

## NINA Kortrapport 75

### Inventering av Suldalslågen

Produksjonspotensial for sjøvandrende laksefisk

Anders Foldvik & Oskar Pettersen

## 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 Kortrapport**

Dette er en enklere og ofte kortere rapportform til oppdragsgiver, gjerne for prosjekt med mindre arbeidsomfang enn det som ligger til grunn for NINA Rapport. Det er ikke krav om sammendrag på engelsk. Rapportserien kan også benyttes til framdriftsrapporter eller foreløpige meldinger til oppdragsgiver.

### **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.

# Inventering av Suldalslågen

Produksjonspotensial for sjøvandrende laksefisk

Anders Foldvik  
Oskar Pettersen

Foldvik, A. & Pettersen, O. 2017. Inventering av Suldalslågen. Produksjonspotensial for sjøvandrende laksefisk. - NINA Kortrapport 75, 18 sider.

Trondheim, mai 2017

ISSN: 2464-2797

ISBN: 978-82-426-3083-4

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Gunnbjørn Bremset

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Ingeborg Palm Helland (sign.)

OPPDRAKSGIVER

Statkraft

KONTAKTPERSON HOS OPPDRAGSGIVER

Sjur Gammelsrud

NØKKEWORD

- Suldalslågen i Rogaland
- Vassdragsregulering
- Sjøvandrende laksefisk
- Laks
- Ungfisk
- Produksjon
- Habitat
- Kartlegging
- Inventering
- Miljødesign
- Produksjonsforhold

#### 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**

Fakkeldgården  
2624 Lillehammer  
Telefon: 73 80 14 00

[www.nina.no](http://www.nina.no)

## Sammendrag

Foldvik, A. & Pettersen, O. 2017. Inventering av Suldalslågen. Produksjonspotensial for sjøvandrende laksefisk. - NINA Kortrapport 75, 18 sider.

Reguleringen av Suldalslågen til kraftproduksjon har hatt negative effekter for habitat for laksefisk, blant annet i form av sedimentering og begroing av substratet. Disse prosessene har blitt forsøkt motvirket ved å ha en serie med spyleflommer på over 200 m<sup>3</sup>/s om høsten. På oppdrag fra Statkraft inverterte NINA oppvekst- og gyteforhold for laks i Suldalslågen. Kartleggingen fulgte retningslinjene og metodene gitt i håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag som ble utgitt i 2013.

Habitatkvalitet og produksjonspotensial for ungfisk ble vurdert ut fra kartlegging av bunnsubstrat, mesohabitat (elveklasser) og måling av skjul i elvebunnen (hulromsmålinger). Vurderingene ble supplert med data fra ungfiskundersøkelser gjennomført i 2016 og data fra gytegropperegistreringer gjennomført i 2014. Av det undersøkte arealet ble 66 % klassifisert som moderat produktivt, 28 % ble klassifisert som høyproduktivt og 5 % ble klassifisert som lavproduktivt. Analyse av flaskehalser for produksjon av laks viste at den viktigste begrensende faktor er tilgang til skjul. Det er flere mulige tiltak som kan iverksettes for å restaurere habitat, deriblant tiltak som øker tilgangen på skjul i elvebunnen.

Anders Foldvik & Oskar Pettersen, Norsk institutt for naturforskning (NINA), Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim.

E-postadresse: [anders.foldvik@nina.no](mailto:anders.foldvik@nina.no)

# Innhold

<b>Sammendrag .....</b>	<b>3</b>
<b>Innhold .....</b>	<b>4</b>
<b>Forord .....</b>	<b>5</b>
<b>1 Innledning.....</b>	<b>6</b>
<b>2 Metoder .....</b>	<b>8</b>
2.1 Habitatkartlegging.....	8
2.1.1 Substrat og skjulmålinger .....	8
2.1.2 Elveklasser.....	9
2.1.3 Praktisk gjennomføring .....	9
<b>3 Resultater .....</b>	<b>11</b>
3.1.1 Habitatdiagnose .....	11
<b>4 Diskusjon.....</b>	<b>14</b>
<b>5 Referanser .....</b>	<b>15</b>
<b>6 Vedlegg.....</b>	<b>17</b>

## Forord

Etter oppdrag fra Statkraft Energi AS ble det gjennomført inventering av Suldalslågen med hensikt å kartlegge gyte- og oppvekstforhold for laksefisk i vassdraget. Inventeringen ble foretatt november 2016, med en supplerende kartleggingsrunde i februar 2017. Kartleggingen fulgte metoder og klassifisering som beskrevet i håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag utviklet i regi av forskningssenteret CEDREN. Basert på kartleggingen er tiltak for å øke naturlig rekruttering av ungfisk diskutert.

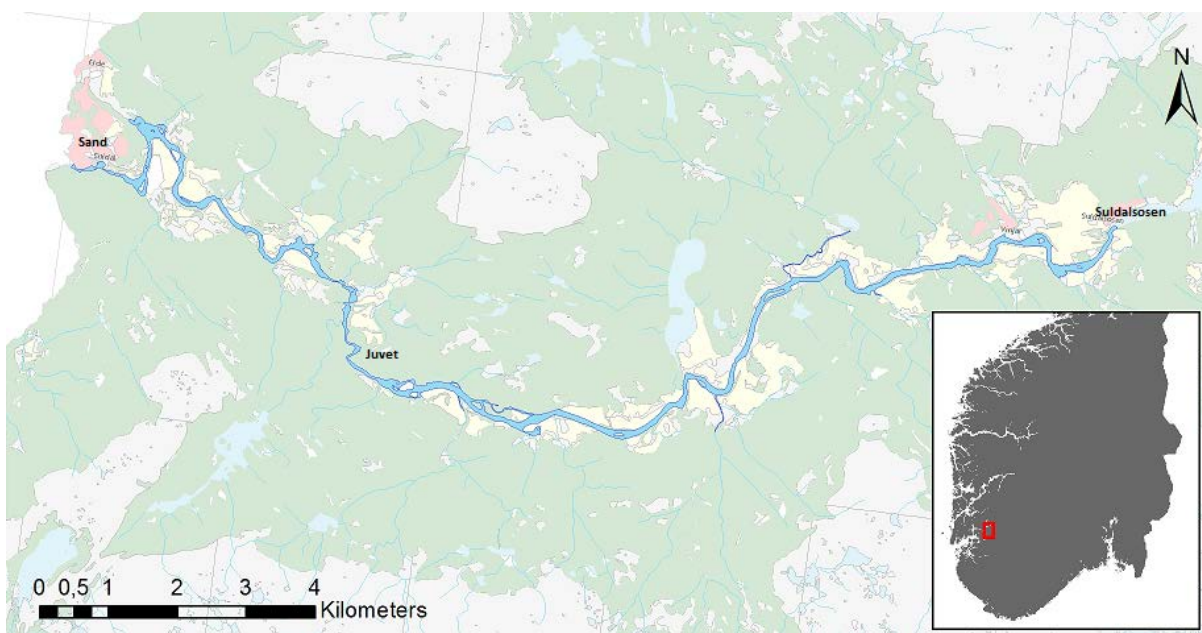
Vi vil takke Jens Marcussen fra Padle Akademiet for effektiv og trygg guiding med kano.

