstall og ulik bærekapasitet	23
3.4 Mesohabitat, substrat, skjul	24
3.5 Elvemålinger (habitat) i relasjon til rekruttering	27
3.6 Grus (gytehabitat) pluss oppveksthabitat innenfor spredningsavstand	28
3.7 Lokal kunnskap	30
4 Diskusjon	32
4.1 Hva har vi lært av habitatkarakteristikk i SR-elver?	33
4.2 Rekruttering og tetthetsregulering	33
4.3 Forslag til tilnærming for andregenerasjons gytebestandsmål	34
4.4 Andre, framtidige studier	34
5 Konklusjon	36
6 Referanser	37
7 Vedlegg	39
7.1 Vedlegg 1: Gytebestandsmål for norske laksevassdrag versjon 1.1	39
7.2 Vedlegg 2: Habitatdata fra de utvalgte elvene	47
7.3 Vedlegg 3: Forholdet mellom gytebestandsmål og skjulmålinger	58

Forord

Med utgangspunkt i det NFR-finansierte prosjektet "Modelling stock-recruitment relationships in Atlantic salmon" og ønsker fra internasjonal og nasjonal forvaltning om å forvalte laksebestander etter gytebestandsmål, har NINA-forskere og andre medarbeidere i flere år arbeidet med å utvikle gytebestandsmål for laksebestander i Norge.

I 2007 rapporterte vi et førstegenerasjons gytebestandsmål for 80 viktige laksebestander i Norge. Samtidig påpekte vi mulige begrensninger i førstegenerasjons gytebestandsmål, og noen mulige forbedringspunkter for å lage enda mer presise mål. I 2013 gjorde vi en justering (versjon 1.1) av gytebestandsmålet for de viktigste vassdragene etter tilbakemeldinger fra fiskeforvaltere, grunneiere, fiskeforeninger eller andre som mente at gytebestandsmålet var satt for høyt, eller for lavt.

Her rapporterer vi hvordan vi har arbeidet etter at den første rapporten om gytebestandsmål ble publisert, og vurderer metodikk for å gi mer presise andregenerasjons gytebestandsmål. Vi takker en rekke medarbeidere i og utenfor NINA som har gjort det mulig å gjennomføre et stort feltarbeid i forhold til å finne nye metoder for å sette gytebestandsmål.

Prosjektet har vært støttet av Miljødirektoratet nasjonalt, og av ulike andre finansieringskilder lokalt. Jeg vil herved takke for den økonomiske støtten og for de innspillene vi har fått underveis.

Trondheim, desember 2019

Kjetil Hindar
Prosjektleder

1 Innledning

Formålet med denne rapporten er å utvikle en tilnærmingemetode som vil gjøre det mulig å predikere gytebestandsmål for *alle* norske laksebestander, basert på et utvalg elver med akseptable data på gytebestandsstørrelse og rekruttering (såkalt Stock-Recruitment (SR)) og annen kunnskap om miljø-, habitat- og bestandsvariabler som kan brukes til å overføre kunnskap fra godt kjente til mindre kjente laksebestander.

1.1 Utvikling av gytebestandsmål for norske laksebestander

Prosjektet "Modelling of stock-recruitment in Atlantic salmon" var støttet av Norges forskningsråd og Miljødirektoratet og sprang direkte ut av et arbeidsmøte om gytebestandsmål i Stjørdal 23.-24. april 2004, der forskere og forvaltere var samlet. Prosjektet har hatt som målsetting å øke forståelsen av bestandsforhold hos laks i Norge gjennom modellering av laksebestanders 'stock-recruitment'-forhold. Vår ambisjon er å foreslå retningslinjer for å fastsette biologiske referansepunkter for laksebestander, i første rekke det nivået for gytebestandsstørrelse som sikrer god smoltproduksjon og langsiktig levedyktighet – det såkalte **gytebestandsmålet**.

Med støtte fra Direktoratet for naturforvaltning (nå: Miljødirektoratet) utarbeidet vi i 2006 *førstegenerasjons* gytebestandsmål for de 80 viktigste laksevassdragene i Norge. Disse var på høring hos fylkesmennenes miljøvernmyndigheter og annen regional ekspertise vinter/vår 2007, og ble publisert i NINA Rapport 226 (Hindar m.fl. 2007).

Førstegenerasjons gytebestandsmål ble satt på bakgrunn av relativt lite data fra flertallet av vassdragene. I NINA Rapport 226 utledet vi SR-sammenhenger fra ni vassdrag med relativt gode data på bestandsstørrelse og rekruttering. Vi vurderte ulike typer gytebestandsmål basert på informasjon om gytebestand (S) og rekrutter (R). Dette var både parametriske mål, dvs. mål som er utledet fra en SR-modell, og også ikke-parametriske verdier fra datapunktene på gytebestand og rekrutter. De best egnede parametriske og ikke-parametriske målene så ut til å være henholdsvis gytebestandens størrelse (uttrykt som antall egg) ved topp-punktet i Shepherd-modellen (*Shep*), eller også den gjennomsnittlige gytebestanden for de fem høyeste verdiene av R (*Max5R*). R er vanligvis ungfisktetthet i våre beregninger.

Basert på kunnskap om SR-forhold i de ni vassdragene, fant vi at gytebestandsmålene i norske laksebestander kan grupperes i fire grupper av eggtettheter fra mindre enn 1,5 egg/m² til mer enn 5 egg/m² (dvs gruppene ble angitt som hhv. 1, 2, 4 og 6 egg/m² med et usikkerhetsintervall omkring hver av disse modalverdiene). *Shep* og *Max5R*, som vi fant var de mest robuste gytebestandsmålene i en analyse av usikkerhet i SR-forholdene i Altaelva, ga relativt like rangeringer av de ni elvene som ble sammenliknet (Hindar m.fl. 2007).

Vi overførte gytebestandsmål fra de ni data-rike elvene til mer data-fattige elver via en betraktning av skala (lakseførende areal) og en betraktning av bestandens populasjonsdynamikk/ produktivitet. Vanndekt areal for den lakseførende strekningen i hvert vassdrag ble beregnet med GIS-metoder fra digitalt kartverk i N50-serien fra Statens Kartverk, og kunnskap om vandringsstoppene i hovedvassdraget og i de enkelte sideelvene slik de er angitt i miljøforvaltningen sin oversikt.

Høsten 2007 gjennomførte vi en tilsvarende øvelse for 100 nye vassdrag og i løpet av 2009 ble gytebestandsmål satt for laksebestandene i 439 norske elver.

Informasjonen som ble brukt i vurderingene av arealspesifikke gytebestandsmål, dvs. hvor produktiv elva er, var for det store flertallet av vassdrag basert på fangststatistikk (omregnet til fangst pr arealenhet): den såkalte «laksestatistikken» over antall laks og antall kg laks fanget i norske

vassdrag startet i 1876 og finnes tilgjengelig hos Statistisk sentralbyrå <https://www.ssb.no/stat-bank/list/elvefiske> og i en kartbasert løsning hos Miljødirektoratet <http://lakseregister.fylkesmannen.no/lakseregister/public/>.

Fangstene av laks viser store år-til-år variasjoner, i tillegg til mer langsiktige trender som kan skyldes mange ulike naturlige og menneskeskapte årsaker, både i havet og i ferskvann. Registrert fangst kan også være påvirket av hvor god rapporteringen er. I vurderingen av hvor store fangstene er pr arealenhet i hvert vassdrag, brukte vi derfor fangstene sett over en lengre tidsperiode (1979-2005) og både gjennomsnittsverdier og maksimalverdier innenfor dette tidsrommet. Vi vurderte også generell informasjon om klimatiske forhold samt smoltalder fra skjellmaterialer (der denne opplysningen finnes), siden smoltalder kan være en indikasjon på hvor produktivt et vassdrag er for laks (Symons 1979). I tillegg har vi vurdert mer detaljert informasjon om bestandene (f. eks. smolt- og presmolttetthet) i de relativt få elvene der dette er rapportert.

For å oversette totalt antall egg som bør gytes i hver elv til den biomassen av hunnlaks som bør være der, har vi brukt relasjonen 1450 egg pr kg hunnlaks. Vi har også beregnet antall hunnlaks av gjennomsnittlig kroppsstørrelse som må til for å oppnå det beregnede eggantallet som tilsvarer gytebestandsmålet i hvert vassdrag.

I 2009 innførte Direktoratet for naturforvaltning prinsippet om forvaltning etter gytebestandsmål i norske laksebestander, der graden av måloppnåelse blir brukt som grunnlag for å regulere fangsten. Ansvar for å vurdere i hvilken grad gytebestandsmålet er oppnådd (dvs gytebestand etter fangst, målt opp i mot gytebestandsmålet) ble tillagt Vitenskapelig råd for lakseforvaltning (VRL). Måloppnåelsen vurderes årlig i VRL sin rapportserie med status for norske laksebestander (Anon. 2009; Anon. 2019).

Miljømyndighetene har satt som sitt forvaltningsmål at gytebestandsmålet skal være oppnådd i tre av fire år. VRL beregner også måloppnåelse for forvaltningsmålet og bruker i sine vurderinger at forvaltningsmålet er oppnådd, dersom det – gitt usikkerheten i beregningene – er mer enn 75 % sannsynlighet for at gytebestandsmålet er oppnådd i hvert av de fire årene (Anon. 2009). Metodikken er publisert internasjonalt (Forseth m.fl. 2013).

1.2 Hvilke svakheter så vi i 2007?

I NINA Rapport 226 ble usikkerhet i to variabler identifisert som sentrale hindringer med tanke på å sette mer presise gytebestandsmål i flertallet av norske laksevassdrag: fangstrater og beregninger av produktivt areal.

Fangstrater beregnes av Vitenskapelig råd for lakseforvaltning. I sin første rapport fra 2009 beregnet VRL typisk fangstrate i elv ved å sammenholde registrert fangst i 40 vassdrag med i alt 214 estimer av gytebestandsstørrelse i de samme vassdragene. Dette er vassdrag der det fins data fra ulike typer telling og beregning av antallet gytefisk som står igjen på gyteplassen etter fiskesesongen (Anon. 2009). Ut fra sine beregninger, fant VRL ut at fangsttrykket varierte mellom vassdrag med ulik vannføring (fra under 10 m³/s til mer enn 30 m³/s) og at det også varierte mellom ulike størrelsesgrupper av laks (smålags, mellomlags og storlags).

VRL brukte beregningene av typisk fangsttrykk i elv til å beregne gytebestanden i 180 elver som det fantes gytebestandsmål for i begynnelsen av 2009. Det var da mulig å beregne måloppnåelse av gytebestandsmålet (dvs. hvor stor den årlige gytebestanden er i forhold til det gytebestandsmålet som er satt for vassdraget). Beregning av i hvilken grad gytebestandsmålet er oppnådd tok hensyn til usikkerhet både i fastsettelsen av gytebestandsmål (for eksempel at klassen 4 egg/m² som modalverdi, dekker intervallet fra 3 til 5 egg/m²) og til usikkerhet i beregningene av fangstrate (Anon. 2009).

I 2018 ble det gjennomført tellinger og beregninger av antall laks i gytebestanden i 133 vassdrag. I mange av disse vassdragene er tellingene og fangststatistikken brukt direkte til å beregne lokalt fangsttrykk (Anon. 2019).

Gytebestand etter fangst er også en type informasjon som kan gå rett inn i beregninger av sammenhengen mellom gytebestand og rekruttering (Prévost m.fl. 2003).

Beregning av produktivt areal henger nært sammen med et vassdrags kapasitet for produksjon av laksunger, og derved rekruttering. Siden 2007 er det gjort betydelige framskritt i å forstå sammenhengen mellom fysisk habitat og fiskeproduksjon, og å forstå betydningen av den romlige fordelingen av habitat for gyting og ungfiskproduksjon. Det er blant annet gjort studier som viser hvordan skjul i elvebunnen påvirker produktiviteten av laksunger (Finstad m.fl. 2007; 2009), og av hvordan den romlige fordelingen av gyteplasser påvirker elvenes produksjonskapasitet for laksunger (Finstad m.fl. 2010).

1.3 Hva har vi gjort?

I dette prosjektet har vi gjennomført et omfattende feltarbeid med målsetting å gjøre habitatklassifisering med skjulmålinger i alle de ni vassdragene der vi hadde gode 'stock-recruitment'-data til NINA Rapport 226. Vi har også kunnet inkludere nye vassdrag i analysene, siden fokus på gytebestandsmål har ført til interesse for å inkludere stadig flere vassdrag blant de med 'stock-recruitment'-data.

Til denne rapporten har vi også videreutviklet vår dataanalyse med tanke på å kunne finne de viktigste mekanismene bak hvorfor det må legges mange egg pr areal for å fullrekruttere enkelte vassdrag, og langt færre egg pr areal for å fullrekruttere andre elver. Spesielt har vi fokusert på å forstå variasjonen i arealspesifikke gytebestandsmål mellom de vassdragene der vi har kunnskap om gytebestand og rekruttering.

Arbeidet med å finne en objektiv og generell metodikk for å sette et andregenerasjons gytebestandsmål, har fokusert på å finne ut hvilke fysiske målbare parametre i elva som best kan forklare elvas bæreevne og optimal størrelse på gytebestanden (gytebestandsmål). Vi har tatt utgangspunkt i elver med god kunnskap om gytebestand og rekruttering, gjort en kartlegging av aktuelle fysiske variabler i disse elvene og deretter laget statistiske modeller for å avdekke hvilke forklaringsvariabler som kan benyttes i beregning av mer presise gytebestandsmål.

Første trinn i modelleringsarbeidet har vært å finne en enkel metode for å trekke ut informasjon om bæreevne og optimal gytebestand fra elvene med gode data på gytebestand og rekruttering. Vi har særlig arbeidet med den såkalte «hockey-stick-modellen» der alle bestandene vi har mål fra, er tvunget gjennom samme stigningstall for lave tettheter av gytelaks (eller beregnet eggteethet) og at all variasjon er uttrykt som ulik bærekapasitet blant 1+ (ettårige) laksunger, slik den kan måles i tetthet av laksunger med elektrisk fiskeapparat.

Prosjektet har fokusert på å gjøre detaljerte feltundersøkelser i de elvene der vi har best kunnskap om forholdet mellom gytebestand og rekruttering. Dette er gjort ved at erfarent personale har gått langs elvebreddene for å karakterisere elvetype (mesohabitat), og dessuten vært ute i elvene ved tilfeldig valgte lokaliteter innenfor hver mesohabitatklasse for å måle hulrom mellom steiner (skjul for laksunger) og registrere typisk substratstørrelse.

Feltarbeidet til våre undersøkelser har delvis vært utført av eget personale og delvis med hjelp fra lokale ressurspersoner. Den prosentvise fordelingen av ulike habitattyper er ikke nødvendigvis nok til å dele inn elvene i ulike, objektive kategorier for gytebestandsmål. Siden laksunger har begrenset spredning, særlig i første leveår, er det særlig viktig å kunne vite hvor gyteplassene er i et vassdrag. Dette er kunnskap som ofte besittes av lokale ressurspersoner.

Ambisjonen med prosjektet har vært å vurdere ny metodikk for å kunne foreslå hvordan andre-generasjons gytebestandsmål skal kunne implementeres i et stort antall vassdrag.

Vi har for enkelte vassdrag foreslått en endring av arealspesifikt gytebestandsmål (egg/m²), vanndekt areal, eller begge deler. Der det er gjort endringer, er dette meddelt Vitenskapsrådet for lakseforvaltning (jfr vedlegg 5b til Anon. 2013), og endringene foreligger som vedlegg her. Denne gjennomgangen har vært et skrivebordsarbeid som vi har kalt «gytebestandsmål versjon 1.1» for ikke å forveksle arbeidet med utvikling av metodikk for andregenerasjons gytebestandsmål (se **Vedlegg 1**). Skrivebordsarbeidet med justerte gytebestandsmål ble utført som en respons på tilbakemeldinger og vurderinger etter 2007-2009, da vi lagde førstegenerasjons gytebestandsmål.

Det ble i 2014 laget en egen rapport fra Tanavassdraget med revisjon av gytebestandsmålet. Dette ble gjort i samarbeid med finske forskere og lokale ressurspersoner (Falkegård m.fl. 2014).

Storskala landskapsvariabler fra geografiske informasjonssystemer (GIS) med store databaser kan brukes til å predikere forskjeller i produktivitet mellom og innen vassdrag. Slike GIS-data kan også til en viss grad brukes til å predikere habitat og kan dermed være et supplement til lokalt innsamlete habitatdata. Foldvik m.fl. (2017) undersøkte hvordan produksjonen av ungfisk av laks og ørret varierte med egenskaper ved habitatet, elva og nedbørfeltet. Arbeidet viste signifikante effekter av både mikrohabitat og nedbørfeltsskarakteristika (areal og arealdekke) på produktivitet (biomasse av laks- og ørretunger) mellom og innen elver. Videre kunne effektene av nedbørfeltsskarakteristika og predikert mikrohabitat (fra kartdata) også vises å ha signifikante effekter på produktivitet på bestandsnivå (antall laks fanget pr m² elv i 160 elver). Denne typen analyser kan lære oss mer om hvilke faktorer som påvirker gytebestandsmål, og også egne seg til å utvikle gytebestandsmål for elver hvor det ikke er mulig å skaffe lokale data, evt i en tidsperiode før lokale data lar seg skaffe.

2 Metoder

2.1 Forenklet modell for SR-kunnskap

Gytebestanden (stock, S) beregnes som egg tetthet (egg/m^2). Rekruttene (R) beregnes som ungfisk tetthet (på parr- eller presmoltstadiet, eller et annet definert livsstadium som reflekterer rekrutteringen). Generelt for alle SR-modeller er at de for lavere bestandstettheter beskriver en SR-sammenheng uten mye tetthetsavhengig dødelighet, mens for økende bestandstettheter vil den tetthetsavhengige dødeligheten øke. Problemet for noen av SR-datasettene er at vi mangler observasjoner i visse intervaller av mulige gytebestand- og/eller ungfisk tettheter. For eksempel kan alle observasjonene vi har i en elv gjelde lave gytebestandstettheter slik at vi ikke har noe informasjon om tetthetsavhengig dødelighet og den resulterende bærekapasiteten, eller at vi kun har observasjoner for høye gytebestandstettheter og dermed mangler informasjon om tetthetsuavhengig overlevelse. For at et datasett skal være relevant for estimering av gytebestandsmål må rekrutteringsstadiet være et stadium etter siste tetthetsregulering, ellers vil gytebestandsmålet bli overestimert. Vi må da anta at tettheten av yngre laksunger ikke påvirker overlevelse til eldre årklasser (kohorter).

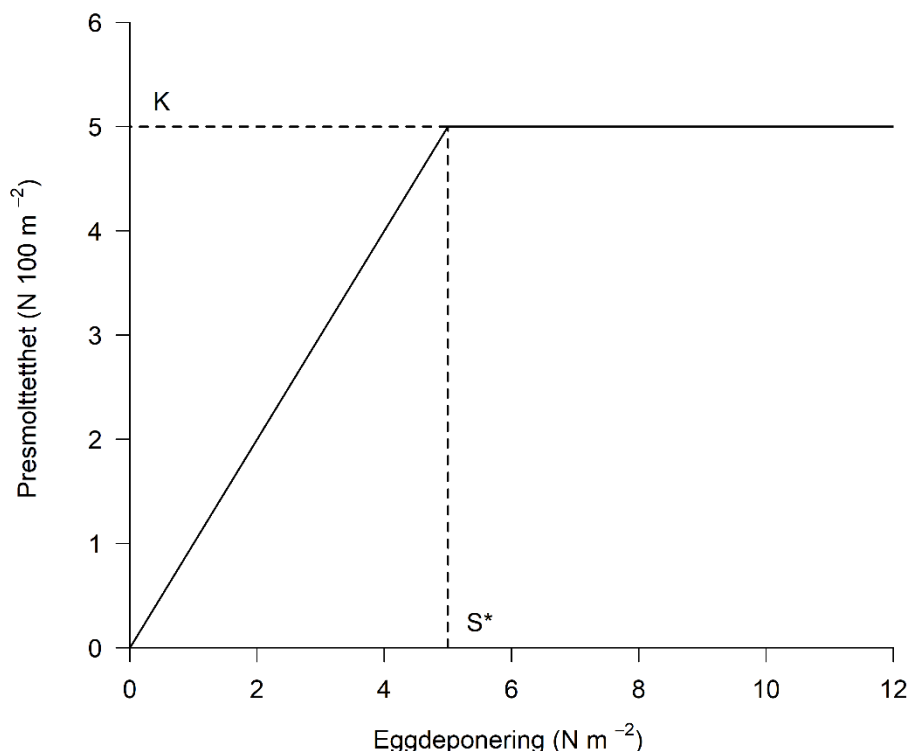
Som SR-modell bruker vi her Hockey-Stick (HS) modellen (Barrowman & Myers 2000) som en lineær tilnærming av sammenhengen mellom gytebestand og rekruttering. I følge Barrowman og Myers (2000) gir HS-modellen mer realistiske estimat for tetthetsuavhengig overlevelse nær nullpunktet enn andre modeller som har en tendens til å gi overoptimistiske overlevelsesestimater for lave bestandstettheter. I tillegg er data sjelden så gode at vi kan bevise at den funksjonelle formen på tetthetsreguleringen til én modell passer bedre til data enn andre modeller. Dette kan skyldes prosess tilfeldigheter og observasjonsusikkerhet eller -feil som kan være så store at de dominerer over eventuelle nyanser i formen på kurven.

Hockey-Stick modellen eksisterer både i en glattet og en ikke-glattet versjon: her illustrerer vi tilnærmingen med den ikke-glattede modellen (**Figur 1**).

Den stykkevis lineære HS modellen ser slik ut:

$$R = \alpha \min(S, S^*) = \begin{cases} \alpha S, & S < S^* \\ \alpha S^*, & S > S^* \end{cases}$$

hvor α er stigningstallet for lave S og S^* er bestandstettheten i knekkpunktet. Bærekapasiteten K er dermed lik αS^* . Ved modelltilpasning bør helst en glattet versjon (logistisk HS; se illustrasjoner i Hindar m.fl. 2007) brukes, siden knekkpunktet for den ikke-glattede versjonen kan være vanskelig å estimere. Hvis vi antar at $S > S^*$ og stokker om på modelluttrykket $R = K = \alpha S^*$ får vi at $S^* = K / \alpha$. På log-skala blir dette $\log(S^*) = \log(K) - \log(\alpha)$. Dette betyr at kunnskap om K og α kan brukes til å predikere gytebestandsmålet S^* .



Figur 1. Illustrasjon av Hockey Stick-modellen, med $S^* = 5$ og $\alpha = 0.01$. Gytebestandsmål (S^*) er modellert fra informasjon som er relatert til bærekapasitet (K) og tetthetsuavhengig overlevelse fra egg til presmolt (α).

Bærekapasitet K på et gitt ungfiskstadium (for eksempel presmolt før laksungene vandrer ut av elva) er et resultat av en kombinasjon av biotiske og abiotiske variabler. Vi ønsker å bruke overføringsfunksjoner som beskriver sammenhengen mellom bærekapasitet og observerbare variabler da K predikeres for elver med mangelfull SR-sammenheng. En tentativ liste over habitatparametre som kan inngå i en slik overføringsfunksjon er:

- vanddekt areal
- skjultilgang (mengde og fordeling)
- gyteplasser (mengde og fordeling)
- avstand mellom gyteplasser og områder med skjultilgang
- næringstilgang (estimert fra sammensetningen av nedbørfeltet)
- hydrologisk habitat (for eksempel minste vannføring vinter og sommer)
- vanntemperatur

Disse kan, med ulik grad av nøyaktighet, estimeres basert på feltobservasjoner eller fra overføringsfunksjoner mot storskala landskapsvariabler. For eksempel er andel jordbruksareal i nedbørfeltet positivt korrelert med biomasse av laksefisk.

Smoltalder er en faktor som også vil kunne påvirke bærekapasiteten K . Hvis rekrutteringen måles på presmoltstadiet vil smoltalder ha en direkte effekt på bærekapasiteten ved at økende alder gir avtagende overlevelse fra egg til rekrutt. Smoltalder kan også påvirke bærekapasiteten for yngre ungfiskstadier hvis det er en konkurranse om ressurser mellom årsklasser (kohorter). Høy

smoltalder fører til at flere kohorter vil befinne seg i elva samtidig. Dermed vil det bli mer konkurranse mellom årsklassene som kan føre til lavere K , spesielt for de yngre kohortene. Hvilken effekt smoltalderen vil ha på bærekapasiteten avhenger altså av hvilket stadium vi måler rekrutteringen på, og eventuelle habitatbegrensninger for ulike stadier. For eksempel vil smoltalder ikke påvirke K i en bestand hvor all tetthetsregulering foregår i løpet av første leveår (for eksempel ved mangel på gyteplasser eller mangel på habitat for årsyngel).