Trondheim 30. mai 2017, Anders Foldvik

# 1 Innledning

Det er tidligere blitt foretatt omfattende undersøkelser av fiskehabitat i Suldalslågen. Lakseforsterkningsprosjektet i Suldalslågen som ble gjennomført i perioden 1990-1997 har resultert i en mengde rapporter og vitenskapelige arbeider. Blant disse inngår undersøkelser av endringer i substrat, begroing, areal ved ulike vannføringer, fiskens habitatbruk og effekter av habitatforbedringer. Endringer i vannkjemi, vanntemperatur og sedimenttransport som følge av regulering har ført til habitatendringer som trolig påvirker ungfisksamfunnet i elva. Formålet med undersøkelsen som er presentert i denne rapporten er å kartlegge gyte- og oppvekstforholdene for laksefisk i vassdraget, og på bakgrunn av resultatene foreslå aktuelle tiltak for å øke naturlig rekruttering av ungfisk, fremfor alt på den øverste strekningen i Suldalslågen.

Suldalslågen er det mest vannrike vassdraget på Vestlandet, og har sitt utløp i Sandsfjorden i Rogaland. Elva er totalt 22 km lang mellom Suldalsvatnet (68 m o.h) og indre deler av Ryfylkefjorden i Rogaland. Den første reguleringen av Suldalslågen (Røldal-Suldal) fant sted i perioden 1965-1967, med noen mindre tilleggsreguleringer frem til 1977. Noen år etter startet Ulla-Førreutbyggingen som ble gjennomført i løpet av perioden 1979-1986. I dag er deler av Ulla- og Førrevassdragene overført til Blåsjømagasinet. Blåsjømagasinet har avløp til Suldalsvatnet gjennom Kvilldal kraftstasjon. Den totale vannmengden i Suldalslågen er likevel redusert fordi det føres vann fra Suldalsvatnet til Hylsfjorden gjennom Hylen kraftstasjon. Vannføringen i Suldalslågen i dag er bestemt av manøvreringsreglementet for vannslipp fra Suldalsvatnet til Suldalslågen, og av vannføringen i uregulerte restfelt (Magnell et al. 2004).



**Figur 1.** Oversiktskart Suldalslågen og inventert strekning mellom Suldalsosen og Sand.

Store deler av dagens manøvreringsreglement har i praksis vært gjeldende fra 2001, og bygger i hovedsak på erfaringene fra to perioder (1998-2000 og 2001-2003) med utprøving av ulike prøvereglement (Bogen et al. 2004, Magnell et al. 2004). På grunn av skadevirkninger skal vannføringen ikke overstige 350 m<sup>3</sup>/s ved Lavika. I vintermånedene holdes det en stabil minstevannføring på 12 m<sup>3</sup>/s. Utover våren økes vannføringen noe og suppleres med to spyleflommer på henholdsvis 200 m<sup>3</sup>/s i fire døgn og 100 m<sup>3</sup>/s i sju døgn. I sommermånedene skal vannslippet tilsvare en gjennomsnittlig vannføring på 60 m<sup>3</sup>/s. Vannføringen reduseres noe utover høsten, og to spyleflommer opp mot 200 m<sup>3</sup>/s med varighet på 24 timer skal gjennomføres i løpet av oktober. Vannføringen fra uregulerte restfelt har stor betydning for vannføringen i Suldalslågen. Flere ganger har det vært registrert bidrag fra sidefeltene opp mot 100 m<sup>3</sup>/s både før og etter



regulering. Det har også vært flommer fra sidefeltene som overstiger 200 m<sup>3</sup>/s (Magnell et al. 2004).

Før regulering var Suldalslågen preget av store variasjoner i vannføring. I kalde vinterperioder kunne vannføringen gå helt ned i 3-5 m<sup>3</sup>/s, mens sommervannføringen var jevnt høy med store variasjoner (Kaasa et al. 1998). Selv om bidraget fra uregulerte restfelt fortsatt har stor betydning for vannføringen i Suldalslågen, har vannføringsforholdene endret seg relativt mye etter regulering (Kaasa et al. 1998). I all hovedsak er det de store vannføringsvariasjonene som har formet elveleiet og sortert bunnssubstratet nedover i vassdraget. Bortfall av store flommer og endring til mer stabile vannføringsforhold har ført til en viss akkumulasjon av finpartikulært materiale i Suldalslågen (Bogen & Bønsnes 2004). Dette spesielt med tanke på at transporten av sedimenter i uregulerte sidevassdrag er opprettholdt og holder et naturlig nivå. I tillegg kan endret arealbruk som følge av fravær av større flommer, som nydyrking og skogsdrift ned mot elva, ha hatt betydning for frigjøringen av sedimenter til elva (Bogen et al. 1997). Endrete vannføringsforhold har trolig også medført økt begroing som følge av økt substratstabilitet (Johansen & Lindstrøm 2004). Finpartikulært materiale fanges opp av vannvegetasjon, og kan ytterligere bremse opp for videretransport (Bogen et al. 1997). Det er påvist både signifikante endringer i vanntemperatur og vannkvalitet før og etter regulering (Magnell et al. 2004). Suldalslågen tilføres blant annet gjennom Blåsjømagasinet mer surt vann enn før regulering (Blakar et al. 2004).