Stigningstallet til SR-kurven ved lave bestandsnivåer (α) representerer teoretisk sett tetthetsuavhengig overlevelse fra egg til rekrutteringsstadiet. Stigningstallet fra klekking til smoltifisering er gitt av to prosesser: tetthetsuavhengige årlige mortalitetsrater (M_i) og tid mellom klekking og smoltifisering (smoltalder, SA), slik at $\alpha \sim f(M_i, SA)$. Informasjon om smoltalder i en elv kan innhentes ved observasjoner (e.g. skjellprøver) eller estimeres i NINAs vekstmodell basert på temperaturdata (Hedger m.fl. 2013). Det kan også være mulig å innhente informasjon om variasjonen i tetthetsuavhengig overlevelse ved å sammenstille tidsserier fra el-fiskedata for å avdekke trender i årlig overlevelse langs miljøgradienter.

Sammenhengen mellom K og α og biotiske/abiotiske parametre må estimeres. Vi mener at dette kan gjøres selv når SR-data som er tilgjengelig for en populasjon er ufullstendige.

En annen tilnærming er å modellere S^* direkte fra habitat, miljø og aldersstruktur. Denne metoden vil imidlertid avhenge av hvilke variabler som registreres fra elvene, og hva vi kan forvente at lokale ressurspersoner kan skaffe informasjon om.

Det er uansett et mål å framskaffe gode SR-data fra flere elver for å kunne kalibrere og teste ulike tilnærminger til metodikk for å fastsette gytebestandsmål.

2.2 Studieområde

I denne rapporten inngår 19 elver med data på laksebestander og habitat (**Tabell 1**). I disse elvene har det blitt foretatt omfattende feltundersøkelser av habitatdata; der skjul, mesohabitat og bunnsubstrat er målt. Når det gjelder biologiske data, så varierte det mellom elver hvilket livsstadium som er blitt undersøkt. I de fleste elvene har gytebestand (beregnet som tetthet av egg gytt) og rekruttering (beregnet som tetthet av ettårige laksunger) blitt undersøkt og disse elvene ble derfor brukt til å etablere en 'Stock-Recruitment' (SR)-modell.

Noen elver hadde bare biologiske observasjoner gjort over et fåtall antall år, som er for lite til å kunne etablere en stock-recruitment sammenheng. På bakgrunn av dette ble det valgt ut elver som hadde et mest mulig komplett datasett. Vassdragene vi har fokusert på er vist i **Figur 2**. Laksebestanden i de øvre (over Hovefossen) og nedre delene av Nausta ser ut til å være regulert uavhengig av hverandre, og det er derfor laget to SR-modeller for vassdraget.

Tabell 1. Oversikt over 19 undersøkte elver, inkludert de 10 elvene som brukes i stock-rekrutment (SR) modellen. Y = yes; N = no.

Elver	Biologiske data			Habitatdata		Inkludert i SR modell
	Antall år (utvalg)	Gytebestand	Tetthet ettårige	Skjul	Mesobabitat og substrat	
(1) Alta	25 (1979-2003)	Y	Y	Y	Y	Y
(2) Aurlandselva	44 (1969-2007)	Y	Y	Y	Y	Y
(3) Enningdalselva	13 (1993-2005)	Y	Y	Y	Y	Y
(4) Halselva	22 (1982-2003)	Y	Y	Y	Y	Y
(5) Jølstra	15 (1996-2010)	Y	Y		Y	Y
(6) Lærdalselva	44 (1960-2003)	Y	Y	Y	Y *	Y
(7) Nausta	30 (2002-2011)	Y	Y	Y	Y	Y
(8) Stjørdalselva	19 (1987-2005)	Y	Y	Y	Y *	Y
(9) Stryn	25 (1980-2004)	Y	Y	Y	Y	Y
(10) Suldalslågen	30 (1974-2003)	Y	Y	Y	Y	Y
(11) Eidselva	3 (1993-1995)		Y		Y	N ⁽¹⁾
(12) Flåm	8 (2001-2008)		Y		Y	N ⁽¹⁾
(13) Gløppenelva	7 (1996-2002)	Y	Y			N ⁽²⁾
(14) Imsa	31 (1975-2005)	Y		Y	Y	N ⁽³⁾
(15) Laukhelle				Y	Y	N ⁽⁴⁾
(16) Nærøydalselva	2 (1994-1996)		Y		Y	N ⁽²⁾
(17) Orkla	24 (1979-2002)	Y		Y	Y	N ⁽³⁾
(18) Otra	18 (1989-2006)					N ⁽⁴⁾
(19) Storåna				Y	Y	N ⁽⁴⁾

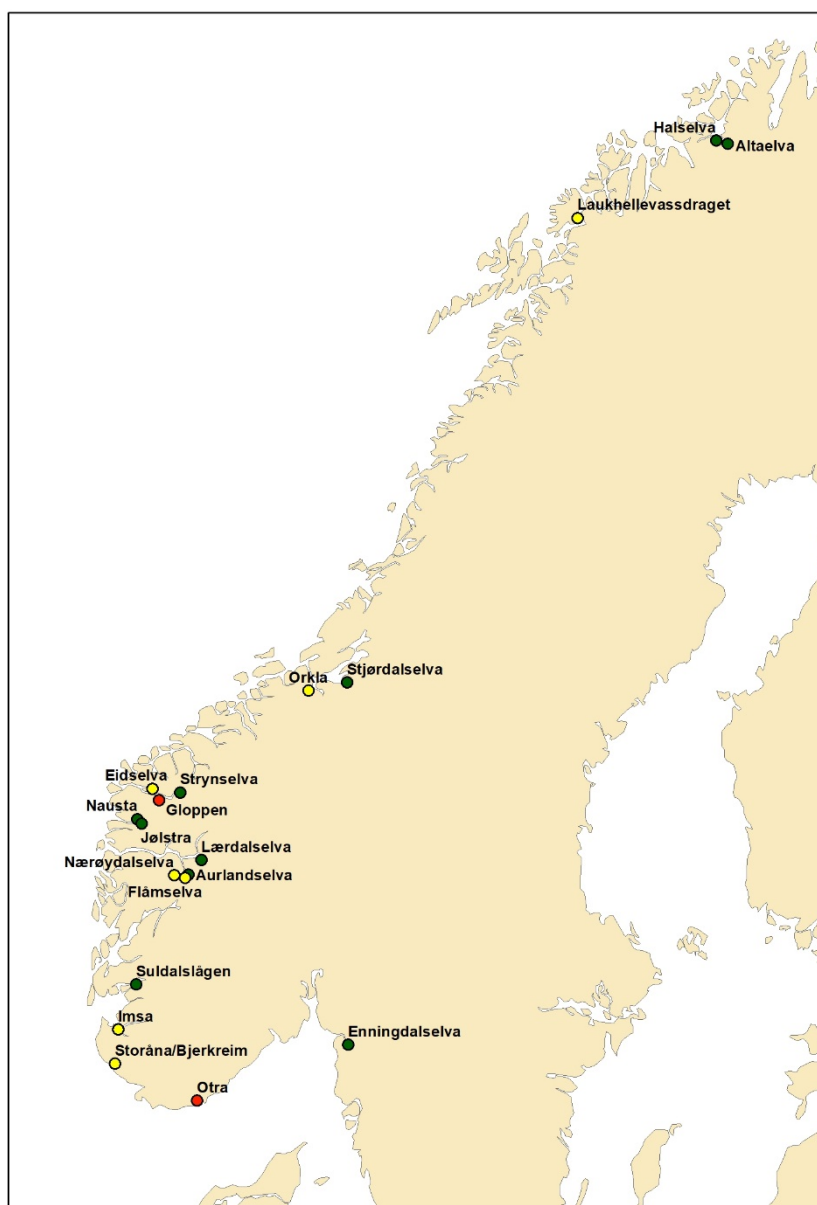
* Øvre del av vassdraget (ovenfor Sonosen) er kartlagt

⁽¹⁾ For få år med observasjoner av biologiske data

⁽²⁾ For få år med observasjoner av biologiske data, mangel på habitatdata

⁽³⁾ Mangler observasjoner av tetthet av 1+ laksunger

⁽⁴⁾ Mangler observasjoner av tetthet av gytebestand og 1+ laksunger



Figur 2. Elver med data på gytebestand, rekruttering til aldersgruppe 1+, og habitatkarakteristikk. Grønne kuler angir elver med både habitatdata og biologiske data, gule kuler angir elver med habitatsdata men for få, eller ingen, år med biologiske data, mens røde kuler angir elver som mangler både habitats- og biologiske data.

I tillegg til elvene som er vist i **Figur 2** har vi gjennomført habitatklassifisering (skjulmålinger og andre habitatkarakteristikk) i noen flere elver, som Surna, Gaula og deler av Tanavassdraget.

Elvene vi rapporterer undersøkelser i, er vist i detalj i **Vedleggsfigur 1-11**.

2.3 Gytebestand og rekruttering

Gytebestanden i disse vassdragene er beregnet med ulike metoder (Hindar m.fl. 2007). I de klare vestlandselvane Lærdalselva og Aurlandselva er det brukt tellinger fra land (Sættem 1995). I Halselva er det brukt antall laks sluppet opp forbi fiskefelle. I Orkla og Nausta er gytebestanden beregnet ovenfor fisketrappene med telling i henholdsvis Bjørsetdammen og Hovefossen. I Enningsdalselva, Suldalslågen, Jølstra, Stjørdalselva (overfor Sonosen) og Altaelva er det brukt 50 % fangstrate for å fastsette gytebestand. I Stryneelva er det brukt gytefisketelling i noen år og fangstrate i andre.

Rekrutteringen i disse elvene er beregnet ved hjelp av elektrofiske etter 1+ laksunger på ettersommeren og tidlig på høsten. Tettheten er beregnet med flere gangers overfiske ('såkalt 'removal method') etter Zippin (1958).

I ett vassdrag (Nausta) er det gjort tetthetsberegninger av flere aldersgrupper (Ugedal m.fl. 2013). Disse beregningene kan brukes til å vurdere hvorvidt tettheten av 1+ laksunger er egnet til å kvantifisere rekruttering.

2.4 Mesohabitat, substrat, skjulmålinger

Kartlegging av elvetyper (mesohabitat) er basert på observasjoner av fysiske kriterier som overflate, helningsgradient, vannhastighet og vanndybde (Borsanyi m.fl. 2004) (**Tabell 2**). Ved klassifisering av overflate skilles det mellom glatt og turbulent overflate. Dersom helningsgradient av elvepartier er større enn 4 % betegnes den som bratt og ved helningsgradient mindre enn 4 % betegnes elvestrekningen som moderat. Vannhastigheter større enn 0,5 m/s betegnes som hurtig, mens mindre enn 0,5 m/s betegnes som langsom. Det skilles også mellom grunne og dype områder i metoden, og skillet går ved 70 cm dybde.

Tabell 2. Oversikt over elvetyper (mesohabitat) og de fysiske kriteriene som karakteriserer disse.

Mesohabitat	Overflate	Gradient	Vannhastighet	Vanndybde	Elvetype
B1	Glatt	Moderat	Hurtig	Grunn	Grunt blankstryk
B2	Glatt	Moderat	Hurtig	Dyp	Dypt blankstryk
C	Glatt	Moderat	Langsom	Dyp	Kulp
D	Glatt	Moderat	Langsom	Grunn	Stille grunnområder
F	Turbulent	Bratt	Hurtig	Grunn	Strie stryk
G2	Turbulent	Moderat	Hurtig	Grunn	Turbulent stryk

Strekninger med homogent substrat blir klassifisert visuelt til fem klasser, der det dominante (mest vanlige) og sub-dominante substratet bestemmes på bakgrunn av substratstørrelse. Substratet er delt inn i følgende kategorier:

- 1 = Sand (0 - 2 cm)
- 2 = Grus (2 - 12 cm)
- 3 = Stein (12 - 29 cm)
- 4 = Stor stein (> 35 cm)
- 5 = Berg

Sammensetningen av elvesubstratet vil i stor grad være avgjørende for om et elveområde er egnet som oppvekstområde for ungfisk av laks og ørret. Fast fjell og løsbunn (mudder, silt og

sand) er uegnet for laksunger siden slik elvebunn ikke gir hulrom som kan fungere som skjul. Litt forenklet kan man si at produksjonsevnen for laksunger øker med økende tilgang av skjul i passende størrelse. I Tanavassdraget er det for eksempel funnet at tettheten av laksunger på steinbunn kan være 20 til 500 ganger høyere enn tettheten av laksunger på sand (Foldvik m.fl. 2014).

I NINA har det blitt utviklet en metode for måling av skjul for laksunger som er sterkt knyttet til produksjonspotensialet for laksunger i elva (Finstad m.fl. 2007; 2009). Metoden er utviklet for å kunne måle mengden skjul for eldre laksunger og gir dermed et uttrykk for hvor egnet et område er. Metoden innebærer kvantifisering av antall og størrelse av hulrom (skjul) i substratet. Slangen (**Figur 3**) har et merke ved 5 og 10 cm som omtrent tilsvarer kroppslengden til en laksunge som er én sommer gammel (dvs 5-6 cm lange i mange norske vassdrag), laksunger som er så lange at det er sannsynlig at de går ut som smolt neste år (dvs presmolt på mer enn 10 cm), eller laksunger med en midlere kroppsstørrelse. Skjulmålingene ble gjennomført ved å måle hvor langt en 13 mm tykk plastslange kan stikkes inn i hulrom i substratet innenfor en 0,25 m² stor ramme som legges ut på elvebunnen. Skjul ble målt med jevne mellomrom, avhengig av hvilken elv som ble undersøkt (se **tabell 1** og **vedleggsfigur 1-11**). Størrelsen av hvert skjul kategoriseres til 1 (2 - 5 cm), 2 (5 - 10 cm) og 3 (>10 cm), og antallet skjul i de forskjellige kategoriene blir registrert. Ved å gjennomføre flere slike målinger i tilfeldig valgte ruter, innenfor et område som vurderes som relativt uniformt i forhold til substrat, kan man få et uttrykk for områdets skjulkapasitet.



Figur 3. Utstyr for å måle antall skjul innenfor en rute i elvebunnen (se forsidebilde) for laksunger av ulik kroppsstørrelse, som klassifiseres i tre ulike størrelsesgrupper ved bruk av silikonslanger av ulik tykkelse. Armeringsjernet danner en rute på 0,5 m x 0,5 m.

Laksunger som kan passe i de tre størrelseskategoriene vi undersøker skjulmulighetene for, er illustrert i **Figur 4**.

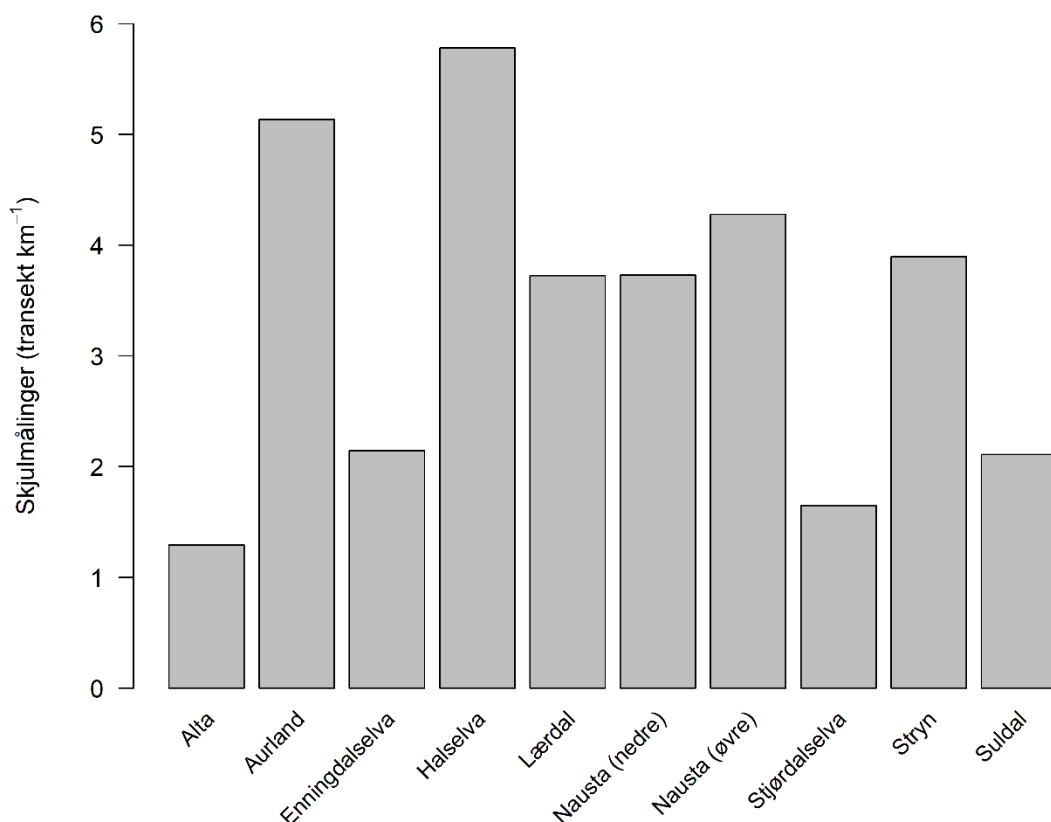


Figur 4. To laksunger på 5-6 cm (i sitt første og kanskje andre leveår) og en laksunge på 10,5 cm som sannsynligvis ville vandret ut som smolt året etter at bildet er tatt.

I habitatkarakteriseringen har vi kombinert transekter med fast avstand mellom og målinger ved endring av mesohabitat. Når vi undersøker bunnforhold, måler skjul (se **Figur 5**) og karakteriserer habitat for fisken, så utføres skjulmålinger på elvestrekninger som allerede er karakterisert. Med en rimelig feltinnsats er det mulig å gjennomføre en klassifisering i løpet av en dag om ikke vassdraget har en lang lakseførende strekning. Vi har gjort slike karakteristikker i en begrenset del av hvert vassdrag (**Figur 6**).



Figur 5. Karakterisering av bunnsbstrat og måling av skjul gjennom vannkikkert. (Foto: Michael Puffer)



Figur 6. Skjulmålinger (transekt km⁻¹) i utvalgte elver.

2.5 Lokal kunnskap

I revisjonen av tidligere publiserte gytebestandsmål (2007-2009) for GBM versjon 1.1 har vi gjennomgått tilbakemeldinger fra fiskeforvaltere og grunneiere/fiskeforeninger for enkeltvassdrag, og også studert nye rapporter fra de viktigste vassdragene. I alle vassdrag der detaljerte kart og bilder har vært tilgjengelige, har vi vurdert areal og fordeling av gyte- og ungfiskhabitat ut fra fotografier.

En mer formell gjennomgang ble brukt i Tanavassdraget, der hele vassdraget ble gjennomgått i løpet av et to-dagers møte med norske og finske fiskeforskere, og lokale ressurspersoner. I Tana ble både hovedvassdraget og sidevassdrag stykket opp i enhetlige strekninger som hver for seg ble gitt et egnet gytebestandsmål. Derneft ble det beregnet areal for hver av disse delstrekningene innenfor sidevassdrag og hovedvassdraget, som da får hvert sitt lokale gytebestandsmål. Gytebestandsmålet for hele Tanavassdraget er summen av disse. Metoden er presentert NINA Rapport 1087 av Falkegård m.fl. (2014).

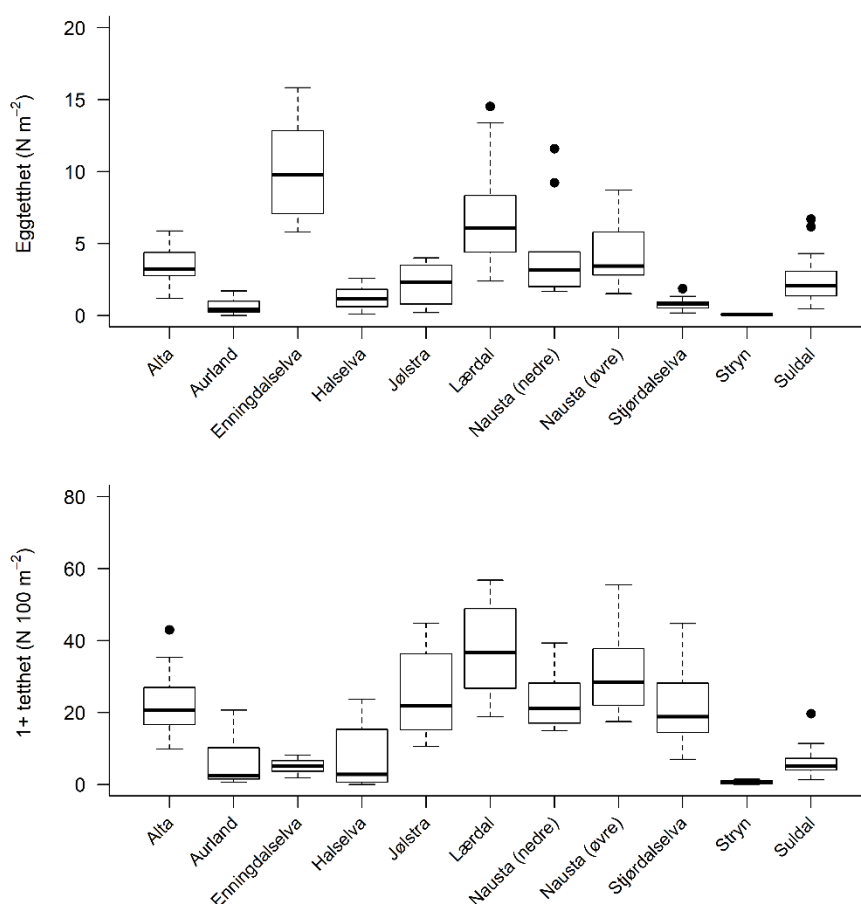
3 Resultater

3.1 Fra gytebestand til rekrutter

I **figur 7** har vi samlet datasett med observasjoner av gytebestand (S) og rekruttering (R) fra 11 vassdrag. Observasjonene er uttrykt som egg tetthet for gytebestanden mens rekruttene er vist som ungfisk tetthet av 1+ laksunger (dvs om høsten etter to vekstsesonger i elva).

Blant disse elvene finner vi de høyeste egg tetthetene i Enningdalselva, som ligger helt sørøst i landet. Selv med meget høy egg tetthet, oppunder 10 egg pr kvadratmeter, er elva blant de som har lavest tetthet av 1+ laksunger (**Figur 7**), sannsynligvis som følge av et stort antall fiskearter i ferskvann, blant annet fiskespisende arter som gjedde og abbor.

Andre elver med høy egg tetthet er Lærdalselva med rundt 6 egg pr kvadratmeter og Nausta og Altaelva med rundt 4 egg pr kvadratmeter. Lavest egg tettheter finner vi i Stryn, Aurlandselva, Stjørdalselva og Halselva med fra under 1 egg pr kvadratmeter til litt under 2 egg pr kvadratmeter, mens Suldalslågen og Jølstra har en noe høyere egg tetthet.



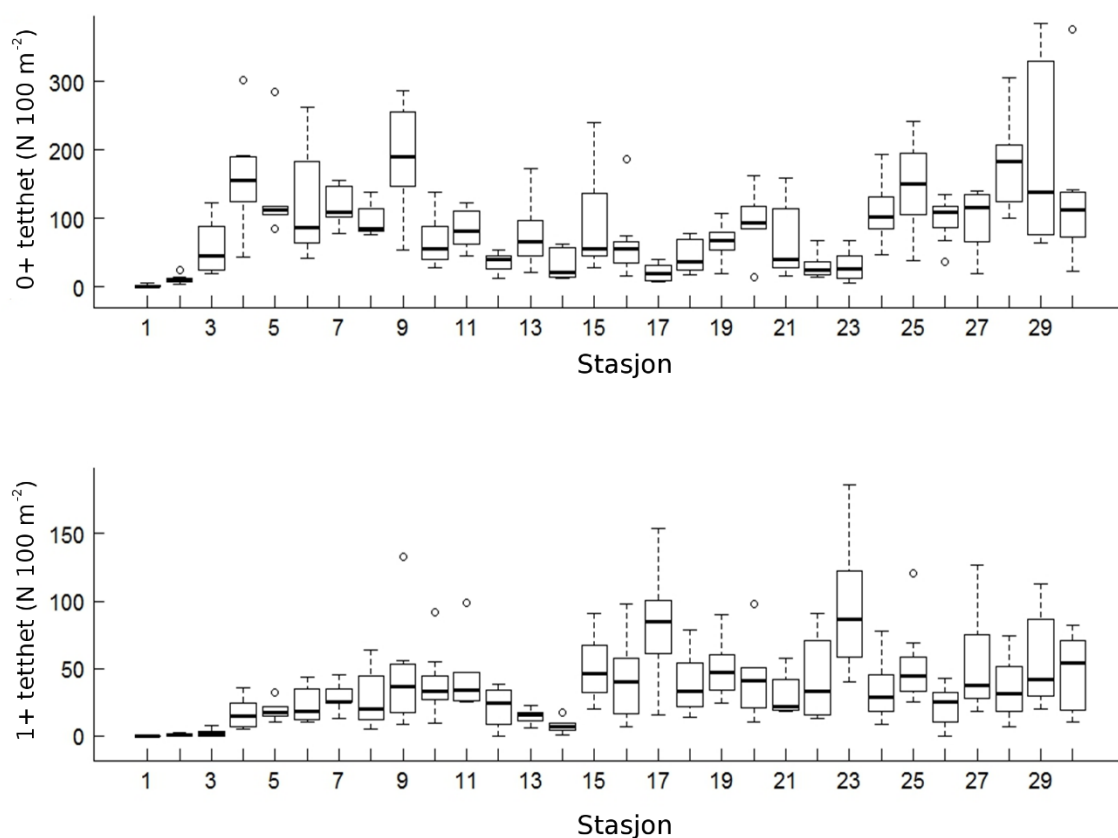
Figur 7. Beregnede tettheter av egg (antall pr m²) og 1+ laksunger (antall pr 100 m²) i norske lakseelver. Middelerdiene er gitt som en tykk strek mens boksen viser 25-persentilen og 75-persentilen for observasjonene.

Rekrutteringen målt som tetthet av 1+ laksunger er høyest i Lærdalselva med nær 40 laksunger pr 100 kvadratmeter. Andre elver med høy tetthet av 1+ laksunger er Jølstra, Nausta og Altaelva, mens tettheten er lavest i Stryn, Halselva, Aurlandselva og Enningdalselva (**Figur 7**).

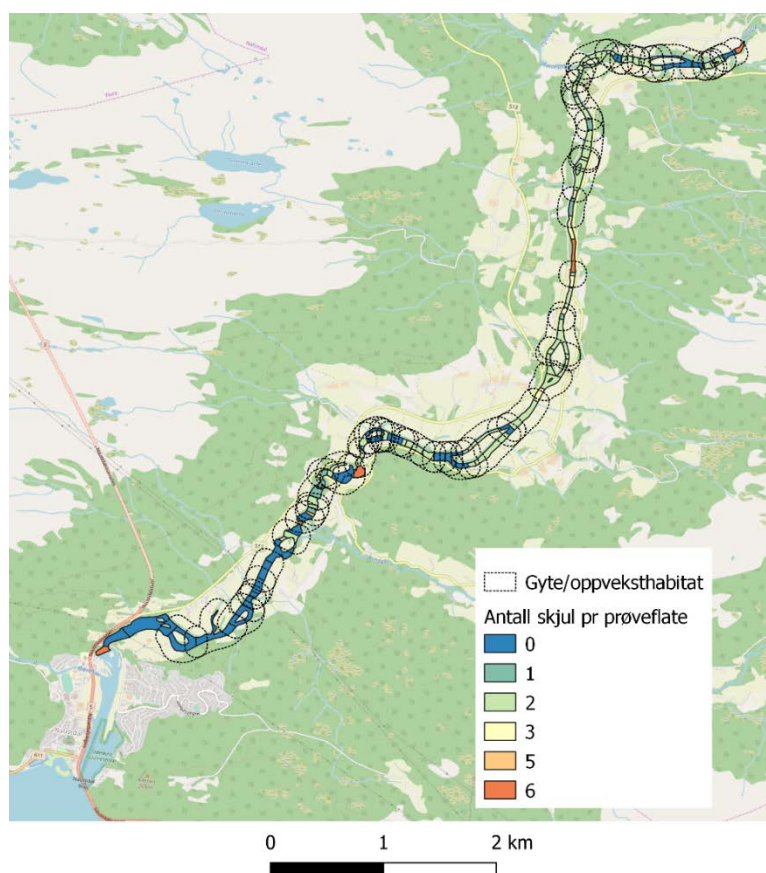
Både for gytebestanden (eggtetthet) og rekrutteringen (1+ tetthet) er det stor variasjon mellom år i flere av vassdragene vi har SR-data fra.

3.2 Tetthet av 0+ og eldre laksunger i Nausta som mål på rekruttering

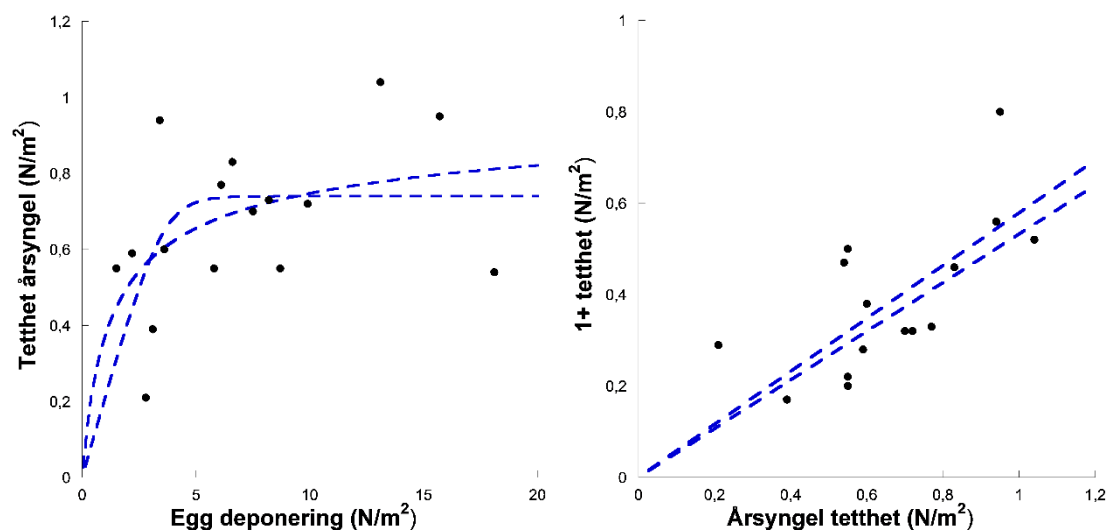
I elven Nausta i Sunnfjord har Ugedal m.fl. (2013) samlet detaljerte data på gytebestand og på ungfisktetthet på flere stadier i ferskvann: både 0+ (årsyngel), 1+ laksunger og pre-smolt, dvs. ungfisk i året før de forventes å vandre ut som smolt om våren. Undersøkelsene gir grunnlag for å si at 1+ laksunger kan gi et godt relativt mål på elvas bærekapasitet, fordi den tetthetsavhengige dødeligheten hos ungfisken ser ut til å være forbi når laksungene når aldersgruppe 1+, dvs. i sitt andre leveår (**Figur 8**).



Figur 8. Tetthet av laksunger i første leveår (aldersgruppe 0+) og i andre leveår (aldersgruppe 1+) i Nausta på 30 elektrofiskestasjoner i perioden 2003-2010. Lave stasjonstall er i nedre del av elva (til og med stasjon 14), som ser ut til å ha like høy tetthet av årsyngel som øvre del (fra og med stasjon 15), men betydelig lavere tetthet av aldersgruppe 1+, sannsynligvis på grunn av mangel på skjul (**Figur 9**). (Etter Teichert m.fl. 2013)

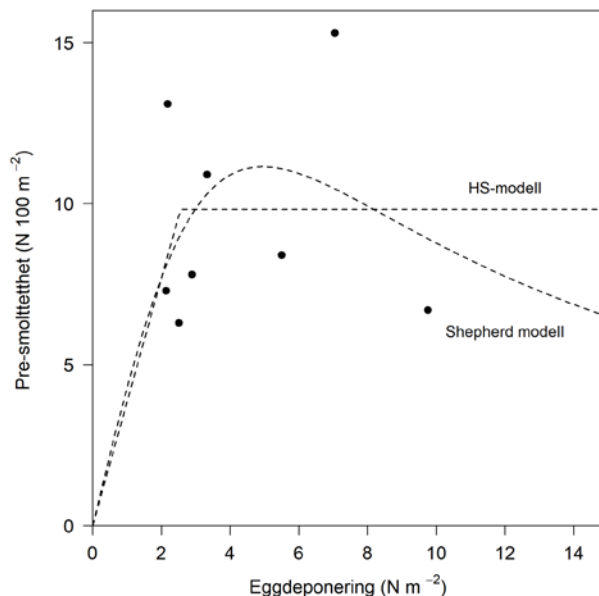


Figur 9. Antall skjul pr prøveflate ($0,25 \text{ m}^2$) på den lakseførende delen av Nausta. Ingen skjul er tegnet blått, og økende mengde skjul er tegnet med farge angitt i figur (Fra Teichert m.fl. 2013).



Figur 10. Forholdet mellom eggdeponering og tetthet av årsyngel (0+, venstre panel), og mellom tettheten av årsyngel og tettheten av laksunger i sitt andre leveår (1+) for gyteårene 2002 til 2018 i øvre del av i Nausta. Kurvene i venstre panel er tilpasninger til Shepherd og glattet Hockey-Stick bestand rekrutteringsmodeller, mens kurvene i høyre figur er Shepherds modell sammenlignet med en ordinær lineær regresjon. Figurene er basert på upubliserte data fra Naustaprojektet.

Tetthetsreguleringen i øvre del av Nausta ser ut til å skje mellom gyting og årsyngel, mens tettheten av ungfisk i andre leveår er en lineær funksjon av tettheten av årsyngel (**Figur 10**). Det ser ikke ut til at det er ytterligere tetthetsregulering fram mot pre-smoltstadiet om høsten før antatt utvandring som smolt, siden kurven i **figur 11** knekker kun litt lavere enn for årsyngel i **figur 10**.



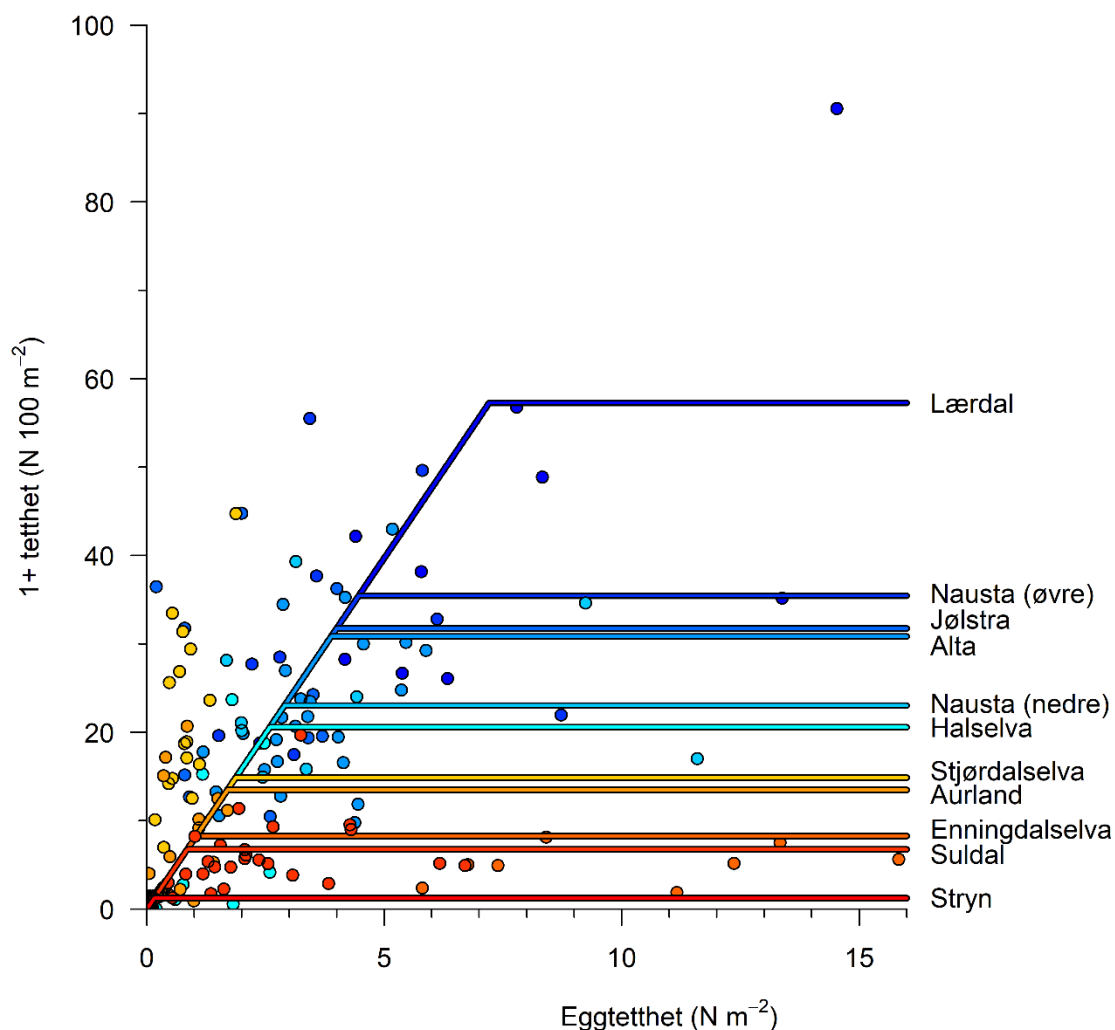
Figur 11. Forholdet mellom gytebestand (målt som eggantall pr kvadratmeter) og rekruttering (målt som tettheten av store laksunger, pre-smolt) i Nausta. Kurven antyder at den beste rekrutteringen skjer ved midlere egg tetthet rundt ca. 4 egg/m² (Fra Ugedal m.fl. 2013).

3.3 SR for ti bestander med felles stigningstall og ulik bærekapasitet

Lærdalselva ser ut til å ha den høyeste bærekapasiteten pr vanndekt areal, mens Stryneelva og Suldalslågen ligger lavest (**Figur 12**). I Nausta har vi delt elva i to etter Ugedal m.fl. (2013) som viser ulike SR-sammenhenger i øvre og nedre deler av elva.

Vi har gjort en rekke ulike analyser for å undersøke i hvilken grad enkle habitatdata er korrelert med bærekapasiteten K (se under).

I analysene presentert under har vi antatt at SR-sammenhengen for alle laksebestandene kan modelleres med en felles overlevelseshastighet fra egg til 1+ α (uavhengig av smoltalder) og med ulik bærekapasitet K uttrykt som tettheten av 1+ laksunger (**Figur 12**). Dette er ikke nødvendigvis den beste beskrivelsen av dataene, men denne forenklingen (felles α) gjør analysen (og tolkningen) enklere.



Figur 12. SR-funksjon av typen hockey-stick framstilt for ti norske lakselver med felles stignings-tall α og ulik bærekapasitet K ved slutten av andre vekstsesong (aldersgruppe 1+). Nausta er delt i to deler: nedre og øvre. Stigningstallet α antyder at overlevelsen fra egg til laksunger ligger på omkring 8 % når vi tvinger alle bestandene inn i samme gjennomsnittlige overlevelse.

Ut fra denne modellen finner vi for hver elv et mål på bærekapasitet for 1+ laksunger og optimal egg tetthet (S^*) gitt av verdiene i knekkpunktet til kurvene. Disse parametrene brukes i den videre modelleringen (avsnitt 3.5 og 3.6).

3.4 Mesohabitat, substrat, skjul

Samvariasjon mellom ulike typer habitatdata og bærekapasiteten er testet i en rekke ulike analyser. Habitatet er klassifisert både med hensyn til mesohabitat-klasse (kulp, stille grunnområder, blankstryk, dypt turbulent stryk, stryk, strie stryk), partikkelstørrelsen i bunnsubstratet (sand, grus, stein, blokk, berg), og tettheten av skjul av ulike hulromstørrelser.

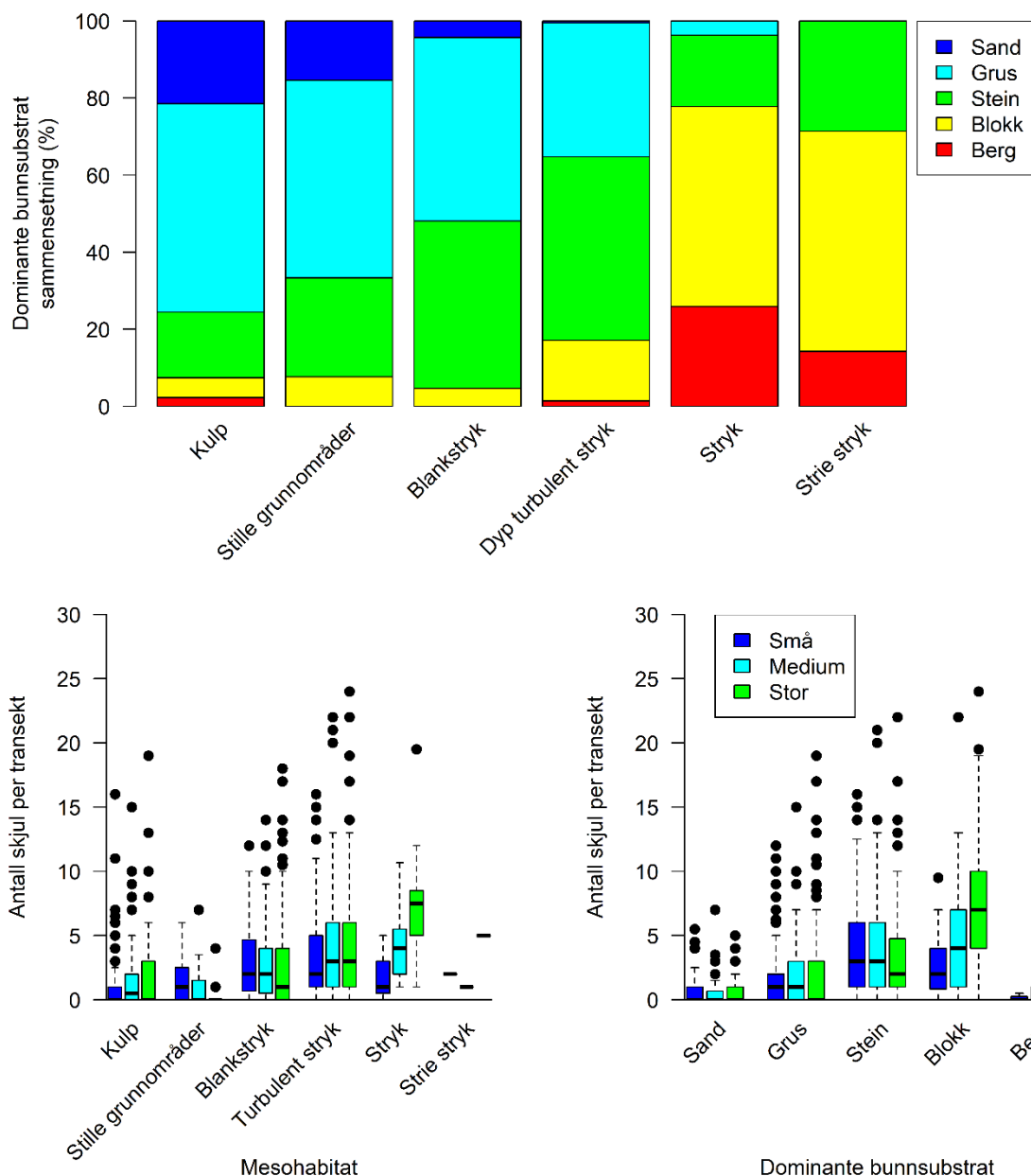
Forskjellige mesohabitatklasser var assosiert med forskjellige bunnsubstrat (**Figur 13, øvre panel**). Kulp og stille grunnområder besto hovedsakelig av sand og grus; blankstryk og dype turbulente stryk hovedsakelig av grus og stein; og stryk og strie stryk hadde hovedsakelig stein og blokk.

I **figur 13 (nedre paneler)** har vi sett på sammenhengen mellom antallet skjul for ulike størrelsesgrupper av laksunger, og hvilken mesohabitatklasse (eller hvilke bunnforhold) som er fremtredende i vassdraget. Mest skjul for de to minste størrelsesgruppene av laksunger finnes i det bunnsubstratet som karakteriseres med grus og stein, mens det for den største størrelsesgruppen (pre-smolt) er mest skjul der substratet er karakterisert med blokk. Det er svært lite skjul i substrat som karakteriseres av sand, og omtrent like lite der substratet er fast berg. I den grad det vokser elvemose på steiner eller rett på berget, kan dette øke skjultilgangen for laksunger.

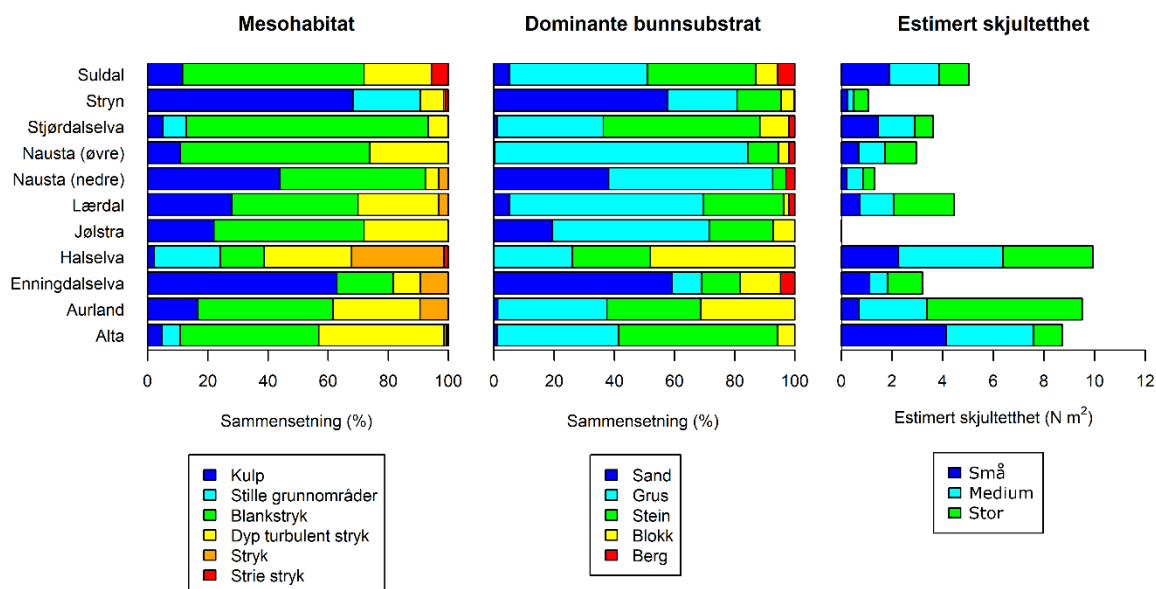
Gjennomsnittlige tetthet av skjul varierer med mesohabitatklasse og bunnsubstrattype (**Figur 13, nedre paneler**). Kulp og stille grunnområder hadde færre skjul enn blankstryk, turbulente stryk og stryk. Områder av elvene med sand og grus som dominerende substrattyper hadde færre skjul enn elvestrekninger med stein og blokk som dominerende substrattyper. Hulromstørrelsen av skjul var også avhengig av mesohabitat og dominerende substrattyper. For eksempel ble områder av elven med stryk og/eller blokk dominert av større snarere enn mindre substrattyper.

De studerte elvene varierer med hensyn til sammensetningen av mesohabitat, bunnsubstrat og skjul (**Figur 14**). Elvene varierte fra de som hovedsakelig besto av kulper og sand med mangel på skjul (f.eks. Enningdalselva, nedre Nausta og Stryn) til elver som i stor grad består av blankstryk, dype turbulente stryk og stryk, bestående av grus, sand eller blokk, og med mange skjul (f.eks. Alta, Aurland og Halselva).