Undersøkelser av ungfisk har vist dårlig overlevelse fra årsyngel til eldre ungfisk (Saltveit 2000). Dette har i hovedsak blitt relatert til vanntemperatur, sedimentasjon og begroing. Redusert kvalitet og tilgang på oppvekstområder for ungfisk kan i sin tur ha gitt redusert overlevelse hos laks- og aureunger (Bogen et al. 2004). Sedimenter påvirker oppvekstområdene både til viktige næringsdyr og fisk, ved at sedimentene fyller igjen hulrommene i elvebunnen fungerer som livsviktige skjulområder (Heggenes et al. 1999). For å bedre forholdene for laks og aure har kunstige spyleflommer blitt tatt bruk for å oppnå et mer heterogent substrat og redusert begroing, for på den måten å kunne øke overlevelsen hos ungfisk (Bogen et al. 2004).

Fra 1991 til 2003 har begroingen i Suldalslågen vært stabil, med en gjennomsnittlig dekningsgrad på 80 % (Johansen & Lindstrøm 2004). Fra 2001 til 2002 ser man i midlertid en 10 % reduksjon i total mosedekning, det vil si fra de årene man startet med høstspylinger (Johansen & Lindstrøm 2004, Edvardsen 2016). Nyere undersøkelser viser at trenden man observerte fra 2001 til 2002 har fortsatt, hvor man i 2016 observerte en ytterligere reduksjon i mosedekning. Fra 2002 til 2016 er mosebegroingen redusert med om lag 10 %. Årsakssammenhengene blir især knyttet til høstutspylingene (Edvardsen 2016). Etter iverksettelsen av spyleflommene høsten 2001 og 2002 har det i tillegg vært registrert større andel grovere substrat og flere hulrom mellom steinene (Bogen et al. 2004).

I en tidligere boniteringsundersøkelse ved en vannføring på 12 m<sup>3</sup>/s karakteriserte Gravem & Jensen (2005) at 65 % av elvearealet i Suldalslågen var godt til meget godt egnet som oppvekstområde for ungfisk. I samme undersøkelse ble 65 % av arealet vurdert til å være godt eller meget godt egnet som gyteområde for voksenfisk. Det er i tillegg gjennomført detaljerte studier av habitatbruk til laks og aure i Suldalslågen (Heggenes & Saltveit 1990, Heggenes & Dokk 1995, Heggenes & Harby 1996, Heggenes & Dokk 2001, Bogen et al. 2004). Vannhastighet i kombinasjon med substrat er den fysiske variabelen som ofte betyr mest for habitatvalg (Heggenes & Saltveit 1990). Som en tommelfingerregel kan en si at preferansen for grovt substrat og habitater lengre fra elvebredden, hvor elva er dypere og striere øker, med kroppsstørrelse både hos aure og laks (Heggenes 1988, Heggenes 1990). Laks velger gjennomgående mer rasktflytende partier sammenlignet med auren (Heggenes & Dokk 1995, Bremset & Heggenes 2001). Videre er det viktig med et grovt bunnssubstrat, med innslag av blokk som skaper skjul fra predatorer. Dette er særlig viktig om vinteren, da fisken er tregere (Heggenes, Krog et al. 1993). Begge artene er følsomme for høye vannhastigheter ved lave vanntemperaturer (Heggenes and Saltveit 1990, Heggenes and Dokk 1995). Dette betyr at habitatkravene er snevrere om vinteren både for laks og aure, hvor begge artene er avhengig av hulrom til skjul samt tilstrekkelig oksygentilførsel (Heggenes & Saltveit 1990). Dårlig kvalitet på vinterhabitatet har tidligere blitt trukket frem som en flaskehals for ungfisk i Suldalslågen (Saltveit 2000).

## 2 Metoder

### 2.1 Habitatkartlegging

Fokuset for inventeringen var kartlegging av gyte- og oppvekstforhold for laks. Metoden brukt følger retningslinjene som er gitt av «Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag» (Forseth et al. 2013). Og under inventering ble mesohabitat (elveklasser), bunnsubstrat, skjul (hulromskapasitet) og gytehabitat kartlagt. En samlet vurdering av denne informasjonen kan brukes til å avdekke de faktorene som påvirker bærekapasiteten for fisk negativt, og danne grunnlag for vurdering av ulike tiltak for å øke produksjons potensialet for laks.

#### 2.1.1 Substrat og skjulmålinger

Elvestrekninger som har et relativt ensartet habitat ble klassifisert etter hvilke substratstørrelser som er dominerende og subdominerende. Bunnsubstratet ble klassifisert etter en femdelt skala:

1 = Silt, sand og grus (0-2 cm)

2 = Småstein (2-12 cm)

3 = Stein (12-29 cm)

4 = Stor stein ( $\geq 30$  cm)

5 = Fast fjell

Overnevnte substratkategorier er i første rekke klassifisert ut fra laksens habitatkrav, men sammenfaller i stor grad også med sjøaurens preferanser til habitat (se **vedleggstabell 1**). Områder med substratkategori 1 og 5 er generelt sett svært lavproduktive, og i slike områder forventes det svært lite ungfisk av laks. Områder med substratkategori 2 har noe egnet gytesubstrat for sjøvandrende laksefisk, mens områder med substratkategori 3 og 4 er egnede oppvekstområder for eldre ungfisk av laks og aure. For mer informasjon om fysiske egenskaper til gyte- og oppvekstområder for laks og sjøaure vises det til litteraturgjennomgang utført av Heggenes et al. (2008). Hvor egnet områdene er innenfor substratklassene bestemmes ved direkte skjulmålinger, slik at substratkartleggingene primært er et utgangspunkt for slike målinger.

Sub-dominerende substrat kartlegges ved å kombinere substratkategoriene ovenfor. En slik kombinasjon gir større mulighet for å vurdere egnetheten som leveområde for fisk av ulik størrelse. Eksempelvis vil områder med grovt substrat (dominerende) som er gjenklogget med fin-substrat (sub-dominerende) gi færre hulrom og være mindre egnet som oppvekstområde for ungfisk (Finstad et al. 2007) enn lignende områder uten innslag av finstoff. På tilsvarende måte som for elveklasser ble endringer i dominerende og sub-dominerende bunnsubstrat registrert ved hjelp av GPS der veipunkt og substratkategori ble notert på feltskjema.