Når vi ser på hvilke elver der vi har beregnet høyest tetthet av skjul, er det Altaelva for de minste laksungene, Halselva for de mellomstore og Aurlandselva for de største laksungene (**Figur 14**). For Lærdalselva, som har den høyeste bærekapasiteten blant de elvene som er med her, ser det ikke ut til at tettheten av skjul er spesielt høy – snarere gjennomsnittlig i forhold til andre elver.



Figur 13. Fordeling av hvordan ulike typer habitatklassifisering samvarierer med hverandre i 10 norske lakselver. Øvre panel: prosentvis fordeling av bunnsubstrat i ulike mesohabitat. Nedre paneler: beregnet antall skjul for tre størrelsesgrupper av laksunger (Små for aldersgruppe 0+; Medium for aldersgruppe 1+, og Stor for presmolt) pr måling for de ulike typer mesohabitat og dominerende bunnsubstrat.



Figur 14. Prosentvis fordeling av mesohabitatklasser, dominant bunns substrat og estimert gjennomsnittlig skjultetthet i 10 norske lakselver. Andelen grus regnes å være en god beskrivelse av andelen gyteområder. Det ble ikke målt skjul i Jølstra.

Gjennomsnittlig tetthet av skjul (RS; Figur 14, høyre panel) ble beregnet som:

$$RS = \frac{\sum_{i=1}^N M_i \times s_i}{A}$$

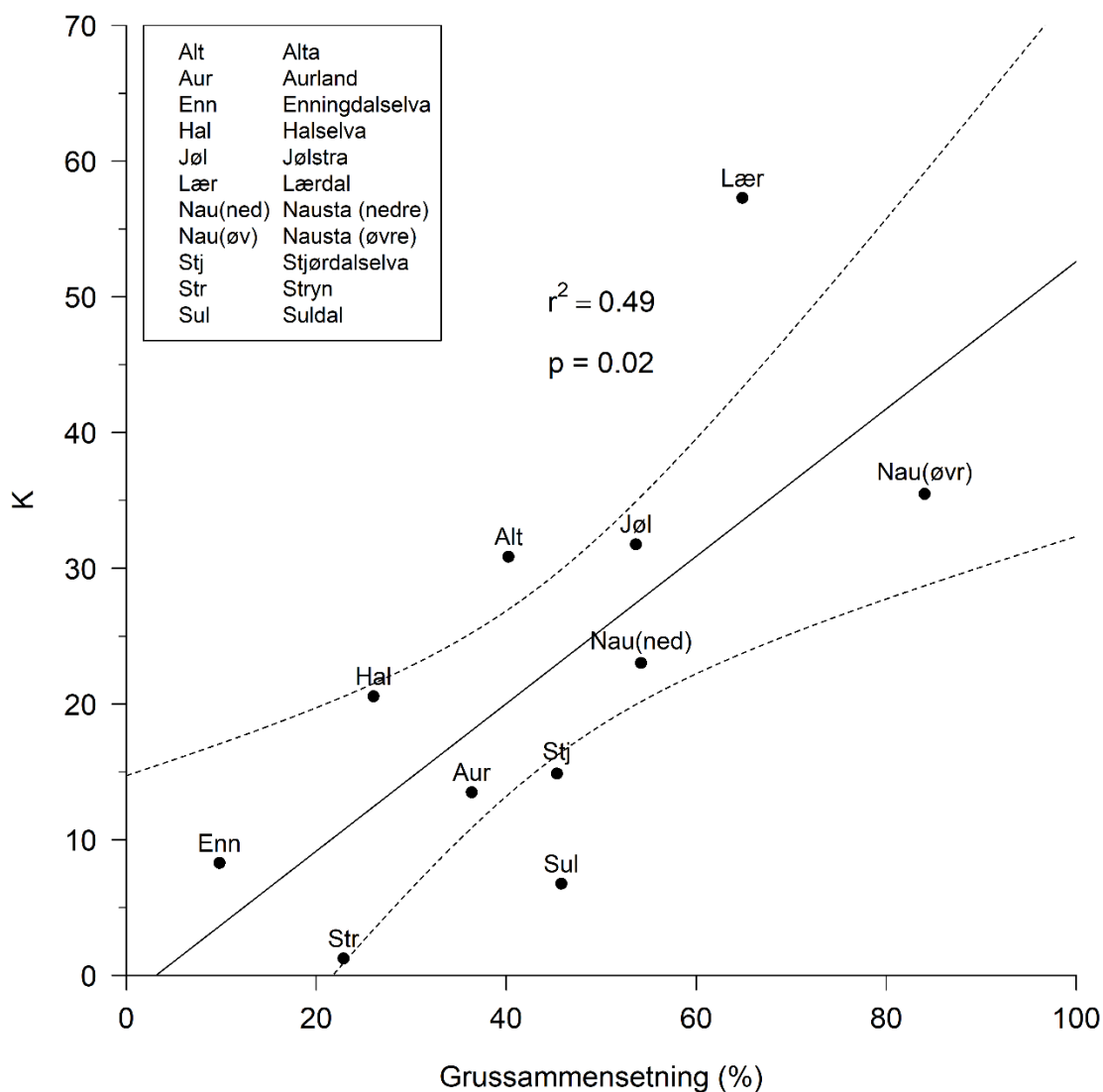
hvor N er antall kartlagte mesohabitatsområder, M_i er arealet av mesohabitatsområde i , s_i er gjennomsnittlig tetthet av skjul i mesohabitatsområde i , og A er det totale arealet av alle kartlagte mesohabitatsområder.

3.5 Elvemålinger (habitat) i relasjon til rekruttering

Analysene viser at det er en god korrelasjon mellom andelen grus i substratet og bærekapasiteten uttrykt som tetthet av aldersgruppe 1+ (**Figur 15**). Vi fant ingen god korrelasjon mellom tettheten av skjul for små, mellomstore, eller store hulrom og bærekapasiteten for 1+ laksunger.

Dette – sammen med observasjonene fra Nausta, som viser god tetthet av årsyngel både i øvre og nedre del (**Figur 7**), men sterk tetthetsregulering fram til 1-åringer kun i nedre del – forteller oss at den funksjonelle sammenhengen vi leter etter, må inneholde en link mellom gytemuligheter og nær tilgang til skjul for laksunger etter hvert som de vokser opp (se også Pulg m.fl. 2019).

Denne funksjonelle linken har vi jobbet videre med å finne.



Figur 15. Forholdet mellom prosent grus i bunnsubstratet og bærekapasiteten for laksunger i aldersgruppe 1+ (K) i ti norske vassdrag. Nausta er representert med to punkter i figuren. De stippede linjene representerer 90% konfidensinterval.

3.6 Grus (gytehabitat) pluss oppveksthabitat innenfor spredningsavstand

Nye studier og forsøk viser at spredningsevnen til laksunger i første leveår er forholdsvis begrenset (Sundt-Hansen m.fl. 2012; Foldvik m.fl. 2016). Dette tyder på at den romlige fordelingen til gyteplasser i elva, og den romlige fordelingen til oppvekstområder (skjulmuligheter) for laksunger er viktige størrelser når vi skal utvikle en god modell for rekruttering i forhold til gytebestand (Pulg m.fl. 2019). Vi tror altså at vi må kombinere den romlige utbredelsen og fordelingen av «egnet gytehabitat» med «egnet oppveksthabitat» for å forstå bærekapasitet K:

$K = \text{funksjon av } ((\text{areal gytehabitat} \times \text{romlig fordeling}), (\text{skjultilgang} \times \text{romlig fordeling}))$

Andelen og fordelingen av grus i totalarealet er sannsynligvis et egnet mål på gytehabitat, og vi tester dette videre ved å ta inn datasett der det er telt gytegroper eller gytelaks (på gyteplassen), og korrelerer dette mot grusdekt areal og fordeling i vassdraget, samt med tettheten av 0-åringer.

Her undersøker vi om skjulmuligheter nær gyteområder er viktig for at laksungene skal finne egnet oppveksthabitat, slik at dette påvirker bærekapasiteten. Dette betyr at den romlige fordelingen av gyte- og oppveksthabitat må inn i likningen.

Spredningskurver for laksunger tyder på at de i løpet av første vekstsesong ikke beveger seg mye mer enn 50-100 meter fra der de ble gytt (Sundt-Hansen m.fl. 2012). For laksungene er det derfor sannsynligvis viktig at de kan finne godt oppveksthabitat i nærheten av gyteplassen. Det er sannsynlig at hvilke avstander som oppleves som «i nærheten» for små laksunger, kan variere både innen og mellom elver. Større laksunger kan vandre flere km for å finne egnet habitat.

Her undersøker vi om forklaringsgraden (r^2) for S^* (altså det optimale eggantallet, eller gytebestandsmålet) øker dersom vi beregner andel godt oppveksthabitat innenfor en radius av 150 meter fra godt gytehabitat. Vi definerer godt gytehabitat som de stedene det er grus i elvebunnen – dette er tegnet inn i detaljkart i vedleggsfigurene bakerst i rapporten (**Vedleggsfigur 2-11**). Vi definerer videre godt oppveksthabitat som der det er stein i elvebunnen, gitt at disse områdene ligger innenfor en avstand av 150 meter fra områdene med godt gytehabitat.

Vi brukte da to alternative forklaringsvariabler:

(1) Gytehabitat (G_{ind})

$$G_{ind} = \frac{GA}{A}$$

hvor GA = samlet areal på gytehabitat, og A = samlet areal på elva dekket av substratundersøkelse.

(2) Konvergens av gytehabitat og oppveksthabitat.

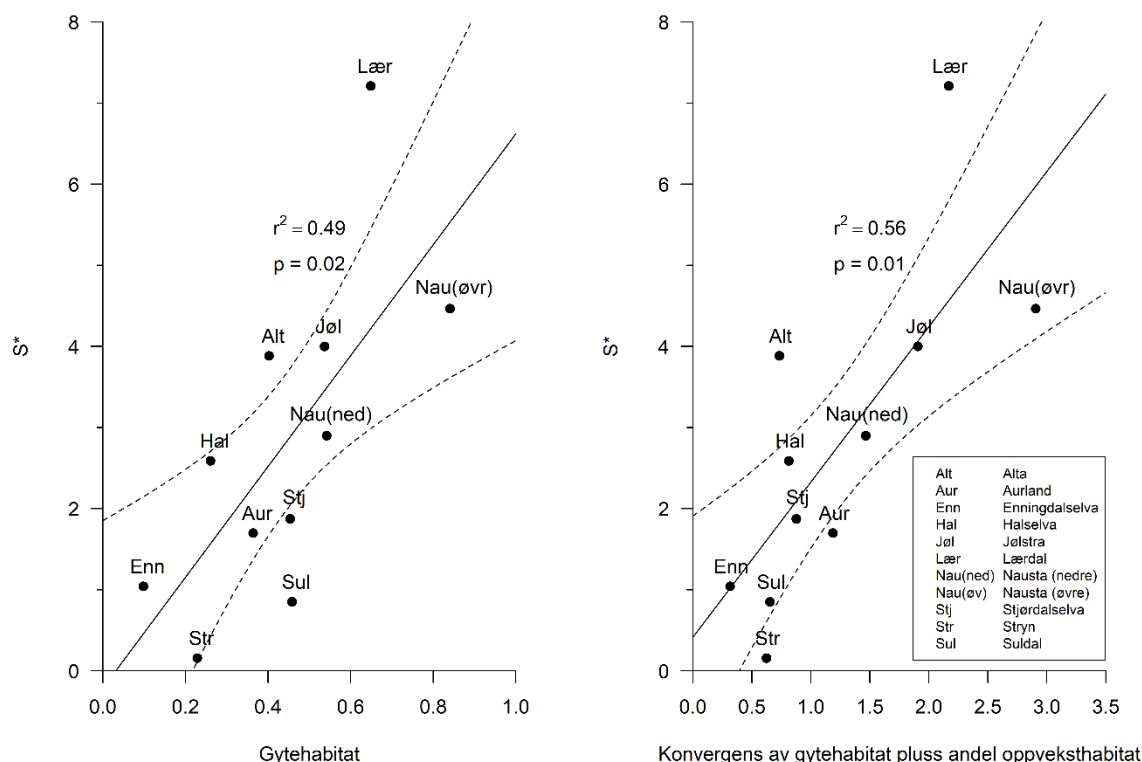
$$GO_{ind} = \frac{GOA}{A}$$

hvor GOA = samlet areal på gytehabitat og oppveksthabitat som henger naturlig sammen.

De to panelene i **figur 16** viser henholdsvis GA og GOA som forklaringsvariabel for optimal eggtetthet (arealspesifikt gytebestandsmål). Figuren som har den beste forklaringsgraden (høyest r^2) er panelet til høyre, som har litt høyere $r^2 = 0,56$ enn panelet til venstre der $r^2 = 0,49$.

Denne endringen skyldes at det i panelet til venstre kun er tatt med andel gytehabitat i elva, mens det i panelet til høyre også er tatt med andel oppveksthabitat innenfor en avstand av 150 meter fra gytehabitatet (dvs både grusbunnareal og steinbunnareal).

Figuren viser at Lærdalselva bør ha det høyeste gytebestandsmålet blant elvene som er med i analysen, og at Altaelva, Jølstra og (øvre del av) Nausta også ligger høyt. Stryneelva ligger svært lavt og er grunnen til at vi nylig har foreslått å sette ned det arealspesifikke gytebestandsmålet i Stryn fra 2 til 1 egg/m².



Figur 16. Andel gytehabitat som forklaringsvariabel for gytebestandsmålet (venstre panel), og andel gytehabitat pluss andel oppveksthabitat innenfor 150 meter fra gyteplassene som en mulig forbedring av forklaringsvariablene (høyre panel). De stiplede linjene er 90% konfidensintervall.

3.7 Lokal kunnskap

Involvering av lokal forvaltning og andre ressurspersoner i nærmiljøet i innsamling og analyse av data har (minst) tre funksjoner:

- utnytte lokal kunnskap med relevans til gytebestand og rekruttering (blant annet lokalisering av gyteplasser, og delvise vandringshindre),
- øke legitimiteten til bruk av gytebestandsmål som forvaltningsverktøy gjennom lokal deltagelse i prosessen, og
- gjøre feltarbeid realistisk på stor skala.

Vi har prøvd ulike typer lokal involvering i utarbeidelsen av metodikk for andregenerasjons gytebestandsmål.

I 2013 satte NINA i gang et pilotprosjekt på dette i et utvalg av vassdrag med nærhet til Trondheim. På et møte på NINA-huset i juni 2013 deltok representanter fra fylkesmenn og grunneierlag fra Surna i Møre & Romsdal, Orkla og Gaula i Sør-Trøndelag, og Stjørdalselva og Verdalselva i Nord-Trøndelag, i tillegg til NINA og DN (nå Miljødirektoratet). Ut fra dette møtet valgte vi å konsentrere feltinnsatsen om Surna og Gaula i 2013-2014.

Feltarbeid ble gjennomført høsten 2013 og 2014 i samarbeid med lokal forvaltning. I Gaula deltok også båtførere med gummibåt fra Oppdal, mens i Surna hadde vi med vår egen gummibåt.

I Gaula ble feltarbeidet samordnet med et prosjekt som beregner ungfisktetthet på utvalgte plasser i vassdraget. Mesteparten av vassdraget ble klassifisert med hensyn til habitatklasse, substrat og skjul. I Surna ble også mesteparten av vassdraget klassifisert. Resultatene fra dette arbeidet vil bli presentert i andre rapporter.

I 2013-2014 jobbet vi med annen finansiering i et annet stort vassdrag, Tanavassdraget, sammen med Tanavassdragets fiskeforvaltning, NINA-forskere i Tromsø og finske forskere. Tanavassdraget står i en særstilling blant laksevassdrag siden det står for omtrent 20 % av villaksen i Norge og sannsynligvis er det vassdraget som i dag produserer mest villaks på verdensbasis. Det er i løpet av 2014 utarbeidet et mer detaljert og metodisk ensartet førstegenerasjons gytebestandsmål for Tanavassdraget (Falkegård m.fl. 2014 NINA Report 1087), enn det som var mulig i 2007 (Hindar m.fl. NINA Rapport 226). I tillegg er det arbeidet sammen med finske forskere for å samordne metodikken for å samle inn habitatdata fra vassdraget, og for å kartfeste digitalt den omfattende habitatklassifiseringen som tidligere er utført på finsk side. I enkelte sideelver av Tanavassdraget er det i løpet av få år også mulig å utarbeide sammenhenger mellom gytebestand (eggtetthet) og rekruttering (ungfisktetthet eller smoltantall) på en mindre skala, siden disse sideelvene har hatt fisketeller eller videoovervåkning i aktuelle sidevassdrag.

I Tanavassdraget kan fisk tilhørende de ulike sidevassdragene identifiseres ved hjelp av genetiske metoder (Anon. 2018). Den andelen hunnfisk som ble tilordnet de ulike sidevassdragene i fangsten fra nedre del av vassdraget de siste årene, samsvarer godt med den andelen disse sideelvene utgjør av det totale gytebestandsmålet for Tanavassdraget (se Tabell 35 i Anon. 2018). Dette betyr ikke at gytebestandsmålene er satt helt presist for vassdraget, men tilsier at den interne variasjonen i gytebestandsmål mellom ulike deler av Tanavassdraget (fra Falkegård m.fl. 2014) er representert på en god måte.

Våren 2016 deltok vi i en revisjon av gytebestandsmål for laksebestander i Nordland fylke, sammen med representanter fra fylkesmannen og lokale ressurspersoner på fordeling/tetthet av gytefisk og ungfisk i mange av elvene. Gjennomgangen av elvene gjorde bruk av både kartinformasjon og billedinformasjon fra de ulike vassdragene, i tillegg til den kunnskapen som fantes om fiskebestandene.

Dette arbeidet – og det i Tana – var en øvelse der mange eksperter med komplementær kunnskap deltok. I gjennomgangen prøvde vi å dele inn hvert vassdrag i flere deler, og å sette ulike arealspesifikke gytebestandsmål på ulike del-strekninger i hvert vassdrag om det etter eksperthenes kollektive mening var grunnlag for det. Vi mener dette kan være en tilnærming for fastsettning av andregenerasjons gytebestandsmål i mange norske elver.

4 Diskusjon

Gytebestandsmål og andre biologiske referansepunkter er viktige størrelser i forvaltningen av fiskebestander, og har vært et viktig tilskudd til norsk lakseforvaltning i snart ti år. Internasjonalt legges det også stor vekt på at alle nasjoner som forvalter laks skal ha elvespesifikke referansepunkter som bestandene forvaltes etter.

Da gytebestandsmål skulle settes for norske laksebestander, var det kun et fåtall bestander som hadde gode data på forholdet mellom gytebestand og rekruttering (Hindar m.fl. 2007). I tillegg har vi Imsa der dataene for å lage bevaringsgrenser og gytebestandsmål ble publisert for snart 20 år siden, som et av de beste studiene av en laksebestand (Jonsson m.fl. 1998). Det er et anerkjent problem at for å sette gytebestandsmål på et stort antall bestander, så må man kunne overføre kunnskap fra godt studerte bestander til dårlig kjente bestander.

I NINA Rapport 226 gjorde vi dette på en forholdsvis subjektiv måte, dvs. at vi i stor grad måtte se på fangststatistikken for å finne sammenliknbare data for alle bestander (og noen av de 439 som til slutt fikk et gytebestandsmål, er ikke representert i den offentlige fangststatistikken). Internasjonalt har det vært flere forsøk på å sette mer objektive kriterier for å sette presise gytebestandsmål uten (eller med få) lokale data.

Det fundamentale problemet – at det kun finnes et lite antall bestander med svært god datakvalitet – er imidlertid ganske generelt. De første nasjonale gytebestandsmålene som ble satt – 2,4 egg pr kvadratmeter i Canada – ble satt på grunnlag av en beregning i ett vassdrag (Symons 1979). I en EU-finansiert 'concerted action' i Europa og Canada, fant forskerne ca 15 elver i Europa med egnete SR-data (Prévost m.fl. 2003). I denne analysen ble det gjennomført en hierarkisk analyse der man lette etter en faktor som påvirket de lokale gytebestandsmålene på en systematisk måte. Her ble en lineær effekt av breddegrad valgt for de europeiske elvene, og resultatene fra analysen er senere brukt til å sette gytebestandsmål for elver i Irland (Maoileidigh m.fl. 2004) men ser ikke ut til å representere elver langt mot nord på en god måte (Crozier m.fl. 2004; Hindar m.fl. 2007).

I arbeidet med andregenerasjons gytebestandsmål i Norge har vi arbeidet med biologiske mekanismer som vi tror er viktige for å bestemme hvordan eggdeponering i gytebestanden overføres til utvandrende rekrutter i et vassdrag. Vi har tatt utgangspunkt i at gode skjulmuligheter gir plass til flere laksunger pr areal enn få skjulmuligheter, og vi har brukt kunnskap om spredning av laksunger til å foreslå at egnete skjul for laksunger i nærheten av egnete gyteplasser bør tas hensyn til i beregningene. Her gjenstår det å lage en god modell som også kan ta hensyn til en del storskala prosesser i vassdrag (med hensyn til hvor produktive de er, for eksempel med hensyn til temperatur og næringstilgang for fisk), og kanskje aller helst å lage en modell for bestandsdynamikken til laks som også kan ta inn flere faktorer som påvirker laksebestander.

Det kan også være nyttig å hente informasjon om gytebestandsmål, samt informasjon om hvordan gytebestandsmålene brukes og diskuteres i land og vassdrag som det er naturlig å sammenlikne oss med: Island, Skottland, Irland, Canada, Frankrike, USA, Danmark, Sverige (vestkyst) og Russland.

Det er problemer forbundet med både å sette gytebestandsmål for høyt, og med å sette dem for lavt. Om de settes for høyt, kan det være en høstbar ressurs av laks i elva som ikke blir utnyttet, fordi beregning av innsig og gytebestand tilsier at det ikke er nok laks på gyteplassene om høsten. Dersom gytebestandsmålet settes for lavt, vil det kunne invitere til overbeskatning siden man får beskjed om at det kommer mer enn nok laks til vassdraget (som kan høstes) selv når bestanden ikke har nok gytefisk til å kunne bli fullrekruttert. Om dette skjer over lengre tid, kan man risikere at bestanden går inn i en nedadgående spiral der for få gytefisk i én generasjon kan gi enda færre i neste.

Etter at Vitenskapelig råd for lakseforvaltning (VRL) begynte å beregne måloppnåelse i forhold til gytebestandsmålet, har forvaltningen brukt denne informasjonen til å regulere fisket. Oppfølgingen i VRL tilsier at % måloppnåelse er bedre i dag enn da disse beregningene begynte i 2009 (Anon. 2019). Det er kanskje det viktigste beviset for at innføringen av forvaltning etter gytebestandsmål har vært en formålstjenlig og forholdsvis presis type regulering.

Regulerte vassdrag har ofte godt studerte laksebestander og er også godt representert blant elvene med habitat- og SR-data. En utfordring er å beregne hvordan selve reguleringen påvirker gytebestandsmålet, og å beregne forholdet mellom det historiske gytebestandsmålet (før regulering) og det nåværende gytebestandsmålet (etter regulering).

Reguleringer kan påvirke flere av de forholdene som er med på å fastsette gytebestandsmål:

- Vannføring endres og vanndekt areal endres som følge av det (Sundt-Hansen m.fl. 2018)
- Terskler er bygget for å opprettholde vanndekt areal der vannføringen er redusert, og fører samtidig til habitatendringer (bl.a. endret mesohabitat og substrat med færre skjul)
- Andre fysiske forhold som kan påvirke bærekapasiteten, endres: temperaturregime og isforhold

Dette kan medføre at reguleringen endrer arealspesifikt gytebestandsmål (egg/m²), vanndekt areal (m²), eller begge. Kunnskapen om dette er viktig for å kunne måle effekten av en regulering, og det er også noe som etterspørres internasjonalt, blant annet av NASCO.

Vi tror det er et langsiktig arbeid å fastsette hvordan en vassdragsregulering påvirker gytebestandsmålet. Endringer fra før- til etter-situasjonen vil bli evaluert fra de reguleringsundersøkelsene som er gjennomført og vil bli supplert med kartstudier og empiriske undersøkelser der dette er nødvendig. Arbeidet har nytte ikke bare i forhold til å fastsette gytebestandsmål, men også i studier av såkalte «heavily modified waterbodies» i Vannrammedirektivet og i analyser av påvirkningsfaktorer for kvalitetsnorm for villaks (<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2013-09-20-1109>).