Tilgang til skjul ved bruk av hulrom mellom steiner er viktig for vekst og overlevelse da laks og aure tilbringer mye av oppveksten mellom steiner i substratet. Antall og størrelse på skjul kvantifiseres ved å måle hvor mange ganger en 13 mm tykk plastslange kan føres inn i hulrom mellom steiner innenfor en kvadratisk stålramme på 0,25 m<sup>2</sup>. Størrelsen på hulrommene blir bestemt ut fra hvor langt ned mellom steinene plastslangen kan føres og deles opp i tre skjulkategorier; S1: 2-5 cm, S2: 5-10 cm, og S3: > 10 cm. Tre skjulmålinger gjøres i transekt, hvorav én måling så langt ut i elva som mulig, én måling ved bredden og én midt i mellom. Stållramma blir tilfeldig kastet ut innenfor undersøkelsesområdet og det beregnes et gjennomsnittlig antall skjul for hver kategori i hvert transekt. Verdiene blir deretter summert for å gi en verdi for «vektet skjul» ( $S1 + S2 \times 2 + S3 \times 3$ ). Hulromskapasiteten for vektet skjul klassifiseres ut fra følgende skala:

Lite skjul	< 5
Middels skjul	5-10
Mye skjul	> 10

### 2.1.2 Elveklasser

Inndeling i elveklasser baserer seg på en metode for klassifisering av såkalte mesohabitat. Denne er tilpasset laksefisk og baserer seg på fire fysiske kriterier: Størrelsen på overflatebølger, helningsgrad, vannhastighet og dybde (**tabell 1**). Mesohabitat skal gjenspeile hvordan de fysiske forholdene i et vassdrag påvirker leveområdene for fisk. Sammensetning og utbredelsen av ulike mesohabitat vil variere med ulike vannføringer.

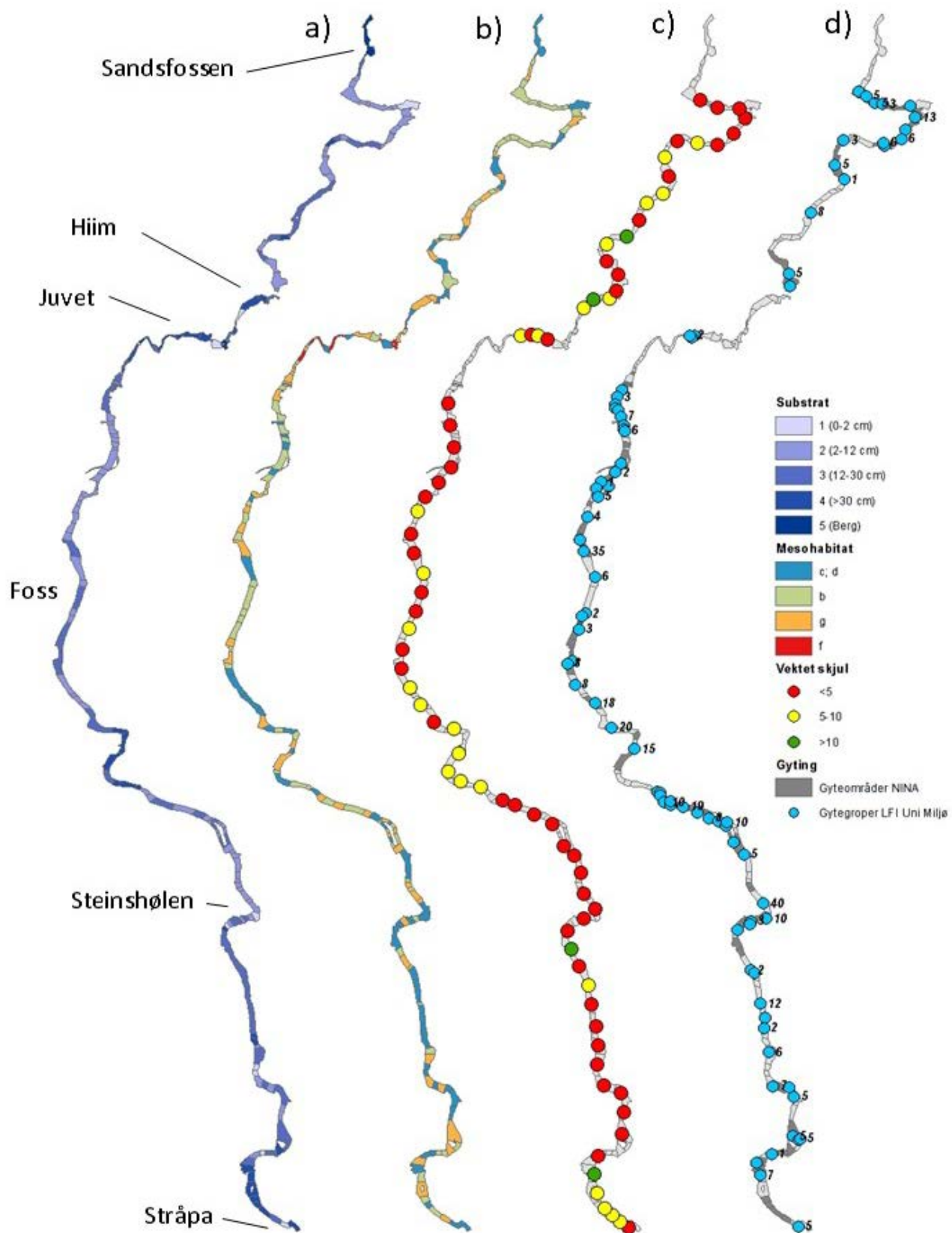
**Tabell 1.** Klassifisering av vassdragsområder i mesohabitat (Borsányi et al. 2004). Overflater som er glatt eller kun har små krusninger kategoriseres som glatt. Dersom overflaten har krusninger eller er brutt regnes denne som turbulent. Helningsgradient på over 4 % regnes som bratt, og under 4 % som moderat. Vannhastigheter over og under 0,5 m/s regnes henholdsvis raske og langsomme. Vanndybder på over og under 70 cm regnes som henholdsvis dype og grunne.