4.1 Hva har vi lært av habitatkarakteristikk i SR-elver?

Habitatkarakteristikken som er utført i dette prosjektet har kun delvis oppfylt målsettingen. Vi fant ingen enkel sammenheng mellom skjulmålinger og bærekapasitet. Vi fant en god sammenheng mellom andelen av en utvalgt substrattype (grus, som kan være en god indikasjon for gytehabitat) og bærekapasitet.

Det ser ut til at den romlige fordelingen av egnet gytehabitat og egnete oppvekstområder betyr mye for hvor god rekruttering det er i et vassdrag. Det hjelper ikke at gyteområdene er gode, dersom de alle er på én plass i elva og avstanden til egnete oppvekstområder er lengre enn det en årsyngel av laks beveger seg.

Den beste rekrutteringen ser ut til å skje i elver der gyteplassene er spredt utover elva og avstanden til gode oppvekstområder er kort. Først da er det sannsynlig at yngelen som klekker om våren og begynner å lete etter territorier utover sommeren, tilsammen vil finne mange gode oppvekstplasser.

4.2 Rekruttering og tetthetsregulering

En modelleringstilnærming der vi tilpasser hockey-stick modeller med felles tetthetsuavhengig overlevelse men ulike bærekapasiteter, kan med første øyekast virke som en grov forenkling, siden vi vil forvente at tetthetsuavhengig overlevelse fra klekking til 1+ stadiet vil kunne variere

mellom bestander. Vi har her prøvd å illustrere en pragmatisk tilnærming hvor vi må avveie ønsket om en så detaljert modell som mulig (flestep mulig parametre) mot hva som er mulig å modellere med de datasettene vi har tilgjengelig. Så lenge målet er en robust prediksjonsmodell for gytebestandsmål for bestander uten egne bestand-rekrutteringsdata må vi velge en enklere modell.

Bestand-rekrutteringsdata er særdeles krevende å samle inn. Bak hvert datapunkt kan det ligge mange dagsverk, måleusikkerheten er relativt stor, det vil for de fleste bestander være en stor romlig og temporær stokastisitet og det vil være mange andre faktorer enn bestandsstørrelse som påvirker ungfiskproduksjon. Variasjonen rundt SR-kurven blir dermed nødvendigvis stor. I tillegg kan vi for noen bestander ha observasjoner kun i det tetthetsuavhengige intervallet (lave bestandsstørrelser) og dermed mangle informasjon om tetthetsregulering og bærekapasitet, eller kun ha observasjoner fra store bestandsstørrelser og dermed totalt mangle informasjon om tetthetsuavhengig overlevelse. I disse tilfellene er det da nødvendig å låne informasjon fra de andre bestandene. En siste forutsetning som alltid må vurderes om er oppfylt, er kravet om stasjonaritet, det vil si at miljøet i vassdraget er uforandret. Etter menneskelige inngrep i vassdraget, f.eks. vannkraftregulering, vil vi forvente at bestand-rekrutteringssammenhengen endres og data fra før og etter inngrepet må analyseres separat.

Til tross for disse begrensningene anser vi modellene for gytebestandsmål presentert i Fig. 16 som vellykkede. Et mulig forbedringsområde for metodikken for fastsettelse av gytebestandsmål kan være å vurdere den felles tetthetsuavhengige overlevelsen som et estimat for forventningsverdien til vassdrag, og så forsøke å modellere den bestandsvise variasjonen ved andre forklaringsvariabler.

Ved kvantifiseringen av gytehabitat og oppvekstområder har vi kun tatt hensyn til den dominante substrattypen for et elvesegment. Modellens forklaringsgrad kan muligens forbedres ved at subdominante substrattyper også tas med i vurderingen. Hvis habitatstypene til de undersøkte elfiskestasjonene ikke gir en god representasjon av hele vassdraget kan en vektning av de stasjonsvise tetthetsestimater med totalandelen av habitatstypen gi et forbedret årlig estimat av ungfisktetthet.

4.3 Forslag til tilnærming for andregenerasjons gytebestandsmål

Når det gjelder bruk av lokale ressurspersoner i fastsettelsen av gytebestandsmål, har vi brukt to ulike tilnærminger: én er å bruke lokale ressurspersoner i deler av feltarbeidet som er nødvendig for (blant annet) å måle skjul, beregne tetthet av laksunger og telle gytefisk. En annen type involvering er å bruke lokal kunnskap om hvor gyteplassene er lokalisert, og hvor det erfaringsmessig er gode oppvekstplasser for ungfisk og standplasser for voksen fisk. Videre tror vi at det kan være en betydelig forbedring av kunnskapsnivået for forskerne, dersom lokalkjente og forskere går sammen om å saumfare vassdragene fra fjell til fjord – enten på detaljerte fotografier og kart, eller i felt. Dette kan gi grunnlag til å sette gytebestandsmål for deler av vassdraget, og kanskje særlig gi et godt grunnlag for å ta vekk områder som ikke er produktive for laks.

Vi mener det beste i nær framtid er å gå gjennom de godt studerte elvene i Vestland (Hordaland og Sogn og Fjordane) som tidligere har vært gjenstand for flere detaljerte gjennomganger (NOU 1999:9; Sægrov 2001a; 2001b) og der det er gjort betydelige feltundersøkelser av gytebestand og rekruttering av en rekke institutter og enkeltpersoner. Vårt forslag er å arrangere gjennomganger av vassdrag for vassdrag med lokale ressurspersoner og fastsette gytebestandsmål for de ulike vassdragene, del for del, sammen med kartbaserte analyser og bildeanalyser.

4.4 Andre, framtidige studier

I Nausta ser det ut til at den viktigste tetthetsreguleringen skjer i løpet av første leveår etter at laksungene kommer opp av grusen for å starte eksternt fødeopptak. Overlevelsen ser deretter

ut til å være tetthetsuavhengig, og selv om det vil påvirke bærekapasiteten for produksjon av utvandrende laksunger, så påvirker det ikke nivået for gytefisktetthet som gir den beste rekrutteringen – dvs. påfølgende tetthetsuavheng dødelighet påvirker ikke gytebestandsmålet.

Det er imidlertid ikke gitt at dette er tilfellet i alle laksebestander. For eksempel bør det undersøkes i hvilken grad livet som ungfisk i elva er forskjellig (med hensyn til tetthetsregulering) mellom elver der det er få årsklasser som konkurrerer med hverandre (slik det vil være når smoltalderen er lav), og elver der det er flere årsklasser som konkurrerer med hverandre.

Vi undersøker i hvilken grad kartbasert informasjon (arealbruk i nedslagsfeltet, helningsgrad, berggrunn, vassdragsprofil, hydrologi, etc.) kan brukes til å predikere variasjon i produktivitet, med vekt på de ti elvene der vi har gytebestandsmål fra Stock-Recruitment-data. Det kartbaserte arbeidet vil også søke å utnytte flyfotografier av elv og nedslagsfelt, der vi mener det fins uutnyttede data i forhold til å vurdere en elv som laksehabitat.

Det fins statistiske metoder som kan benyttes til å koble sammen elfiskedata og andre (miljø- og livshistorie)-opplysninger til å sette mer presise gytebestandsmål enn det vi har gjort i første generasjons-GBM. NINA har tidligere vært med i et slikt arbeid (Prévost m.fl. 2003) og vil bruke liknende teknikker – med mer data – i framtiden.

Arbeid i Vitenskapelig råd for lakseforvaltning har de siste ti årene gitt et stadig større antall lakselver der størrelsen på gytebestanden er beregnet (Anon. 2009; 2019). Om vi bruker disse dataene, og knytter gytebestand i generasjon t og generasjon $t+1$ sammen ved å aldersbestemme gytefisken, så finnes det etterhvert flere elver som egner seg til Stock-Recruitment-analyse i Norge.

Det er vanligvis betydelig støy i SR-sammenhenger fra egg til egg (eller gytebestand til gytebestand) (Jonsson m.fl. 1998; Prévost m.fl. 2003), men dette arbeidet vil uansett ha stor verdi parallelt med andre metoder for å beregne gytebestandsmål.

5 Konklusjon

Detaljerte undersøkelser av gytehabitat og oppveksthabitat for laksunger gir grunnlag for å sette mer presise gytebestandsmål enn det som var mulig da førstegenerasjons gytebestandsmål ble utviklet i 2007.

Arealspesifikt gytebestandsmål kan beskrives forholdsvis godt av andelen grusbunn i et vassdrag, siden grusbunn er et egnet substrat for gyting. En enda høyere forklaringsgrad kan oppnås ved å inkludere andel steinbunn innenfor en avstand av 150 meter fra gytehabitatet, siden steinbunn er det beste oppveksthabitatet etter hvert som laksungene vokser opp.

En god tilnærming til å sette andregenerasjons gytebestandsmål er å gå gjennom elver i Norge hvor det er gjort betydelige feltundersøkelser av gytebestand og rekruttering, sammen med institusjoner og enkeltpersoner som har god kjennskap til de aktuelle vassdragene og laksebestandene.

Dette bør gjøres parallelt med videreutvikling av modeller for bestand-rekrutteringsforhold hos laksebestander.

Etter at Vitenskapelig råd for lakseforvaltning begynte å beregne måloppnåelse i forhold til gytebestandsmålet, har forvaltningen brukt denne informasjonen til å regulere laksefisket. Oppfølgingen i Vitenskapelig råd for lakseforvaltning tilsier at prosentvis måloppnåelse er bedre i dag enn da disse beregningene begynte i 2009. Det tyder på at innføringen av forvaltning etter gytebestandsmål har vært formålstjenlig.

6 Referanser

- Anon. 2009. Status for norske laksebestander i 2009 og råd om beskatning. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 1. Vitenskapelig råd for lakseforvaltning.
- Anon. 2013. Status for norske laksebestander i 2009. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 5. Vitenskapelig råd for lakseforvaltning.
- Anon. 2018. Status of the Tana/Teno River salmon populations in 2018. Report from the Tana Monitoring and Research Group nr 2/2018.
- Anon. 2019. Status for norske laksebestander i 2019. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 12. Vitenskapelig råd for lakseforvaltning.
- Barrowman, N.J. & Myers, R.A. 2000. Still more spawner-recruitment curves: the hockey stick and its generalizations. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **57**: 665-676.
- Borsányi, P., Alfredsen, A., Harby, A., Ugedal, O. & Kraxner, C. 2004. A meso-scale habitat classification method for production modelling of Atlantic salmon in Norway. *Hydroécologie Appliquée* **14**: 119-138.
- Crozier, W.W., Schon, P.J., Chaput, G., Potter, E.C.E. & Maoileidigh, N.O. 2004. Managing Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in the mixed stock environment: challenges and considerations. *ICES Journal of Marine Science* **61**: 1344-1358.
- Falkegård, M., Foldvik, A., Fiske, P., Erkinaro, J., Orell, P., Niemelä, E., Kuusela, J., Finstad, A. & Hindar, K. 2014. Revised first generation spawning targets for the Tana/Teno river system. *NINA Rapport* **1087**. Norsk institutt for naturforskning.
- Finstad, A.G., Einum, S., Forseth, T. & Ugedal, O. 2007. Shelter availability affects size-dependent and mean growth of juvenile Atlantic salmon. *Freshwater Biology* **52**: 1710-1718.
- Finstad, A.G., Einum, S., Ugedal, O. & Forseth, T. 2009. Spatial distribution of limited resources and local density regulation in juvenile Atlantic salmon. *Journal of Animal Ecology* **78**: 226-235.
- Finstad, A.G., Einum, S., Sættem, L.M. & Hellen, B.A. 2010. Spatial distribution of Atlantic salmon (*Salmo salar*) breeders: among- and within-river variation and predicted consequences for offspring habitat availability. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **67**: 1993-2001.
- Foldvik, A., Bremset, G. & Dokk, J.G. 2014. Elektrisk båtfiske i Tanaelva. Kartlegging av fiskesamfunn i september 2014. NINA Rapport 1162. Norsk institutt for naturforskning.
- Foldvik, A., Einum, S. & Finstad A.G. 2016. Spatial diffusion modelling of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) shows ontogenetic increase in movement rates. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **74**: 202-207.
- Foldvik, A., S. Einum, A. G. Finstad & O. Ugedal. 2017. Linking watershed and microhabitat characteristics: effects on production of Atlantic salmonids (*Salmo salar* and *Salmo trutta*). *Ecology of Freshwater Fish* **26**: 260-270.
- Forseth, T., Fiske, P., Barlaup, B., Gjøsæter, H., Hindar, K. & Diserud, O.H. 2013. Reference point based management of Norwegian Atlantic salmon populations *Environmental Conservation* **40**: 356-366.
- Hedger, R.D., Sundt-Hansen, L.E., Forseth, T., Diserud, O.H., Ugedal, O., & Finstad A.G. 2013. Modelling the complete life-cycle of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) using a spatially explicit individual-based approach *Ecological Modelling* **248**: 119-129.
- Hindar, K., Diserud, O.H., Fiske, P., Forseth, T., Jensen, A.J., Ugedal, O., Jonsson, N., Sloreid, S.E., Arnekleiv, J.V., Saltveit, S.J., Sægrov, H. & Sættem, L.M. 2007. Gytebestandsmål for laksebestander i Norge. *NINA Rapport* **226**. Norsk institutt for naturforskning.
- Jonsson, N., Jonsson, B. & Hansen, L.P. 1998 The relative role of density-dependent and density-independent survival in the life cycle of Atlantic salmon *Salmo salar*. *Journal of Animal Ecology* **67**: 751-762.

- Maoileidigh, N.O., McGinnity, P., Prevost, E., Potter, E.C.E., Gargan, P., Crozier, W.W., Mills, P. & Roche, W. W. 2004. Application of pre-fishery abundance modelling and Bayesian hierarchical stock and recruitment analysis to the provision of precautionary catch advice for Irish salmon (*Salmo salar* L.) fisheries. *ICES Journal of Marine Science* **61**: 1370-1378.
- NOU 1999:9. Til laks åt alle kan ingen gjera? Om årsaker til nedgangen i de norske villaksbestandene og forslag til strategier og tiltak for å bedre situasjonen. Norges offentlige utredninger.
- Prévost, E., Parent, E., Crozier, W., Davidson, I., Dumas, J., Gudbergsson, G., Hindar, K., McGinnity, P., MacLean, J. & Sættem, L.M. 2003. Setting biological reference points for Atlantic salmon stocks: transfer of information from data-rich to sparse-data situations by Bayesian hierarchical modelling. *ICES Journal of Marine Science* **60**: 1177-1193.
- Pulg, U., Vollset, K.W. & Lennox, R.J. 2019. Linking habitat to density-dependent population regulation: How spawning gravel availability affects abundance of juvenile salmonids (*Salmo trutta* and *Salmo salar*) in small streams. *Hydrobiologia* **841**: 13-29.
- Sundt-Hansen, L., Einum, S., Neregård, L., Björnsson, B.T., Johnsson, J., Fleming, I.A., Devlin, R., Hindar, K. 2012. Growth hormone reduces growth in free-living Atlantic salmon fry. *Functional Ecology* **26**: 904-911.
- Sundt-Hansen, L., Hedger, R., Ugedal, O., Diserud, O., Finstad, A., Sauterleute, J., Tøfte, L., Alfredsen, K. & Forseth, T. 2018. Modeling climate change effects on Atlantic salmon: Implications for mitigation in regulated rivers. *Science of the Total Environment* Volumes **631-632**: 1005-1017.
- Symons, P.E.K. 1979. Estimated escapement of Atlantic salmon (*Salmo salar*) for maximum smolt production in rivers of different productivity. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* **36**: 132-140.
- Sægrov, H. 2001a. Laksebestandene i Hordaland. Vedlegg III til Skurdal, J., Hansen, L.P., Skaala, Ø., Sægrov, H. & Lura, H. Elvevis vurdering av bestandsstatus og årsaker til bestandsutviklingen av laks i Hordaland og Sogn og Fjordane. Utredning for DN 2001-2. Direktoratet for naturforvaltning.
- Sægrov, H. 2001b. Laksebestandene i Sogn og Fjordane. Vedlegg II til Skurdal, J., Hansen, L.P., Skaala, Ø., Sægrov, H. & Lura, H. Elvevis vurdering av bestandsstatus og årsaker til bestandsutviklingen av laks i Hordaland og Sogn og Fjordane. Utredning for DN 2001-2. Direktoratet for naturforvaltning.
- Sættem, L.M. 1995. Gytebestander av laks og sjøaure. En sammenstilling av registreringer fra ti vassdrag i Sogn og Fjordane fra 1960-94. Utredning for DN 1995-7, Direktoratet for naturforvaltning.
- Teichert, M.A.K., Einum, S., Finstad, A.G., Ugedal, O. & Forseth, T. 2013. Ontogenetic timing of density dependence: location-specific patterns reflect distribution of a limiting resource. *Population Ecology* **55**: 575-583.
- Ugedal, O., Forseth, T., & Fiske, P. 2013. Biologisk delplan for Nausta. *NINA Rapport* **923**. Norsk institutt for naturforskning.
- Zippin, C. 1958. The removal method of population estimation. *Journal of Wildlife Management* **22**: 82-90.

7 Vedlegg

7.1 Vedlegg 1: Gytebestandsmål for norske laksevassdrag versjon 1.1

Vassdragene er plassert i ulike grupper av eggtettheter (< 1,5; 1,5-3; 3-5; > 5 med midtverdier 1, 2, 4 og 6 egg), og det er midtverdien for eggtetthetsgruppen som oppgis her. Arealene som er benyttet for vassdragene, antall egg som må legges for å møte gytebestandsmålet, samt antall kilo hunner som er nødvendig for å møte gytebestandsmålet, er også gitt (for midtverdien i eggtetthetsgruppen). Nedre og øvre grense for gytebestandsmålet er gitt som vekt av hunnlaks (nedre og øvre GBM). De 180 største vassdragene som ble vurdert i vitenskapsrådets første rapport er listet først (Anon. 2009). Gytebestandsmålene er nylig revidert i Tanavassdraget (Falkegård m.fl. 2014) og i resten av Norge. I tabellen er det indikert med **'fet'** type hvorvidt det er det arealspesifikke gytebestandsmålet eller arealet (evt begge) som er endret.

Vass-dragsnr.	Elv	Gyte-be-standsmål (egg/m ²)	Areal (m ²)	Antall egg for å møte GBM	Totalvekt hunnlaks for å møte GBM (kg)	Nedre GBM	Øvre GBM
001.1Z	ENNINGDALSELVA	2	328120	656240	453	339	680
002.Z	GLOMMA	1	1391640	1391640	960	480	1440
008.Z	SANDVIKSELVA	2	240020	480040	331	248	497
009.Z	ÅROSELVA	2	178800	357600	247	185	370
011.Z	LIERELVA	1	716120	716120	494	247	741
012.Z	DRAMMENSELVA	1	6314590	6314590	4355	2177	6532
015.Z	NUMEDALSLÅGEN	2	7941600	17828760	12296	6148	18444
016.4Z	HERREVASSDRAGET	2	58020	116040	80	40	120
016.Z	SKIENSELVA	1	2169640	2169640	1496	748	2244
019.Z	NIDELVA I ARENDAL	1*	2000200	2282200	1574	787	2361
020.Z	TOVDALSELVA	2	2697890	5395780	3721	2791	5582
021.Z	OTRA	2	1697100	3394200	2341	1756	3511
022.Z	MANDALSELVA	2	3737510	7475020	5155	3866	7733
023.Z	AUDNA	1	1754410	1754410	1210	605	1815
024.Z	LYGNA	2	1369720	2739440	1889	1417	2834
025.Z	KVINA	2	1359500	2719000	1875	1406	2813
026.4Z	SOKNDALSELVA	4	312130	1248520	861	646	1076
027.6Z	OGNA	6	280790	1684740	1162	968	1356
027.7Z	FUGLESTADANA	4	140194	560776	387	290	483
027.Z	BJERKREIMSVASSDRAGET	4	1565620	6262480	4319	3239	5399
028.1Z	KVASSHEIMSÅNA	6	16100	96600	67	56	78
028.21Z	S. VARHAUGELV	4	26300	105200	73	54	91
028.22Z	N. VARHAUGELV	4	30150	120600	83	62	104
028.3Z	HÅELVA	6	440100	2640600	1821	1366	2276
028.Z	FIGGJO	6	542720	3256320	2246	1871	2620
030.2Z	DIRDALSELVA	2	225020	450040	310	233	466
030.4Z	ESPEDALSELVA	2	469850	939700	648	486	972
030.Z	FRAFJORDELVA	2	173000	346000	239	179	358
033.Z	ÅRDALSELVA	2	646830	1293660	892	669	1338
035.3Z	VORMO	4	108660	434640	300	225	375
035.7Z	HÅLANDSELVA	2	86070	172140	119	89	178
035.Z	ULLA	2	128690	257380	178	133	266
036.Z	SULDALSLÅGEN	2	1680390	3360780	2318	1738	3477
038.Z	VIKEDALSELVA	4	266820	1067280	736	552	920
041.Z	ETNEELVA	4	371480	1485920	1025	769	1281
045.4Z	ROSENDALSELVA	4	35970	143880	99	74	124
048.Z	OPO	2	578200	1156400	798	598	1196
050.Z	EIDFJORDVASSDRAGET	2	309790	619580	427	320	641
052.1Z	GRANVINSELVA	2	135590	271180	187	140	281
055.7Z	OSELVA	2	307830	615660	425	319	637
055.Z	TYSSEELVA	2	179090	358180	247	185	371
060.4Z	LONEELVA	6	36910	221460	153	127	178
061.2Z	STORELVA I ARNA	4	60490	241960	167	125	209
061.Z	DALEELVA I VAKSDAL	2	141160	282320	195	146	292
062.Z	VOSSO	2	1530110	3060220	2110	1583	3166
063.Z	EKSO	2	159000	318000	219	164	328
070.Z	VIKJA	2	30920	61840	43	32	64