Mesohabitat	Overflate	Helning	Vannhastighet	Vanndybde
A	Glatt	Bratt	Hurtig	Dyp
B1	Glatt	Moderat	Hurtig	Dyp
B2	Glatt	Moderat	Hurtig	Grunn
C	Glatt	Moderat	Langsom	Dyp
D	Glatt	Moderat	Langsom	Grunn
E	Turbulent	Bratt	Hurtig	Dyp
F	Turbulent	Bratt	Hurtig	Grunn
G1	Turbulent	Moderat	Hurtig	Dyp
G2	Turbulent	Moderat	Hurtig	Grunn
H	Turbulent	Moderat	Langsom	Grunn

I forbindelse med utarbeidelse av en tiltaksplan for Gaularvassdraget i Sogn og Fjordane (Bremset et al. 2007), ble klassifiseringssystemet til Borsányi et al. (2004) videreutviklet, slik at mesohabitat er organisert i fem såkalte elveklasser (se **vedleggstabell 2**).

### 2.1.3 Praktisk gjennomføring

Inventeringen av Suldalslågen ble foretatt 15.-18. november 2016 med vannføring på 20 m<sup>3</sup>/s ved Stråpa. Supplerende skjulmålinger ble foretatt 13.-14. februar 2017 med vannføring på 15 m<sup>3</sup>/s. Hovedstrengen av elva fra Suldalsosen til Sandsfossen ble undersøkt av en person med snorkelutstyr drivende nedover elva, samt en person i elvekajakk. Under forflytningen nedover elva ble observasjoner av mesohabitat og substratklassifiseringer nedtegnet og stedfestet med håndholdt GPS. Andre forhold av betydning for diagnostiseringen av Suldalslågen, for eksempel observasjoner av gytefisk, gytegroper og gjenklogging av substrat ble også registrert. Av sikkerhetsmessige hensyn ble området fra Juvet ned til Heim og området i tilknytning til Sandsfossen bru i liten grad undersøkt. Disse områdene ble heller ikke undersøkt ved tidligere boniteringer, og er også lite aktuelle for tiltak. Skjulmålingene ble foretatt langs land nedover hele elvestrengen, og fulgte så godt det lot seg gjøre tidligere målinger foretatt av NINA i 2011 (upubliserte data).



**Figur 2:** Kartframstilling av a) substratfordeling, b) mesohabitat, c) skjulmålinger d) områder egnet for gyting (grå felt) og gytegrøper kartlagt av LFI Uni Miljø i 2014 (Skoglund, Lehmann et al. 2014).

### 3 Resultater

#### 3.1.1 Habitatdiagnose

Resultatene fra inventeringen er brukt i en analyse av flaskehalser for produksjon av laks. Hensikten med analysen er å identifisere stadiet for bestandsregulering samt produksjonsbegrensende habitatfaktorer. Ved analysen ble segmenter av tilnærmet lik substratsammensetning og mesohabitat slått sammen til 43 lengre vassdragsavsnitt. Habitatforholdene innenfor disse strekningene er altså relativt like, lengden på strekningene ble holdt under 1 km og uten vandringshinder for ungfish. Strekingen fra Juvet ned til Him ble ikke inkludert i diagnosen på grunn av mangler i datamateriale samt at strekingen er lite aktuell for tiltak.

Inventeringen viste at substratklassene 2 og 3 var vanligst. Av de 191 segmentene hadde 113 substratkode 2-3 eller substratkode 3-2 (dominerende-subdominerende). Til sammen utgjorde disse 64 % av samlet areal. Segmenter med grovere substratsammensetning (4-3 og 3-4) utgjorde 19 % av elvearealet (42 segmenter). Sammensetningen av substrat var relativt lik i øvre (ovenfor Juvet) og nedre deler av elva. Begroing i form av alger og moser dekker store deler av elvebunnen. Videre ble det observert mye nedauring av substratet, samt at vegetasjonen så ut til å fange og binde opp finsubstrat. Substratet lå i hovedsak veldig jevnt og dannet en homogen elvebunn med lite skjul. Ved en vannføring på 20 m<sup>3</sup>/s besto mesohabitat i de undersøkte områdene av elva av forholdsvis like mengder kulp/rolige grunnområder (C og D), raskere områder med glattstrøm (B) og raskere områder med turbulent overflate (G).

På gjeldende vannføring ble gode områder for gyting og ungfish observert i alle disse mesohabitatene, og mesohabitat ble derfor lite vektlagt i habitatdiagnosen. Skjul ble målt på 77 steder langs elva med intervaller på om lag 250 m. Vektet skjul var i gjennomsnitt 4,2 (minimum 0, maksimum 16, standardavvik 3,48). Gjennomsnittlig veid skjultilgang ble beregnet for strekningene, og klassifisert som h.h.v.; lite (<5), moderat (5-10) og mye (>10) skjul. For 7 korte strekninger som ikke inneholdt skjulmålinger ble klassifisering av nærmeste strekning med samme type substrat brukt. Skjultilgangen ble klassifisert som lav i 62 % av elvearealet (27 strekninger) og moderat i 35 % (14 strekninger), Bare 2 strekninger hadde mye skjul, disse representerer kun 3% av elvearealet.

Mengden gyteareal innenfor strekningene ble klassifisert som henholdsvis lite (<1 %), moderat (1-10 %) eller mye (>10 %). Avstand mellom gyteområder ble klassifisert som henholdsvis kort (< 200 m) moderat (200-500 m) og stor (> 500 m). Gyteareal ble satt basert på observasjoner under inventeringen og supplert med gytegrep registreringer gjort av LFI Uni Miljø (Skoglund et al. 2014). Samlet klassifisering av gytehabitat ble basert på en kombinasjon av areal og avstand mellom gyteområder i henhold til håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag (Forseth & Harby 2013) Både mengden og den romlige fordelingen av gytehabitat var jevnt over god, 33 strekninger ble klassifisert som «mye» gytehabitat (86 % av arealet), og 7 strekninger som «moderat» (10 % av arealet). Kun tre strekninger ble klassifisert som å ha lite gytehabitat.

**Tabell 3.** Klassifisering av begrensende habitatfaktor og produktivitet for laks (rødt er lavproduktivt, gul er moderat produktiv og grønt er høyproduktivt) ut fra forekomst av gytehabitat og skjul.

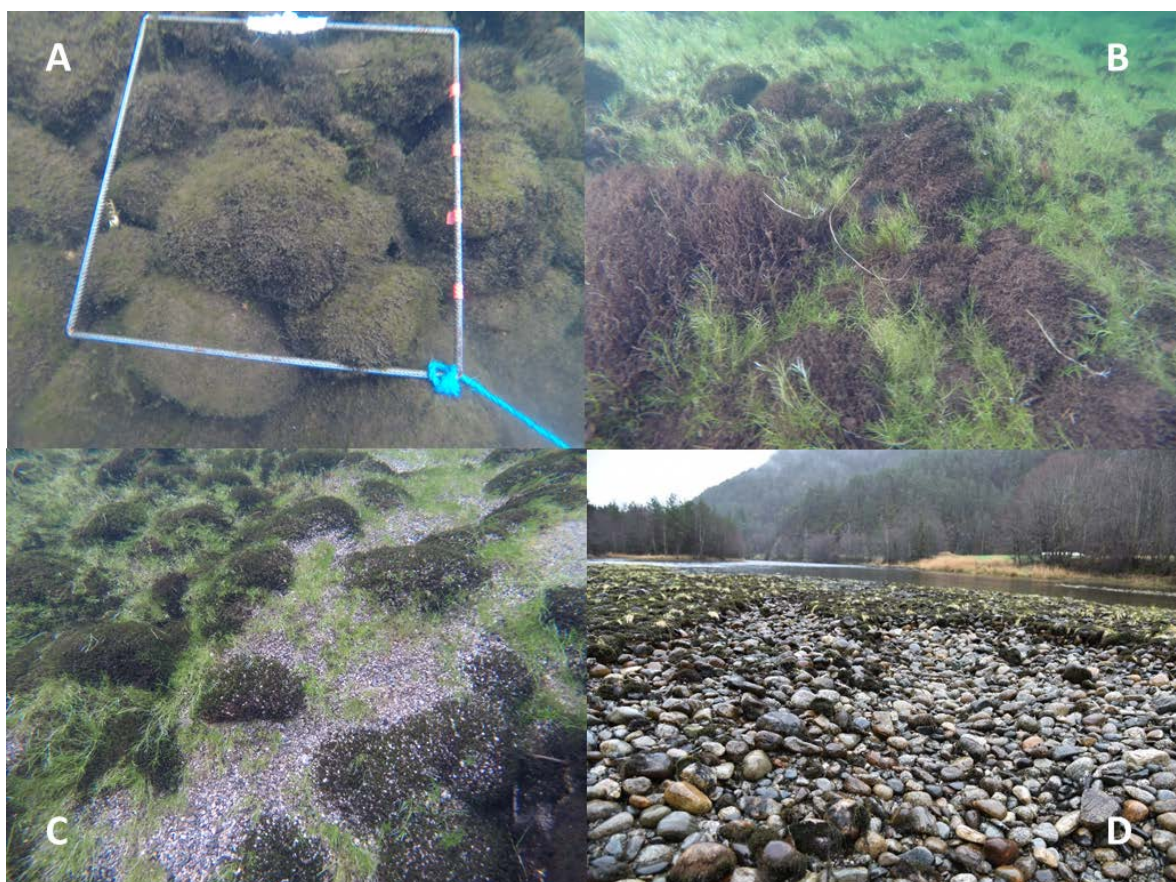
		Gytehabitat		
		Lite (< 1%)	Moderat (1-10%)	Mye (> 10%)
Skjul	Lite (<5)	Begge	Skjul	Skjul
	Moderat (5-10)	Gyte	Begge	Skjul
	Mye (>10)	Gyte	Gyte	Ingen



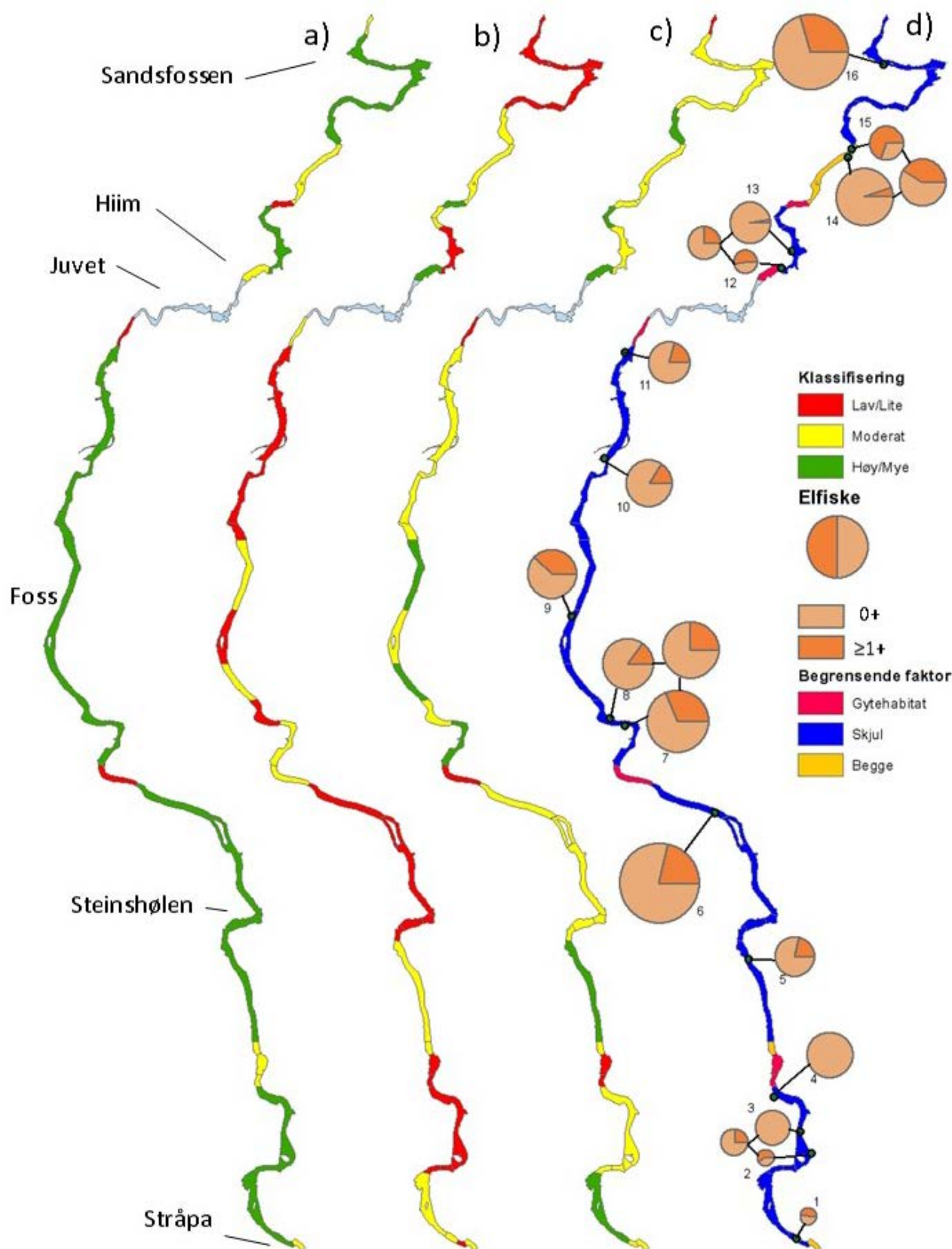
Klassifisering av strekningens potensielle produktivitet samt identifikasjon av begrensende faktor ble gjort ved å kombinere klassifiseringene gjort for skjul og gytehabitat (Tabell 3). Produktivitet ble klassifisert som moderat i 28 av strekningene (66 % av arealet), høy i 10 strekninger (28 % av arealet) og lav i 5 strekninger (6 % av arealet). Begrensende faktor for produksjon ble klassifisert som skjul i 34 av strekningene (86 % av arealet), både skjul og gytehabitat i 3 strekninger (5 % av arealet) og gytehabitat i 6 strekninger (9 % av arealet).