Vass-dragsnr.	Elv	Gyte-be-standsmaal (egg/m ²)	Areal (m ²)	Antall egg for å møte GBM	Totalvekt hunnlaks for å møte GBM (kg)	Nedre GBM	Øvre GBM
071.Z	NÆRØYELVI	2	371710	743420	513	385	769
072.2Z	FLÅM	2	141890	283780	196	147	294
072.Z	AURLANDSELVA	2	432220	864440	596	447	894
073.Z	LÆRDALSELVI	4	1818590	7274360	5017	3763	6271
077.3Z	SOGNDALSELVA	2	82920	165840	114	86	172
077.Z	ÅRØYELVA	4	46350	185400	128	96	160
079.Z	DALEELVA I HØYANGER	2	196300	392600	271	203	406
082.Z	FLEKKEELVA	2	256665	401605	277	188	415
083.2Z	KVAMSELVA I SUNNFJORD	4	62340	249360	172	129	215
083.Z	GAULARVASSDRAGET	2	1046110	2092220	1443	1082	2164
084.7Z	NAUSTA	4	786900	3147600	2171	1628	2713
084.Z	JØLSTRA	4	417960	1671840	1153	865	1441
085.Z	OSENELVA I FLORA	4	369320[#]	1477280	1019	764	1274
086.Z	ÆLVA OG OMMEDALSELVA	4	157800	631200	436	326	545
087.Z	GLOPPENELVA	2	321160	642320	443	332	664
088.1Z	OLDEN	2	109770	219540	151	114	227
088.2Z	LOELVA	2	92240	184480	127	95	191
088.Z	STRYN	2	782590	1565180	1079	810	1619
089.Z	EIDSELVA	2	553210	1106420	763	572	1145
091.3Z	ERVIKELVA I SELJE	4	44670	178680	123	92	154
092.Z	ÅHEIMSELVA	4	169555	678220	468	351	585
093.2Z	OSELVA	3	73780	251500	173	130	224
094.4Z	AUSTEFJORDELVA	4	84460	337840	233	175	291
095.3Z	STORELVA (SØRE VARTDAL)	4	117310	469240	324	243	405
095.4Z	BARSTADVIKELVA	4	59800	239200	165	124	206
095.Z	ØRSTAELVA	4	490400	1961600	1353	1015	1691
096.1Z	HAREIDSVASSDRAGET	4	140775	563100	388	291	485
097.12Z	BONDALSELVA	4	211130	844520	582	437	728
097.2Z	VIKELVA	3	77915	244710	169	127	223
097.4Z	NORANGDALSELVA	4	46090	184360	127	95	159
097.72Z	AUREELVA	4	117040	468160	323	242	404
097.7Z	VELLEDALSELVA	4	175550	702200	484	363	605
098.3Z	STRANDAELVA	2	248720	497440	343	257	515
098.6Z	KORSBREKKELVA	6	38910	233460	161	134	188
100.2Z	STORDALSELVA	4	262380	1049520	724	543	905
100.Z	VALLDALSELVA	2	586030	1172060	808	606	1212
101.1Z	ØRSKOGELVA	4	35790	143160	99	74	123
101.2Z	SOLNØRELVA	4	46240	184960	128	96	159
101.6Z	TENNFJORDELVA	4	125425	501700	346	260	433
102.11Z	HILDREELVA	6	4820	28920	20	17	23
102.6Z	TRESSA	4	95100	380400	262	197	328
103.1Z	MÅNA	4	131640	526560	363	272	454
103.Z	RAUMA	2	3781270	7562540	5216	3912	7823
104.2Z	VISA	2	134430	268860	185	139	278
104.Z	EIRA	2	551537	1103075	761	571	1142
105.Z	OSELVA	4	323260	1293040	892	669	1115
107.3Z	SYLTEELVA	4	147080	588320	406	304	507
107.6Z	HUSTADELVA	3	210225	644370	444	333	589
108.2Z	VÅGSBØELVA	3	164115	498110	344	258	457
109.Z	DRIVA	2	4402970	8805940	6073	4555	9110
111.7Z	SØYA	2	600020	1200040	828	621	1241
112.Z	SURNA	2	3506090	7012180	4836	3627	7254
116.Z	ÆLVA	2	367415	632495	436	310	654
121.Z	ORKLA	4	6855280	27421120	18911	14183	23639
122.1Z	BØRSA	4	49550	198200	137	103	171
122.2Z	VIGDA	4	112000	448000	309	232	386
122.Z	GAULA	4	9358500	37434000	25817	19362	32271
123.4Z	HOMLA	4	90770	363080	250	188	313
123.Z	NIDELVA	4	989450	3957800	2730	2047	3412
124.Z	STJØRDALSELVA	2	4902870	9805740	6763	5072	10144
126.6Z	LEVANGERELVA	2	374290	748580	516	387	774
127.Z	VERDALSELVA	2	2911958	5823915	4016	3012	6025
128.Z	STEINKJERVASSDRAGET	2	1263930	2527860	1743	1308	2615
132.Z	SKAUGA	2	854470	1708940	1179	884	1768
133.3Z	NORDELVA I BJUGN	4	208470	833880	575	431	719
134.Z	TEKSDALSELVA	4	17880	71520	49	37	62
135.1Z	OLDENELVA I BJUGN	4	64010	256040	177	132	221

Vass-dragsnr.	Elv	Gyte-be-standsmaal (egg/m ²)	Areal (m ²)	Antall egg for å møte GBM	Totalvekt hunnlaks for å møte GBM (kg)	Nedre GBM	Øvre GBM
135.ZB	NORDALSELVA	2	604500	1209000	834	625	1251
135.Z	STORDALSELVA	4	1120095	4480380	3090	2317	3862
137.2Z	STEINSDALSELVA	2	874970	1749940	1207	905	1810
138.3Z	OKSDØLA	2	187300	374600	258	194	388
138.5Z	AURSUNDA	2	236970	473940	327	245	490
138.6Z	BOGNA	2	631033	1855980	1280	960	1920
138.Z	ÅRGÅRDSVASSDRAGET	4	1275400	5101600	3518	2639	4398
			1907183				
139.Z	NAMSEN	1	0	27048560	18654	11161	26148
140.Z	SALSVASSDRAGET	2	577980	1155960	797	598	1196
142.3Z	KONGSMOELVA	2	444410	888820	613	460	919
144.Z	ÅBJØRVASSDRAGET	1	1382610	1382610	954	477	1430
148.2Z	SAUSVASSDRAGET	4	271980	1087920	750	563	938
151.Z	VEFSNA	4	2286042	9144168	6306	4730	7883
152.2Z	DREVJAVASSDRAGET	1	826710	826710	570	285	855
152.Z	FUSTAVASSDRAGET	2	915530	1831060	1263	947	1894
155.Z	RØSSÅGA	1	1810680	1810680	1249	624	1873
156.Z	RANAVASSDRAGET	1	1771810	1771810	1222	611	1833
159.21Z	GJERVALELVA I RØDØY	6	18220	109320	75	63	88
160.41Z	SPILDERVASSDRAGET	2	170370	340740	235	176	352
161.Z	BEIARELVA	1	2470240	2470240	1704	852	2555
163.Z	SALTDALSELVA	1	3458820	3458820	2385	1193	3578
165.7Z	FJÆREVASSDRAGET	4	27320	109280	75	56	94
167.Z	KOBBLV	1	338960	338960	234	117	351
170.5Z	VARPAVASSDRAGET	4	78850	315400	218	163	272
172.Z	FORSÅVASSDRAGET	2	285610	469160	324	225	485
174.5Z	ELVEGÅRDSSELVA (BJERKVIK)	2	124580	249160	172	129	258
178.51Z	KJERRINGNESVASSDRAGET	4	109790	407060	281	211	356
178.52Z	OSVOLLVASSDRAGET	4	81400	296660	205	153	261
178.62Z	ROKSØYELVA	2	38460	76920	53	40	80
178.6Z	GÅRDELVA	4	115810	423880	292	219	372
178.7Z	BUKSNEVASSDRAGET	4	207690	830760	573	430	716
185.1Z	ALSVÅGVASSDRAGET	2	150495	348830	241	180	344
186.2Z	ROKSDALSVASSDRAGET	5	326330	1576760	1087	862	1312
191.Z	SALANGSVASSDRAGET	1	2524280	2524280	1741	870	2611
193.Z	SKØELVASSDRAGET	1	533250	533250	368	184	552
194.3Z	LYSBOTNVASSDRAGET	2	243370	486740	336	252	504
194.5Z	TENNELVA	4	93100	372400	257	193	321
194.6Z	ÅNDERELVA	2	274300	548600	378	284	568
194.Z	LAUKHELLEVASSDRAGET (LAKSELVA FRA TROLLBUVATNET)	2*	904337	1591090	1055	791	1582
196.5Z	LAKSELVA (AURSFJORD)	4	32690	130760	90	68	113
196.Z	MÅLSELV	1	7774790	7774790	5362	2681	8043
202.11Z	SKIPSFJORDVASSDRAGET	2	130050	260100	179	135	269
205.Z	SKIBOTNVASSDRAGET	2	1180520	2361040	1628	1221	2442
208.Z	REISA	1	5294800	5294800	3652	1826	5477
209.Z	KVÆNANGSVASSDRAGET	2	311660	623320	430	322	645
212.2Z	HALSELVA	1	261750	261750	181	90	271
212.Z	ALTA	4	5701330	22805320	12130	9098	15163
213.Z	REPPARFJORDELVA	1	4786170	4786170	3301	1650	4951
223.Z	STABBURSELVA	2	1171690	2343380	1616	1212	2424
224.Z	LAKSELVA	2	2482722	4965444	3424	2568	5137
225.Z	BØRSELVA	1	3985500	3985500	2749	1374	4123
228.Z	STORELVA I LAKSEFJORD	1	1799330	1799330	1241	620	1861
231.7Z	SANDEFJORDELVA	1	618050	618050	426	213	639
231.8Z	RISFJORDVASSDRAGET	2	148090	296180	204	153	306
233.Z	LANGFJORDVASSDRAGET	2	812700	1625400	1121	841	1682
234.Z	TANAVASSDRAGET	NINA Report 1087					
236.Z	KONGSFJORDELVA	2	798920	1597840	1102	826	1653
237.Z	VESTERELVA MED ORDO	1	1965960	1965960	1356	678	2034
239.3Z	SKALLELVA	1	827110	827110	570	285	856
239.Z	KOMAGELVA	2	1559690	3119380	2151	1613	3227
240.Z	VESTRE JAKOBSELV	1	2782600	2782600	1919	959	2878
241.5Z	VESTERELVA I NESSEBY	1	407780	407780	281	141	422
244.4Z	MUNKELVA	1	288630	288630	199	100	299

Vass-dragsnr.	Elv	Gyte-be-standsmaal (egg/m ²)	Areal (m ²)	Antall egg for å møte GBM	Totalvekt hunnlaks for å møte GBM (kg)	Nedre GBM	Øvre GBM
244.Z	NEIDEN	2	2144000	4288000	2957	2218	4436
247.3Z	KARPELVA	1	299790	299790	207	103	310
247.Z	GRENSE JAKOBSELV	2	450380	900760	621	466	932
004.Z	HØLENELVA	1	60880	60880	42	21	63
005.3Z	ÅRUNGELVA	2	19940	39880	28	21	41
005.4Z	GJERSJØELVA	2	14260	28520	20	15	30
006.Z	NORDMARKVASSDRAGET	2	26720	53440	37	28	55
007.Z	LYSAKERELVA	2	38550	77100	53	40	80
008.2Z	NESELVA	2	6640	13280	9	7	14
009.1Z	ASKERELVA	2	1900	3800	3	2	4
013.Z	SANDEVASSDRAGET	1	248250	248250	171	86	257
014.Z	AULIVASSDRAGET	1	641390	641390	442	221	664
017.Z	KRAGERØVASSDRAGET		0	0	0		
018.3Z	GJERSTADVASSDRAGET	2	43640	87280	60	45	90
018.Z	VEGÅRSVASSDRAGET	2	409940	819880	565	424	848
022.1Z	SØGNEELVA	2	405006	810012	559	419	838
025.3Z	FEDAELVA	1	105690	105690	73	36	109
026.Z	SIRÅ	2	118090	236180	163	122	244
027.3Z	HELLELANDSELVA	2	89370	178740	123	92	185
028.4Z	ORREÅNA	4	31780	127120	88	66	110
029.1Z	STORÅNA	4	83520	334080	230	173	288
029.22Z	HØLEELVA	4	2390	9560	7	5	8
031.Z	LYSEVASSDRAGET	2	99830	240040	166	124	234
032.Z	JØRPELANDSÅNA	2	80450	160900	111	83	166
035.2Z	HJELMELANDSÅNA	4	35110	140440	97	73	121
035.4Z	FØRREELVA	2	41670	83340	57	43	86
037.2Z	ÅBØELVA	2	39840	79680	55	41	82
037.Z	SAUDAVASSDRAGET	1	251660	251660	174	87	260
038.3Z	ØVSTABØELVA	4	44720	178880	123	93	154
042.3Z	DAELVA-FJÆRAELVA	2	27430	54860	38	28	57
042.Z	BLÅELVA	2	10760	4304	3	2	4
046.32Z	AUSTREPOLLELVA	2	25020	10008	7	5	10
046.4Z	ØYRESELVA	2	29940	11976	8	6	12
047.2Z	JONDALSELVI	4	24270	77664	54	40	67
050.1Z	KINSØ	2	91550	183100	126	95	189
051.1Z	AUSTDØLA	2	26660	10664	7	6	11
052.7Z	STEINSDALSELVI	4	84390	337560	233	175	291
064.Z	MODALSELVA	2	433210	866420	598	448	896
067.2Z	HAUGSDALSVASSDRAGET	2	100420	200840	139	104	208
067.3Z	MATREVASSDRAGET	2	108620	217240	150	112	225
067.6Z	YNDESALSVASSDRAGET	4	61100	244400	169	126	211
069.31Z	STORELVA-BREKKEELVA	2	54660	109320	75	57	113
070.2Z	ORTNEVIKSELVA	2	0	0	0	0	0
075.4Z	MØRKRISSVASSDRAGET	1	298180	298180	206	103	308
080.1Z	HOVLANDSELVA-INDREDAL	2	73320	73320	51	38	76
080.21Z	YTREDALSELVA	2	71190	128142	88	66	133
080.4Z	BØELVA	4	7950	31800	22	16	27
082.5Z	DALSELVA-STORELVA	2	103190	206380	142	107	213
083.4Z	RIVEDALSELVA	2	27470	54940	38	28	57
086.8Z	HOPSELVA	4	33930	135720	94	70	117
087.1Z	RYGGELVA	2	40610	81220	56	42	84
089.4Z	HJALMA	2	87950	175900	121	91	182
093.3Z	NORDDALSELVA	4	11700	46800	32	24	40
094.21Z	VASSBAKKELVA	4	1500	6000	4	3	5
094.41Z	JOLGRØSELVA	4	240	960	1	0	1
094.6Z	STORELVA	4	3200	12800	9	7	11
094.Z	STIGEDALSELVA	4	43760	175040	121	91	151
095.41Z	STORELVA	4	52710	210840	145	109	182
096.41Z	VÅGSELVA	2	18670	37340	26	19	39
099.1Z	EIDSDALSELVA	2	124680	249360	172	129	258
099.2Z	NORDDALSVASSDRAGET	4	31310	125240	86	65	108
099.Z	TAFJORDVASSDRAGET	2	26880	53760	37	28	56
100.3Z	VAGSVIKELVA	4	9070	36280	25	19	31
102.2Z	STORELVA	4	11130	44520	31	23	38
102.5Z	SKORGELVA	4	55050	220200	152	114	190
103.2Z	INNFIJORDSELVA	4	99580	398320	275	206	343
103.4Z	ISAVASSDRAGET	2	410660	821320	566	425	850

Vass-dragsnr.	Elv	Gyte-be-standsmaal (egg/m ²)	Areal (m ²)	Antall egg for å møte GBM	Totalvekt hunnlaks for å møte GBM (kg)	Nedre GBM	Øvre GBM
103.5Z	SKORGEELVA	2	2360	4720	3	2	5
104.1Z	MITTELVA	2	46310	92620	64	48	96
105.1Z	RØA	2	162610	325220	224	168	336
105.3Z	OLTERÅA	2	26280	52560	36	27	54
105.4Z	OPPDØLSELVA	2	182970	365940	252	189	379
108.221Z	VASSKORDELVA	2	21470	42940	30	22	44
108.3Z	BATNFJORDELVA	4	317160	1268640	875	656	1094
109.4Z	USMA	2	268590	537180	370	278	556
109.5Z	LITLEDALSELVA	2	182920	365840	252	189	378
111.2Z	ULSETELVA	4	3380	13520	9	7	12
111.4Z	VIDDALSELVA	2	25730	51460	35	27	53
111.Z	TOÅA	2	308830	617660	426	319	639
112.3Z	BØVRA	2	778530	1557060	1074	805	1611
113.5Z	STAURSETBEKKEN	2	22390	44780	31	23	46
113.6Z	TODALSELVA	2	118980	237960	164	123	246
113.8Z	AURELVA	4	1940	7760	5	4	7
113.Z	FJELNA	2	77990	155980	108	81	161
116.8Z	BELSVIKELVA	2	1940	3880	3	2	4
117.12Z	KALDKLØVELVA	2	300	600	0	0	1
117.1Z	LAKSELVA	2	30470	64580	45	33	66
117.23Z	KVERNAVASSDRAGET	1	28070	28070	19	10	29
117.3Z	SAGELVA M FUNG LAKSETRAPP	1	60960	74730	52	29	74
117.4Z	GRYTELVVASSDRAGET	2	101205	202410	140	105	209
119.11Z	HAUGELVA	2	41880	83760	58	43	87
119.1Z	SØA	1	222545	247843	171	112	256
119.2Z	HAGAELVA	2	20910	33456	23	17	35
119.3Z	HOLLAELVA	2	125360	125360	86	65	130
119.411Z	VEENEELVA	2	1630	3260	2	2	3
119.42Z	SNILLDALSELVA	2	82110	164220	113	85	170
119.4Z	BERGSELVA	2	26020	52040	36	27	54
119.5Z	TANNVIKELVA	2	5740	11480	8	6	12
119.61Z	SLØRDALSELVA	2	47705	95410	66	49	99
119.6Z	ÅSTELVA	4	1230	4920	3	3	4
119.82Z	STEINSDALSELVA	2	600	1200	1	1	1
119.8Z	TERNINGSELVA	4	1620	6480	4	3	6
119.9Z	FREMSTADELVA	4	10590	42360	29	22	37
120.11Z	GRØNNINGSELVA	4	770	3080	2	2	3
120.1Z	STØRDALSELVA	4	11340	45360	31	23	39
120.2Z	LENA	6	4310	25860	18	15	21
120.3Z	TENNELELVA	4	1670	6680	5	3	6
121.1Z	SKJENALDELVA	4	143190	572760	395	296	494
123.22Z	VIKHAMMERELVA	2	2400	4800	3	2	5
123.3Z	SAGELVA	2	830	1660	1	1	2
129.2Z	MOLLELVA	2	236490	472980	326	245	489
129.Z	FOLLAVASSDRAGET	2	12310	24620	17	13	25
130.32Z	TANGSTADELVA	2	30700	61400	42	32	64
131.1Z	MOSSA	2	111770	223540	154	116	231
131.9Z	PRESTELVA	2	49060	98120	68	51	102
132.1Z	FLYTA	2	48740	97480	67	50	101
132.2Z	HASSELVASSDRAGET	2	40900	81800	56	42	85
133.2Z	OSAELVA	4	47100	188400	130	97	162
134.2Z	BREKKELVA	4	9080	36320	25	19	31
134.31Z	OKLA	2	3780	7560	5	4	8
135.31Z	MØRREELVA	2	4870	9740	7	5	10
135.3Z	ARNEVIKSELVA	2	9590	0	0	0	0
135.42Z	IMSELVA	2	10280	20560	14	11	21
135.43Z	GRYTELVVASSDRAGET	2	11660	23320	16	12	24
136.13Z	REVSNESELVA	2	6250	12500	9	6	13
136.2Z	SUNNSKJØRVASSDRAGET	2	6570	13140	9	7	14
136.31Z	HÅVIKELVA	2	13740	27480	19	14	28
136.3Z	NORDSKJØRELVA	2	25150	50300	35	26	52
136.51Z	EINARSDALSELVA	2	4750	9500	7	5	10
136.52Z	STORELVA (STRAUMSELVA)	2	34675	69350	48	36	72
137.1Z	VIKSELVA	4	2580	0	0	0	0
137.4Z	SKJELLÅA	2	101240	202480	140	105	209
137.5Z	STORELVA (JØSSUND)	4	30140	120560	83	62	104
137.72Z	SITTERELVA	2	6960	13920	10	7	14

Vass-dragsnr.	Elv	Gyte-be-standsmaal (egg/m ²)	Areal (m ²)	Antall egg for å møte GBM	Totalvekt hunnlaks for å møte GBM (kg)	Nedre GBM	Øvre GBM
137.7Z	LAUVSNESVASSDRAGET	4	9690	0	0	0	0
140.3Z	VETRHUSELVA	2	26820	53640	37	28	55
140.511Z	AUSVASSELVA	4	2970	0	0	0	0
140.6Z	SAGELVA	4	3180	12720	9	7	11
141.4Z	KVISTELVA	2	64260	128520	89	66	133
141.Z	OPPLØYELVA	4	860	3440	2	2	3
142.2Z	LANGBOGAELVA	2	3160	6320	4	3	7
142.6Z	SJØLSTADELVA	2	9920	19840	14	10	21
142.71Z	NORDMARKSELVA-ÅFORELVA	2	16350	32700	23	17	34
143.532Z	HORVELVA	2	109890	219780	152	114	227
143.7Z	STORELVA	4	16540	66160	46	34	57
144.4Z	TERRÅKELVA	1	80390	80390	55	28	83
144.5Z	URVOLLELVA	2	54140	108280	75	56	112
144.61Z	BOGELVA	2	83670	167340	115	87	173
144.7Z	STORELVA	2	67460	134920	93	70	140
145.2Z	EIDSELVA	2	112640	225280	155	117	233
147.3Z	FERSETELVA	2	116430	232860	161	120	241
148.Z	LOMSELVA	1	320010	320010	221	110	331
149.2Z	LAKSELVA	1	444470	444470	307	153	460
149.61Z	HESTDALSELVA	2	58290	116580	80	60	121
149.6Z	HALSAELVA	2	96500	193000	133	100	200
149.8Z	STORELVA	2	21190	42380	29	22	44
151.1Z	HUNDÅLA	1	189400	189400	131	65	196
153.22Z	LEIRELVA	2	123770	247540	171	128	256
153.3Z	STILLELVA-RANELVA	4	20460	81840	56	42	71
153.6Z	BARDALSELVA	2	137980	275960	190	143	285
155.4Z	BJERKA TIL STUPFOSSEN	1	270380	297950	205	112	308
157.42Z	FLOSTRANDVATN-VASSDRAGET	2	43270	86540	60	45	90
157.52Z	ELV FRA SILAVATNET	2	19970	39940	28	21	41
160.43Z	REIPÅGA	2	80170	160340	111	83	166
160.71Z	ELV FRA LAKSÅDALSVATNET	2	26800	53600	37	28	55
162.1Z	VALNESFORSSEN	2	22870	45740	32	24	47
162.7Z	LAKSELVA	2	142010	284020	196	147	294
164.3Z	VALNESFJORDVASSDRAGET	1	432530	432530	298	149	447
164.Z	SULITJELMAVASSDRAGET	1	248610	248610	171	86	257
165.2Z	BREIDVADELVA-FUTELVA	2	63690	127380	88	66	132
166.3Z	LAKSELVA	4	35660	142640	98	74	123
166.5Z	LAKSÅGA	1	294700	294700	203	102	305
167.3Z	BONNÅA	2	152070	304140	210	157	315
168.6Z	ELV FRA HOPVATNET	1	217040	217040	150	75	225
169.5Z	SKJELVEREIDELVA	2	51710	103420	71	53	107
170.3Z	STORVASSELVA	2	29130	58260	40	30	60
171.1Z	FORSÅELVA	2	42400	84800	58	44	88
171.2Z	HEIDDEJÅKKA	2	67400	26960	19	14	28
171.8Z	AUSTERDALSELVA	1	71180	71180	49	25	74
171.Z	HELLEMOVASSDRAGET	1	124940	124940	86	43	129
173.1Z	KJELDELVA	2	263890	527780	364	273	546
173.3Z	RÅNAELVA	2	66150	132300	91	68	137
173.Z	SKJOMAVASSDRAGET	1	793230	793230	547	274	821
174.3Z	ROMBAKSELVA	1	86850	86850	60	30	90
175.3Z	LAKSÅGA	2	35970	71940	50	37	74
175.4Z	ELV FRA LAVANGSVATNET-TÅRSTADVASSDRAGET	2	225840	451680	312	234	467
176.2Z	STORELVA-MYKLEBOSTADVASSDRAGET	2	28860	57720	40	30	60
177.1Z	LAKSELVA (GULLESFJORD)	1	126040	126040	87	43	130
177.6Z	KONGSVIKELVA	2	86780	173560	120	90	180
177.73Z	SNEISELVA	2	74300	148600	102	77	154
177.7Z	HEGGEDALSELVA	1	137040	137040	95	47	142
177.81Z	TEINELVA	4	12170	48680	34	25	42
178.3Z	KALJORDELVA	2	12900	25800	18	13	27
178.42Z	FISKFJORDELVA	2	5600	11200	8	6	12
178.43Z	BLOKKELVA	2	7090	14180	10	7	15
178.54Z	SØRDALSELVA	2	105540	211080	146	109	218
178.63Z	FORFJORDELVA	2	84620	169240	117	88	175
178.74Z	STORELVA	2	73540	147080	101	76	152
178.8Z	LAKSELVA	2	30820	61640	43	32	64