Resultatet fra habitatdiagnosen ble sammenholdt med data fra 16 ungfiskstasjoner (Saksgård 2016). Forholdet mellom årsyngel og eldre parr ble brukt til å klassifisere begrensende stadium for el-fiske stasjonene. Begrensende stadium ut i fra ratio årsyngel/parr ble klassifisert som henholdsvis rekruttering (ratio < 1 og lave tettheter), ingen (ratio 1 - 2,5) og parr (ratio >2,5). For stasjoner i umiddelbar nærhet til hverandre (stasjon 2-3, 7-8, 12-13 og 14-15) ble også ratioer for nabostasjoner vurdert. Basert på disse ratioene ble begrensede stadium klassifisert som «parr» for 10 av stasjonene, rekruttering i tre stasjoner og ingen i tre stasjoner. Med data fra nærliggende stasjoner (2-3, 7-8 og 14-15) slått sammen, ble 10 av 13 klassifisert som parr og tre som ingen.

Til tross for at metodene brukt ved vurdering av gyte- og oppvekstforhold i Suldalslågen av (Gravem & Jensen 2005) er annerledes sammenlignet med metodene brukt i denne rapporten, har vurderingene av gyteforholdene ganske stort samsvar. Derimot skiller vurderingene av oppvekstforhold seg vesentlig fra hverandre, særlig i øvre del av elva. Her er utfallet av habitatdiagnosen i denne rapporten betraktelig mer negativ enn vurderingene gjort i 2005 (Gravem & Jensen 2005).



**Figur 3.** Bilder fra områder der substratet er fullstendig begrodd (A og B), områder hvor sand er fanget i mosedekket (C) og område hvor substrat med mose tydelig har blitt spylt vekk under renseflom (D). Foto: Anders Foldvik.



**Figur 4.** Kartframstilling av habitatdiagnosen a) gyteområder, b) skjultilgang, c) produktivitet og d) begrensende habitatfaktor og ungfiskdata (Saksgård 2016). Størrelsen på sirkelene er skalert etter tetthet av årsyngel per 100 m<sup>2</sup> for stasjonene. For noen nærliggende stasjoner er sammenlånne data også vist.

## 4 Diskusjon

Habitatdiagnosen indikerer at Suldalslågen i hovedsak har moderat produktivitet og at begrensningen i produksjon i hovedsak skyldes manglende skjulmuligheter som gir dårlig habitat for eldre parr. Resultatet fra diagnosen støttes av data fra elektrisk fiske (Saksgård 2016) som indikerer at begrensende stadium for lakseproduksjon er parr. Tidligere undersøkelser har vist også påvist begrensning i dette stadiet i Suldalslågen (Saltveit 2000). Begroing av levermoser samt avsetning av finsediment ser ut til å være det som i hovedsak begrenser skjultilgangen for ungfisk. Et allerede iverksatt tiltak, spyleflommer, har hatt som formål å redusere både begroing og sedimentering. Dette tiltaket ser ut til å ha hatt noe effekt på begroingsgraden, men både begroing og sedimentering er fremdeles meget omfattende langs det meste av elvestrengen. Begroing og sedimentering kan også ha ført til reduksjon i gyteareal. Her er årsaksforholdene imidlertid mer uklare, da fravær av gyting kan føre til begroing eller så kan begroing føre til fravær av gyting. Skjulmålinger gjort av NINA i oktober 2011 hadde i gjennomsnitt høyere vektet skjul enn målingene fra 2017 (6,2 mot 4,2), og korrelasjonen mellom målingene var relativt lav ( $R = 0.44$ ). Forskjellen mellom målingene kan trolig i hovedsak relateres til at målingene utført i 2011 ble utført høyere vannføring enn i 2017, og dermed ble målt på grovere substrat lengre ut mot elvebreddene.

Restaurering eller etablering av skjul i Suldalslågen kan enten gjøres ved at eksisterende substrat mekanisk renses for mose og finsubstrat, eller ved tilførsel av stein for å skape nye skjul. Restaurering av substrat har vært prøvd i flere norske elver og en ser ofte en stor økning i produksjon de første årene etter slike tiltak (Arnekleiv et al. 2006, Bremset et al. 2017). Om ikke tilførsel av finsediment og begroing endres, vil tiltaket være midlertidig, og restaurering vil måtte gjentas når habitatkvaliteten på ny er blitt forringet. Ved restaurering av substrat i Suldalslågen vil erfaringer gjort i Aurlandselva og Eira trolig være nyttige. I Aurlandselva var substratet begrodd og armert, men ved å bruke en gravemaskin med en ripper (klo) relativt store areal elvebunn nå blitt rensert og restaurert (Pulg et al. 2013). En slik harving/ripping vil i Suldalslågen nødvendigvis frigjøre store mengder finsedimenter og tidspunkt for en slik restaurering vil måtte vurderes nøye for å hindre skade på fiskebestanden. Fjerning av finsubstrat ved bruk av sorteringsskuffe, som gjort i Eira (Bremset et al. 2017), kan redusere negative effekter nedstrøms områder som blir restaurert.