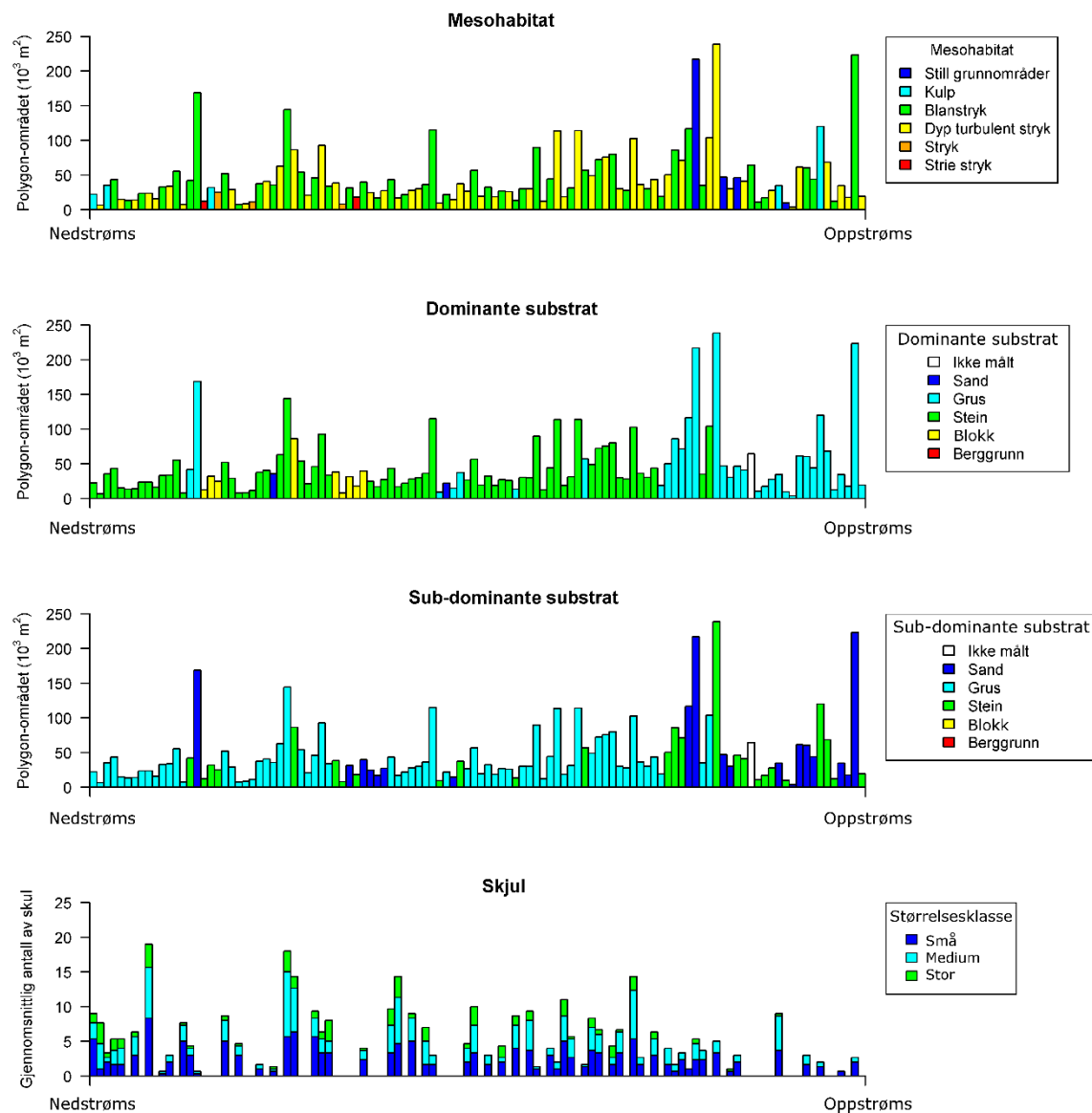
Vass-dragsnr.	Elv	Gyte-be-standsmaal (egg/m ²)	Areal (m ²)	Antall egg for å møte GBM	Totalvekt hunnlaks for å møte GBM (kg)	Nedre GBM	Øvre GBM
178.9Z	LANGVASSSELVA	6	5330	31980	22	18	26
179.332Z	LAKSELVA	4	21960	87840	61	45	76
179.73Z	GRUNNFØRFJORDELVA	2	8520	17040	12	9	18
180.11Z	HELOSELVA	4	3930	15720	11	8	14
180.4Z	ELV FRA FARSTADVATNET	4	45090	180360	124	93	155
180.6Z	BORGELVA	2	27710	55420	38	29	57
185.2Z	VIKELVA	4	5370	21480	15	11	19
185.3Z	GRYTTINGSELVA	2	40850	81700	56	42	85
185.43Z	TROLLVASSSELVA	2	15190	30380	21	16	31
185.441Z	LAHAUGELVA	1	84440	84440	58	29	87
185.44Z	OSHAUGELVA	2	34800	69600	48	36	72
185.4Z	HOLMSTADELVA	2	84460	168920	116	87	175
185.52Z	SLÅTTEELVA	2	29760	59520	41	31	62
185.7Z	RYGGEDALSELVA	4	5890	23560	16	12	20
185.9Z	TUVENELVA	2	20370	40740	28	21	42
186.1Z	RAMSÅA	2	55060	110120	76	57	114
186.22Z	ÅSEELVA	4	56560	226240	156	117	195
186.3Z	KOBBEDALSELVA	4	27620	110480	76	57	95
186.42Z	STORELVA-NØSSVASSDRAGET	2	17880	35760	25	18	37
186.51Z	MELAEELVA	2	33800	67600	47	35	70
186.52Z	STEINVASSSELVA	2	20830	41660	29	22	43
186.53Z	SKOGVOLLELVA	2	37380	74760	52	39	77
186.61Z	STAVAEELVA	2	39420	78840	54	41	82
186.62Z	ELV FRA STORVATNET- BLEIKVASSDRAGET	4	4590	18360	13	9	16
186.63Z	TOFTEELVA	2	30670	61340	42	32	63
189.3Z	RENSÅELVA	2	144380	288760	199	149	299
190.7Z	SPANSELVA	1	349020	349020	241	120	361
191.4Z	RØYRBAKKELVA (LØKSEBOTNELVA)	1	89060	89060	61	31	92
193.3Z	BRØSTADELVA	1	123530	123530	85	43	128
194.4Z	LAKSELVA TIL KVANNÅSBUKTA- GRASMYRVASSDRAGET	2	191130	382260	264	198	395
194.61Z	VARDNESVASSDRAGET	2	39990	79980	55	41	83
195.1Z	BUNKELVA	4	8730	34920	24	18	30
196.2Z	ROSSFJORDVASSDRAGET	2	79520	159040	110	82	165
197.4Z	STRAUMSELVA	1	203950	203950	141	70	211
197.63Z	STORELVA- TROMVIKVASSDRAGET	1	62040	62040	43	21	64
198.Z	NORDKJOSELVA	1	375190	375190	259	129	388
199.2Z	TØNSVIKELVA	1	369190	258433	178	89	267
199.3Z	SKITENELVA	1	90220	90220	62	31	93
200.6Z	SKOGSFJORDELVA	4	43450	173800	120	90	150
202.3Z	VANNAREIDELVA	2	45230	90460	62	47	94
203.2Z	BREIDVIKELVA	1	420190	420190	290	145	435
203.8Z	JÆGERELVA	2	58730	117460	81	61	122
204.Z	SIGNALDAELVA	1	949908	949908	655	328	983
206.1Z	MANNDALSELVA	1	265670	265670	183	92	275
206.5Z	ROTSUNDELVA	1	185300	185300	128	64	192
208.4Z	FISKEELVA- OKSFJORDVASSDRAGET	1	306770	359760	248	142	372
210.Z	STORELVA (BURFJORDEN)	2	255030	510060	352	264	528
212.4Z	MATTISELVA-JOALUSJÅKKA	1	545400	545400	376	188	564
213.1Z	LEIRBOTNELVA (LAKSELVA)	2	92250	184500	127	95	191
213.6Z	KVALSUNDELVA	1	146900	146900	101	51	152
213.91Z	BRENSVIKELVA-ELV FRA BUOLLANLUOKJAV'RI	2	4430	8860	6	5	9
218.Z	RUSSELVVASSDRAGET	1	349400	349400	241	120	361
220.8Z	LAFJORDELVA	1	228900	114450	79	39	118
222.2Z	STRANDAJÅKKA	1	28100	28100	19	10	29
222.4Z	SMØRFJORDELVA	2	56790	113580	78	59	117
222.7Z	BILLEFJORDELVA	2	438070	876140	604	453	906
227.5Z	PORSANGERELVA	2	75145	150290	104	78	155
227.6Z	VEINESELVA	1	524970	524970	362	181	543
231.64Z	FUTELVA	1	99900	99900	69	34	103
241.Z	BERGEBYELVA	1	665540	665540	459	229	688
243.Z	KLOKKERELVVASSDRAGET	2	103540	207080	143	107	214
246.1Z	SANDNESELVA	1	284740	284740	196	98	295

Vass- dragsnr.	Elv	Gyte-be- standsmål (egg/m ²)	Areal (m ²)	Antall egg for å møte GBM	Totalvekt hunnlaks for å møte GBM (kg)	Nedre GBM	Øvre GBM
246.Z	PASVIKELVA	1	416350	124905	86	43	129

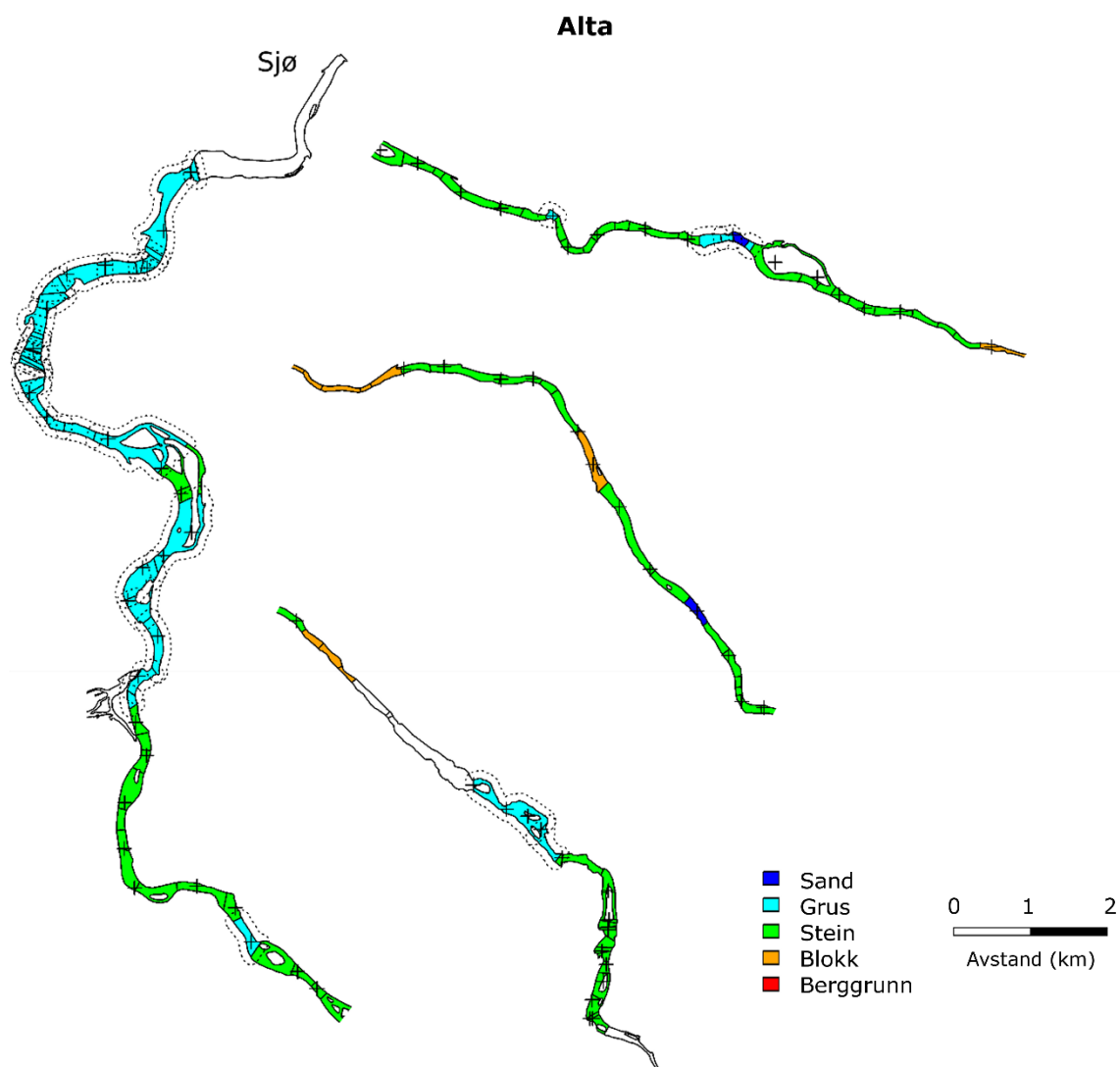
*Blandet gytebestandsmål sammensatt av ulike del-arealer

#Delt mellom ovenfor Gygrefossen (255580 m²) og nedenfor Gygrefossen (113720 m²)

7.2 Vedlegg 2: Habitatdata fra de utvalgte elvene

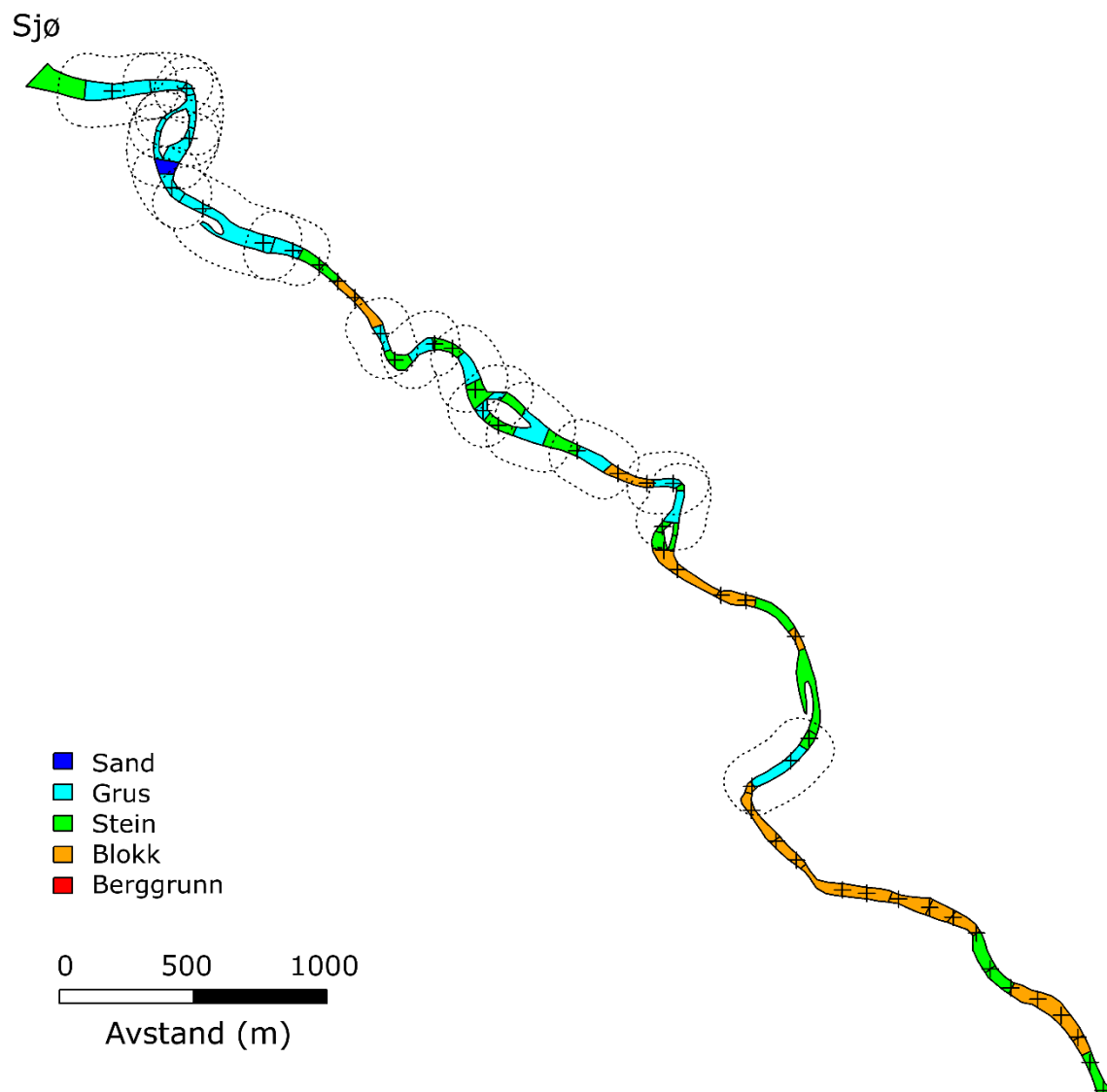


Vedleggsfigur 1. Habitatdata i Altaelva med fordeling langs elvestrengen av våre målinger med karakteristikk av mesohabitat, dominante og sub-dominante substrat, og skjul.

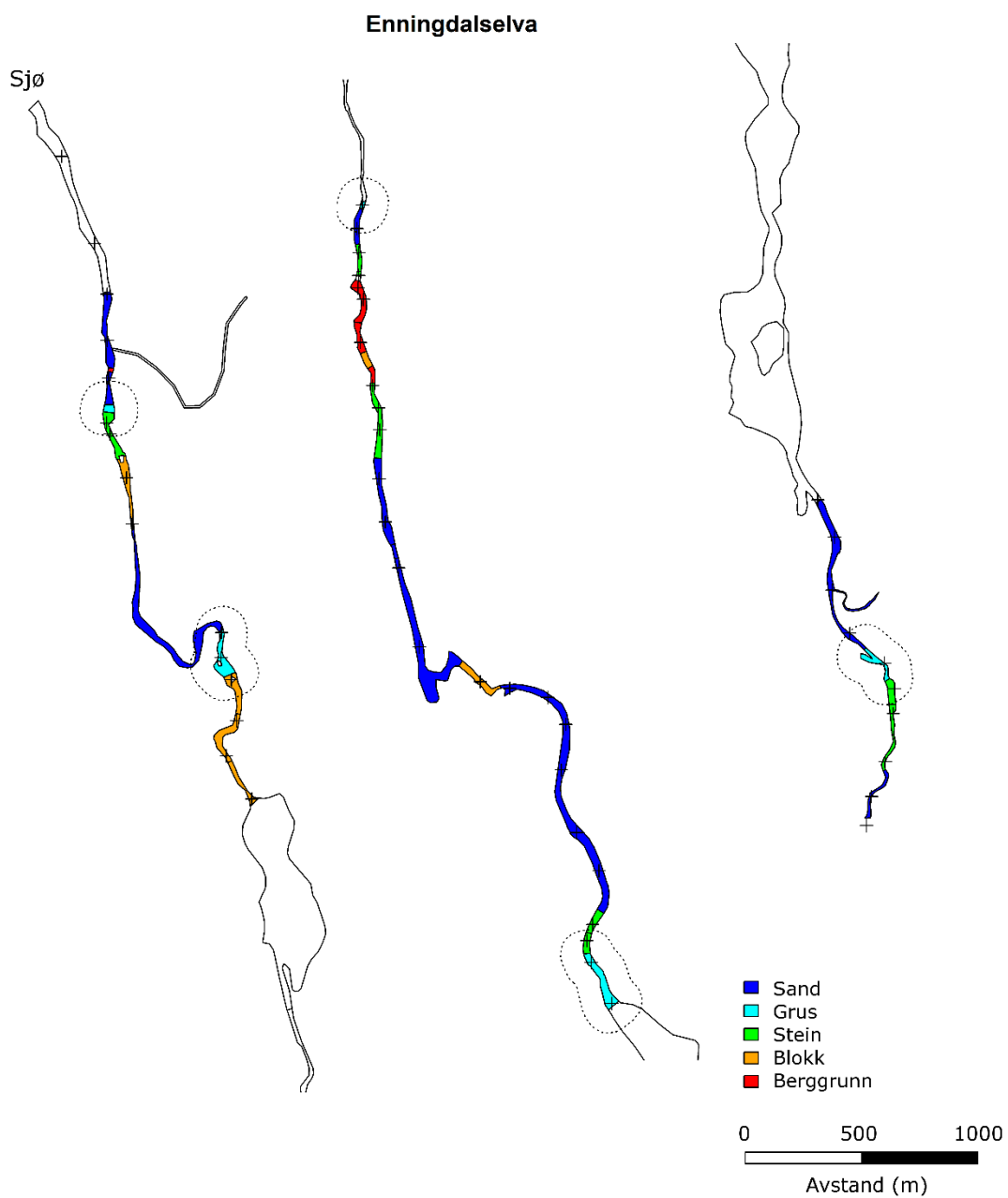


Vedleggsfigur 2. Altaelva. Kryss viser posisjonen av skjulmålinger. Stiplede polygoner viser sammenfall av gytehabitat og oppvekshabitat i nærområdet.

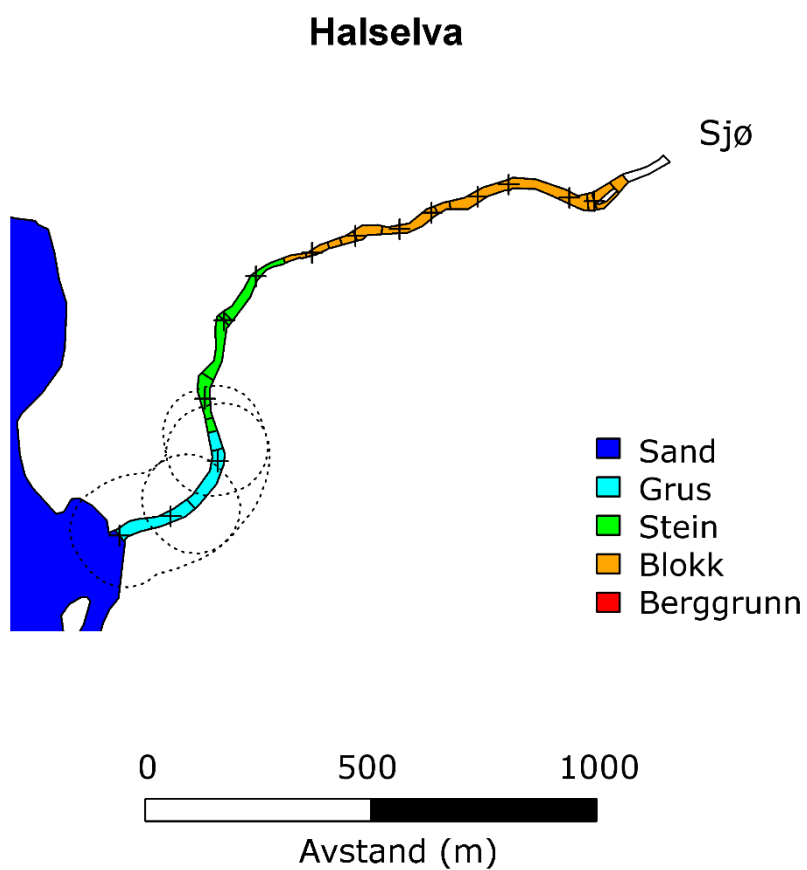
Aurland



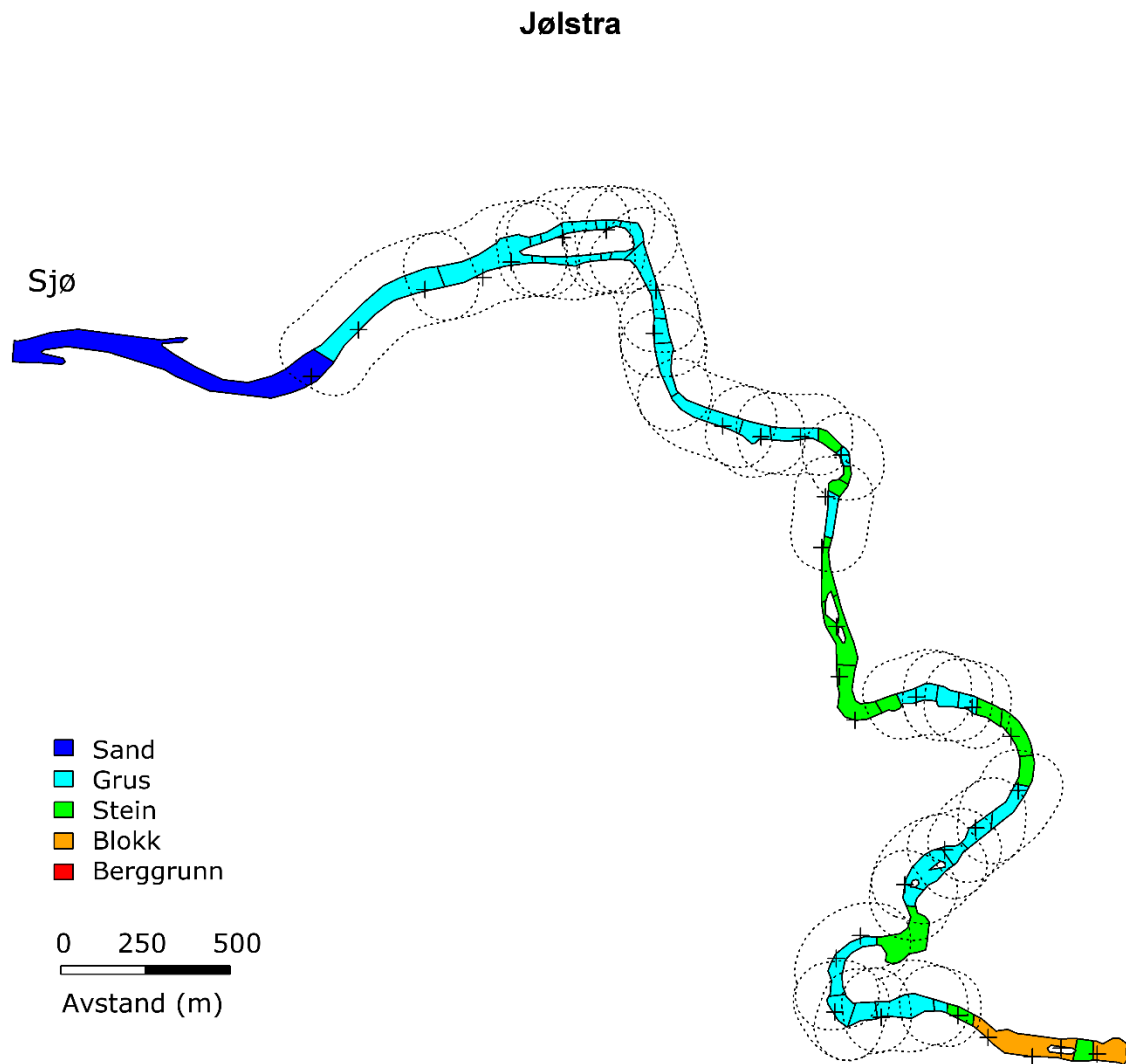
Vedleggsfigur 3. Aurlandselva nedenfor Vassbygdatn. Kryss viser posisjonen av skjulmålinger. Stiplede polygoner viser sammenfall av gytehabitat og oppveksthabitat i nærområdet.



Vedleggsfigur 4. Enningdalselva. Kryss viser posisjonen av skjulmålinger. Stiplede polygoner viser sammenfall av gytehabitat og oppveksthabitat i nærområdet.

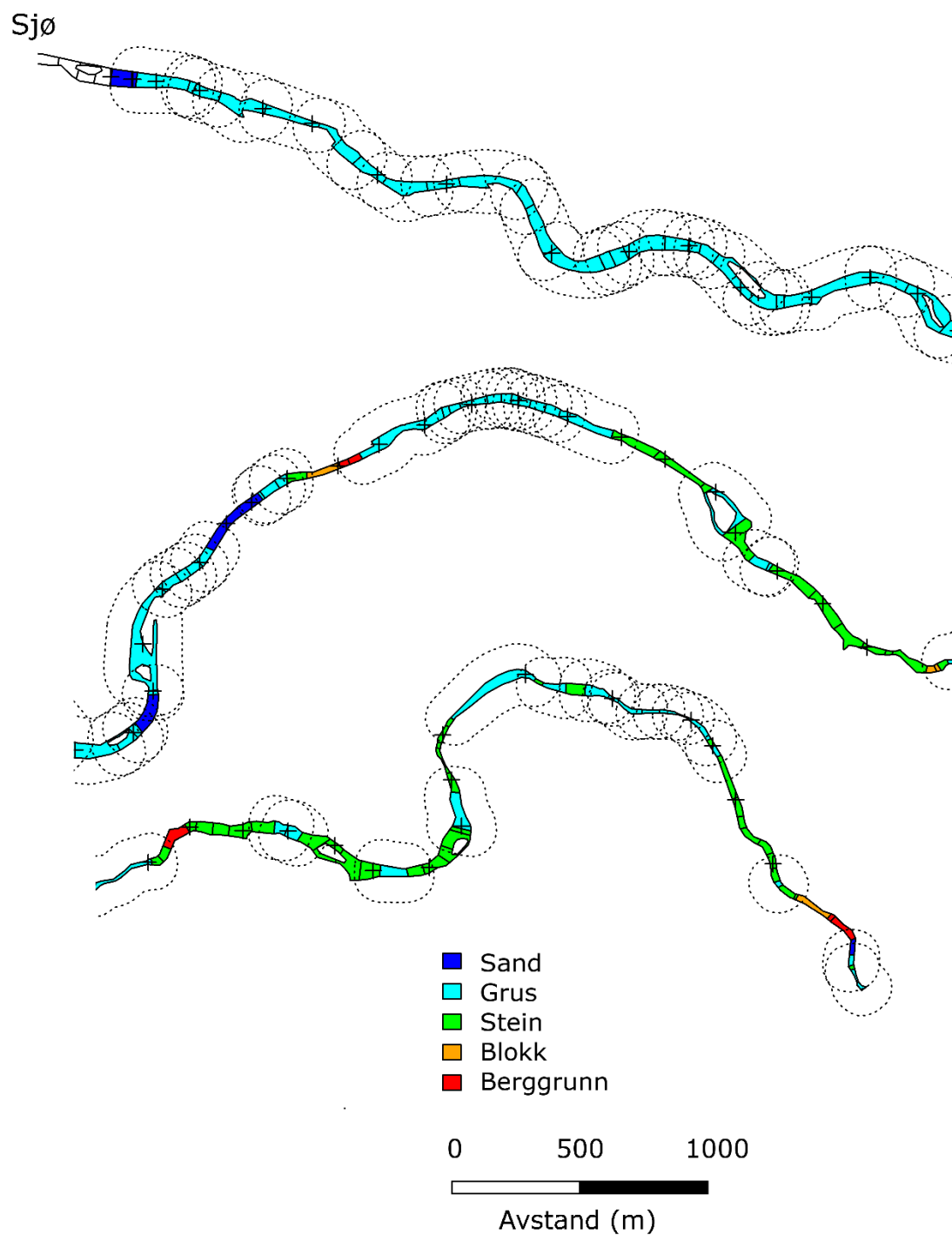


Vedleggsfigur 5. Halselva. Kryss viser posisjonen av skjulmålinger. Stiplede polygoner viser sammenfall av gytehabitat og oppveksthabitat i nærområdet.

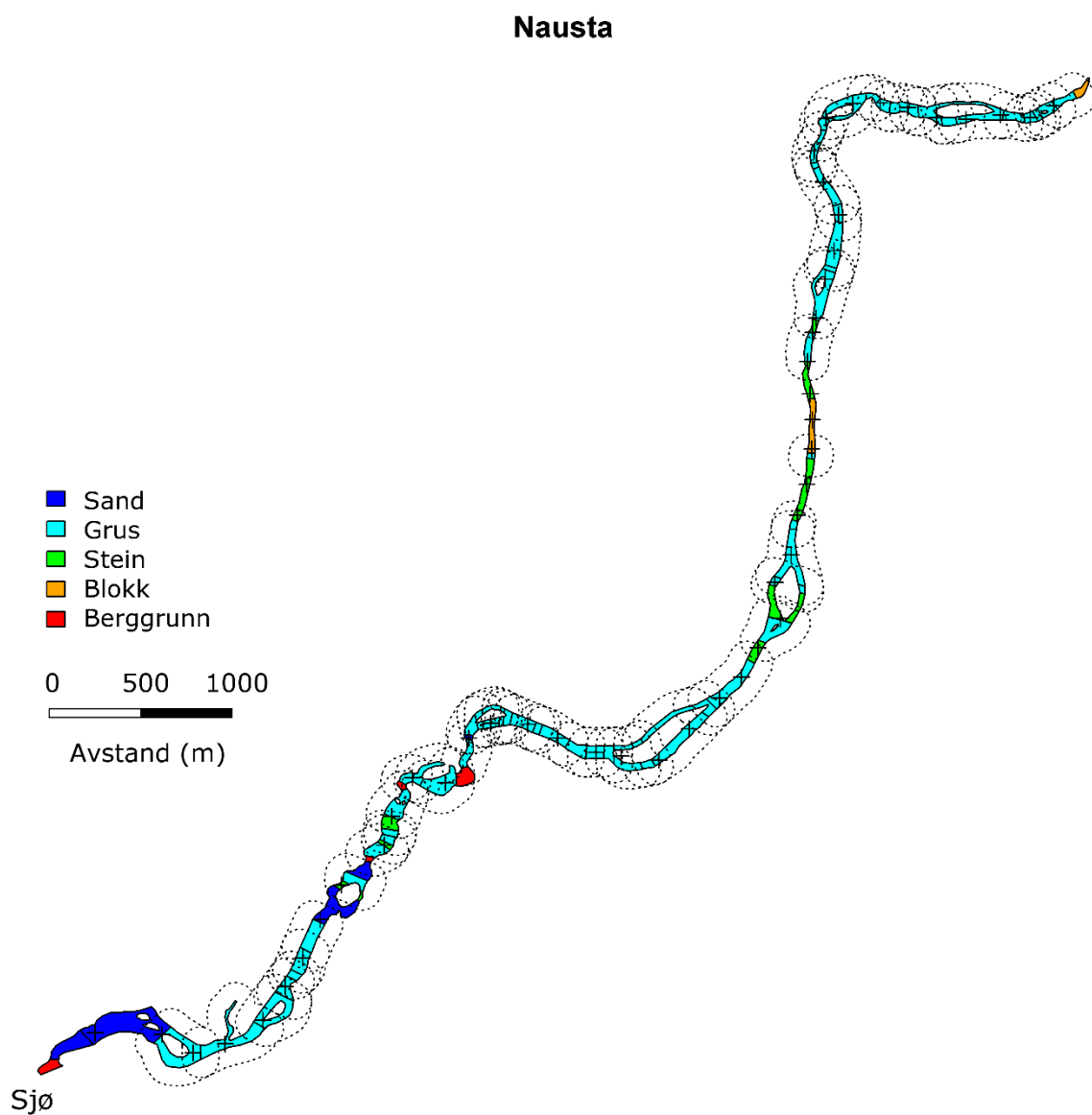


Vedleggsfigur 6. Jølstra. Kryss viser posisjonen av skjulmålinger. Stiplede polygoner viser sammenfall av gytehabitat og oppveksthabitat i nærområdet.

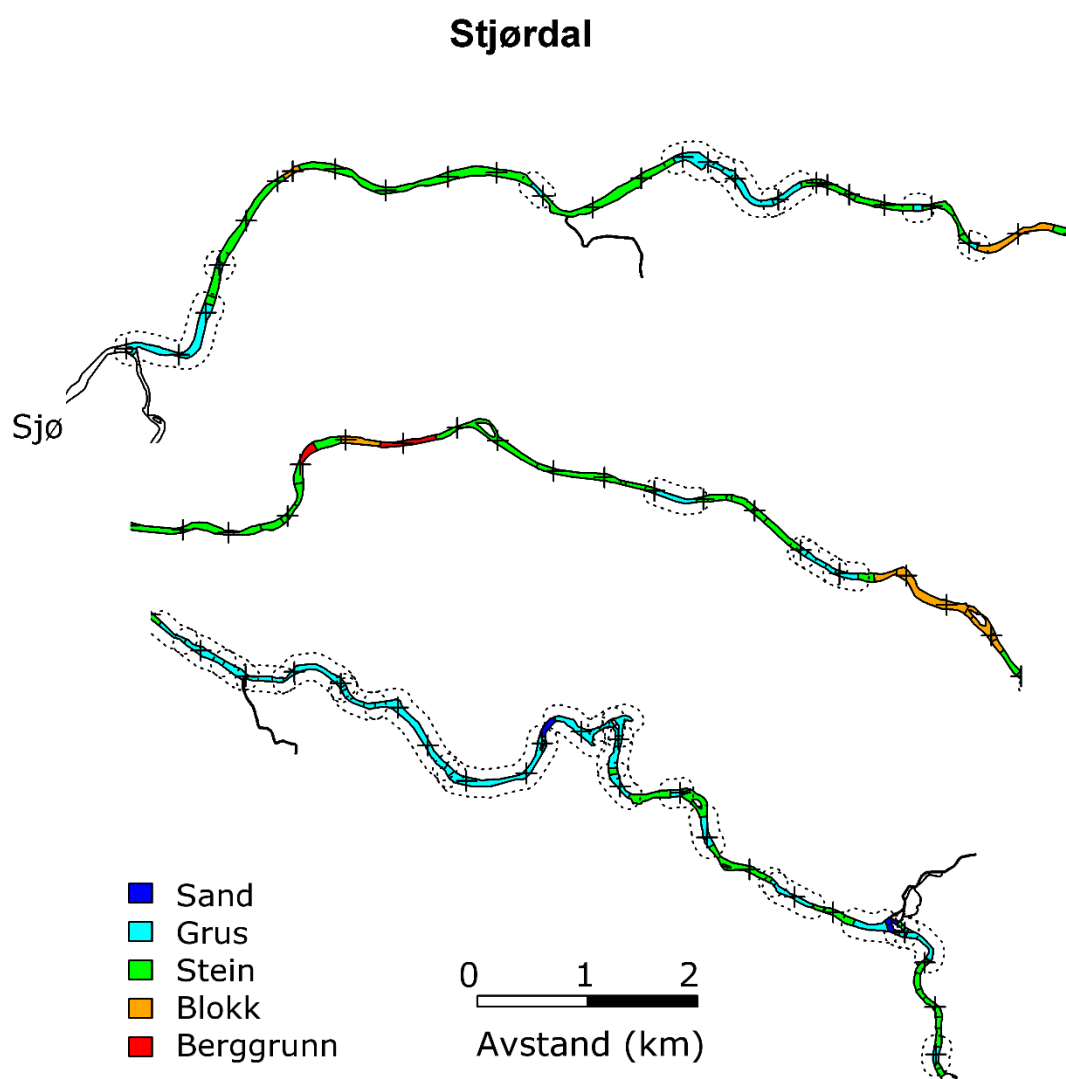
Lærdal



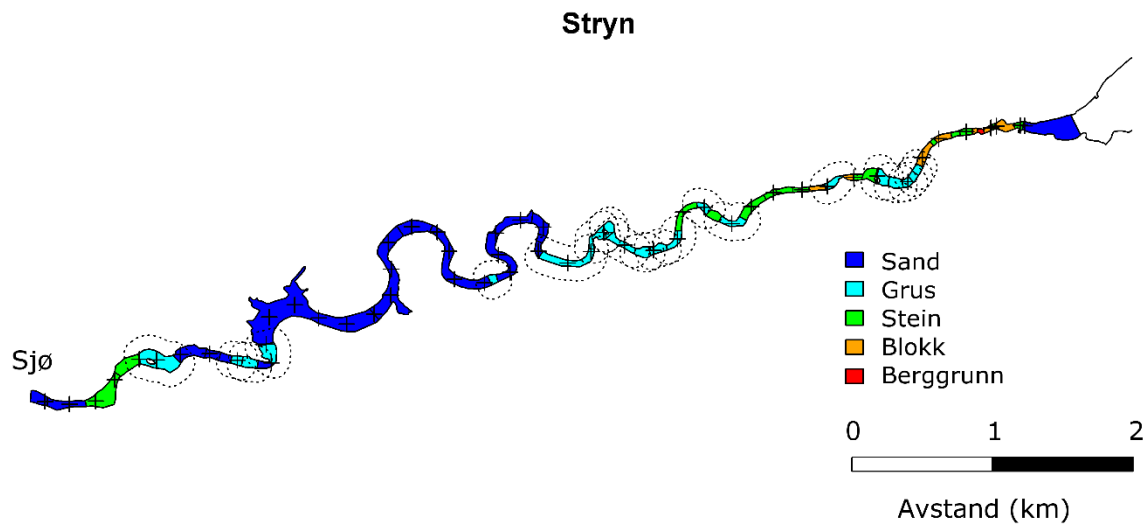
Vedleggsfigur 7. Lærdalselva. Kryss viser posisjonen av skjulmålinger. Stiplede polygoner viser sammenfall av gytehabitat og oppveksthabitat i nærområdet.



Vedleggsfigur 8. Nausta. Kryss viser posisjonen av skjulmålinger. Stiplede polygoner viser sammenfall av gytehabitat og oppveksthabitat i nærområdet.

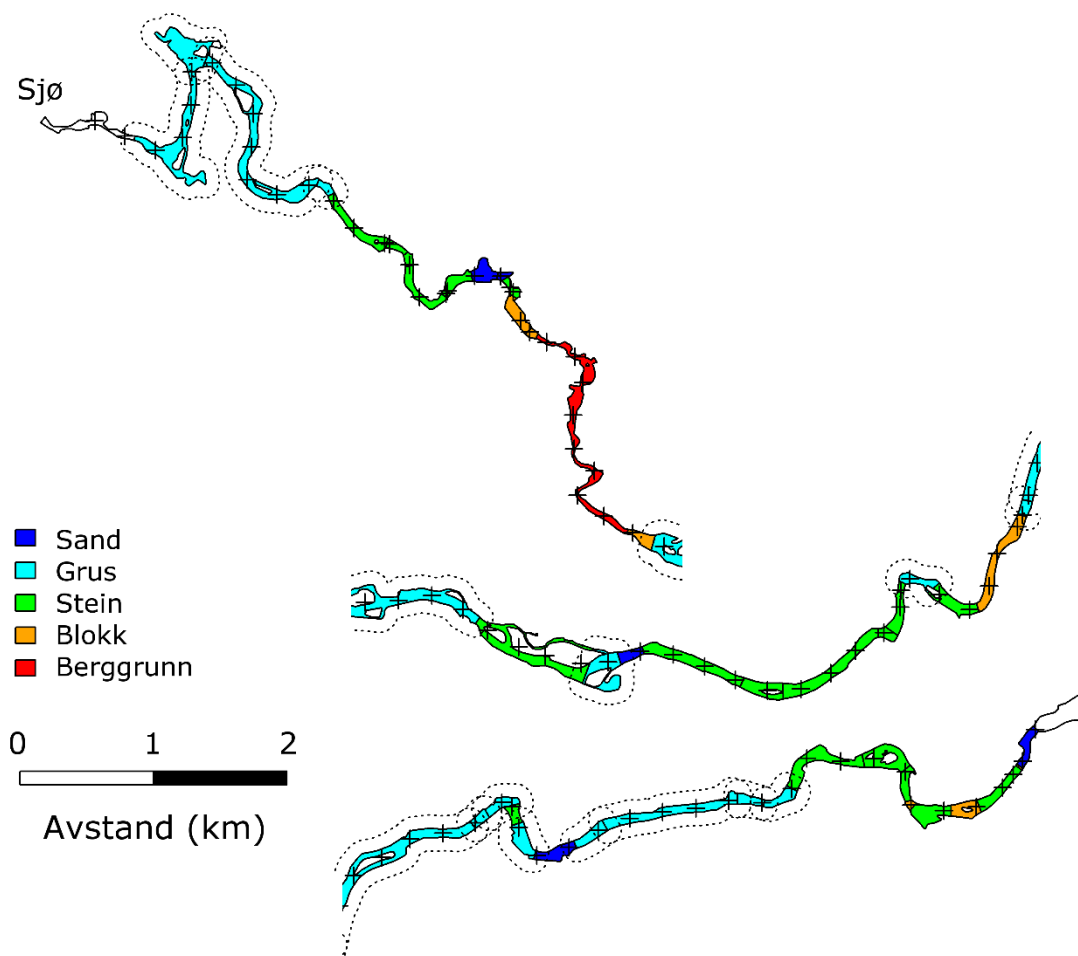


Vedleggsfigur 9. Stjørdalselva ovenfor Sonosen (nærmest «sjø»). Kryss viser posisjonen av skjulmålinger. Stiplede polygoner viser sammenfall av gytehabitat og oppveksthabitat i nærområdet.



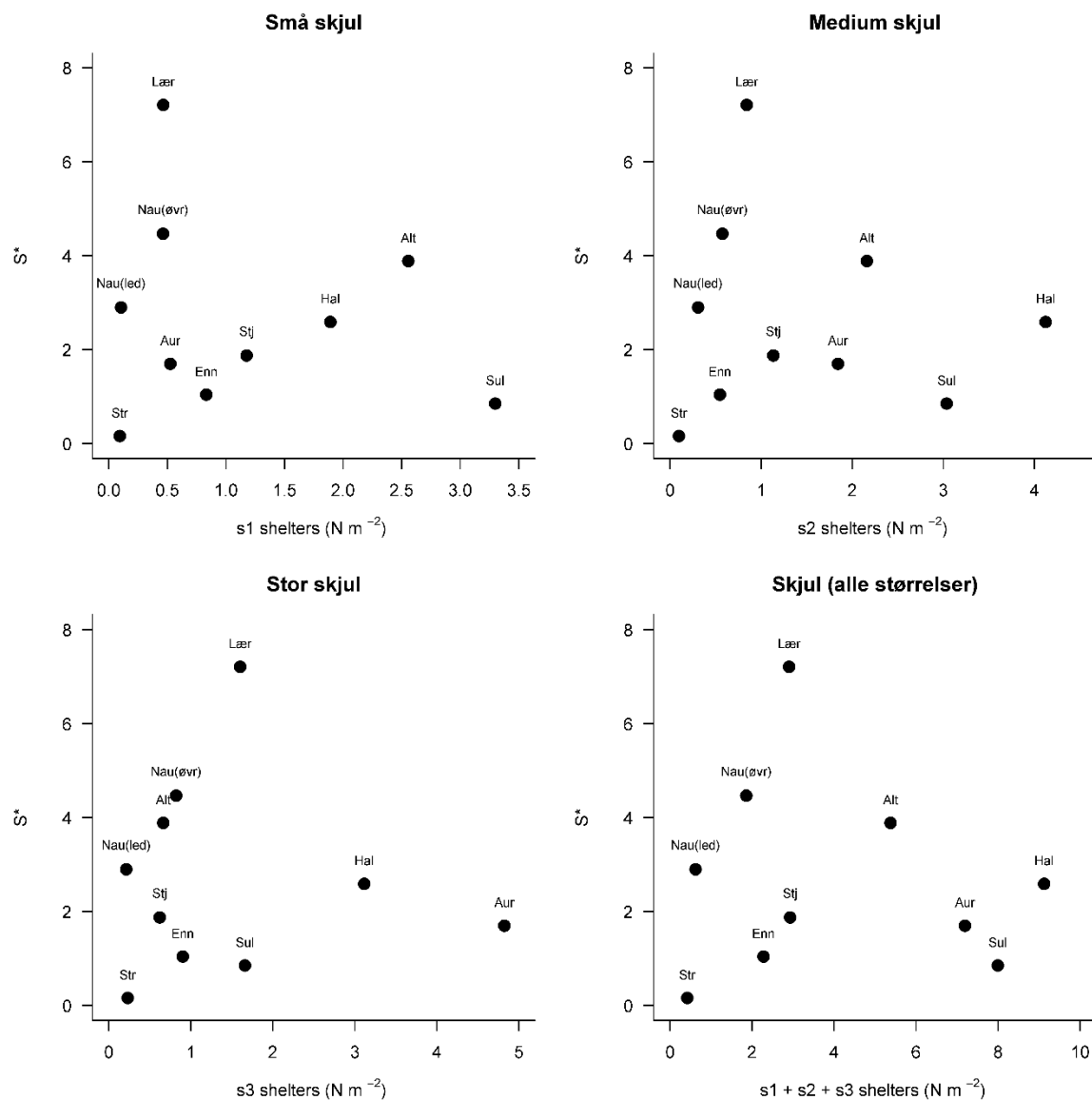
Vedleggsfigur 10. Stryneelva. Kryss viser posisjonen av skjulmålinger. Stiplede polygoner viser sammenfall av gytehabitat og oppveksthabitat i nærområdet.

Suldalslagen



Vedleggsfigur 11. Suldalslågen. Kryss viser posisjonen av skjulmålinger. Stiplede polygoner viser sammenfall av gytehabitat og oppveksthabitat i nærområdet.

7.3 Vedlegg 3: Forholdet mellom gytebestandsmål og skjulmålinger



Vedleggsfigur 12. Forholdet mellom optimal eggtetthet (S^*) fra enkel SR-modell og vektet skjultetthet (for laksunger i størrelse s1 for små, s2 for mellomstore og s3 for presmolt) i ni elver. Nausta er delt i øvre og nedre del.



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

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

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

ISSN:1504-3312

ISBN: 978-82-426-2982-1

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Hogskoleringen 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