Tilførsel av stein for etablering av steinrygger og steingrupper kan også være et aktuelt tiltak for å skape mere skjul i elva (Bremset et al. 1993). Steinrygger er rekke av stor stein som legges i retning med strømmen i ute i elva og er ment å være permanent vanndekte. I områder med lave vannhastigheter vil etablering av steingrupper være et aktuelt tiltak for å øke mengden skjul. Steingruppene lages ved en eller flere store steiner omgis av noe mindre steiner slik at de danner ei klynge. Steinrygger og steingrupper utformes slik at sedimentering av hulrommene i størst mulig grad hindres. For at tiltak skal ha den effekt og varighet som ønskes er det avgjørende å gjøre detaljert besiktigelse av lokaliteter med tanke på både effekt og varighet på tiltak maksimeres. Åpenbart må tiltak også vurderes med tanke på erosjon, flom og ras.



## 5 Referanser

Arnekleiv, J.V., Rønning, L., Koksvik, J., Harby, A. 2006. Long-term effects of habitat enhancement work on the density and survival of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) parr in a regulated stream. Abstract proceedings of International Conference on Riverine Hydroecology: Advances in Research and Applications. University of Stirling, Stirling, Scotland, 30 sider.

Blakar, I.A., Haaland, S. & Bjørtuft, S.K. 2004. Vannkvaliteten i Suldalsvassdraget med vekt på Ulla-Førrereguleringa. Oslo, Statkraft SF.

Bogen, J., Bremnes, T., Bønsnes, T.E., Heggenes, J., Johansen, S.W. & Saltveit, S.J. 2004. Fiskehabitat i Suldalslågen: et studium av sedimentasjonsdynamikk, begroing, habitattilbud og habitatbruk hos fisk: sluttrapport. – Rapport utarbeidet for Statkraft SF, Oslo.

Bogen, J. & Bønsnes, T.E. 2004. Sedimenttransport og substratforhold i Suldalslågen, 1998-2003. Oslo, Statkraft SF.

Bogen, J., Bønsnes, T.E. & Benjaminsen, H. 1997. Suldalslågen, sedimentkilder og sedimenttransport. Høvik, Lakseforsterkingsprosjektet i Suldalslågen.

Borsányi, P., Alfredsen, K., Harby, A., Ugedal, O. og Kraxner, C. 2004. A meso-scale habitat classification method for production modelling of Atlantic salmon in Norway. – *Hydroécologie Applique* 14, 119-138.

Bremset, G., Hvidsten, N.A., Heggberget, T.G. & Johnsen, B.O. 1993. Forbedring av oppvekstområder for laksefisk i Gaula. NINA Forskningsrapport 41, 18 sider.

Bremset, G. & Heggenes, J. 2001. Competitive interactions in young Atlantic salmon (*Salmo salar* L) and brown trout (*Salmo trutta* L) in lotic environments. – *Nordic Journal of Freshwater Research* 75, 127-142.

Bremset, G., Forseth, T., Sundt, H., Ugedal, O., Finstad, A.G., Jensås, J.G. & Harby, A. 2007. Tiltaksplan for auka produksjon av laks i Gaula. – Gaulaprojektet rapport nr. 1-2007, 41 sider.

Bremset, G., Jensen, A.J., Jensås, J.G., Berg, M. & Havn, T.B. 2017. Fiskebiologiske undersøkelser i Auravassdraget. Årsrapport for 2016. - NINA Rapport 1294, 55 sider.

Edwardsen, H. 2016. Botaniske undersøkelser i Suldalslågen 2016. – Norsk institutt for vannforskning, Oslo.

Finstad, A.G., Einum, S., Forseth, T. & Ugedal, O. 2007. Shelter availability affects behaviour, size-dependent and mean growth of juvenile Atlantic salmon. – *Freshwater Biology* 52, 1710-1718.

Forseth, T., & Harby, A. (red.) 2013. Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag. CEDREN - Centre for Environmental Design of Renewable Energy. – NINA Temahefte 52, 90 sider.

Gravem, F.R. & Jensen, C.S. 2005. Bonitering av oppvekst- og gyteforhold for laks og aure i Suldalslågen ved 12 m<sup>3</sup>/s. – Rapport utarbeidet av Sweco Grøner, 49 sider.

Heggenes, J. 1988. Substrate preferences of brown trout fry (*Salmo trutta*) in stream channels. – *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 45, 1801-1806.

Heggenes, J. 1990. Habitat utilization and preferences in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) in streams. – *Regulated Rivers Research & Management* 5, 341-354.

Heggenes, J. & Dokk, J.G. 1995. Habitatvalg til laks- og ørretunger i Suldalslågen: modellerte konsekvenser av ulike vannføringer. – Rapport fra Lakseforsterkingsprosjektet i Suldalslågen.

Heggenes, J. & Dokk, J.G. 2001. Contrasting temperatures, waterflows, and light: seasonal habitat selection by young Atlantic salmon and brown trout in a boreonemoral river. – *Regulated Rivers Research & Management* 17, 623-635.

Heggenes, J. & Harby, A. 1996. Skjønnsmessig vurdering av habitatforhold for laksunger og ørret i hele Suldalslågen. Lakseforsterkingsprosjektet i Suldalslågen.

Heggenes, J. & Saltveit, S.J. 1990. Seasonal and spatial microhabitat selection and segregation in young Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and brown trout, *Salmo trutta* L., in a Norwegian river. – *Journal of Fish Biology* 36, 707-720.

Heggenes, J., Baglinière, J.L. & Cunjak, R.A. 1999. Spatial niche variability for young Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*S. trutta*) in heterogeneous streams. – *Ecology of Freshwater Fish* 8, 1-21.

Heggenes, J., Krog, O.M.W., Lindås, O.R., Dokk, J.G. & Bremnes, T. 1993. Homeostatic behavioural responses in a changing environment: brown trout (*Salmo trutta*) become nocturnal during winter. – *Journal of Animal Ecology* 62, 295-308.

Heggenes, J., Bremset, G. & Brabrand, Å. 2010. Groundwater, critical habitats, and behaviour of Atlantic salmon, brown trout and Arctic char in streams. – NINA Rapport 654, 28 sider.

Johansen, S.W. & Lindstrøm, E.-A. 2004. Begroingsundersøkelser i forbindelse med prøvereglement og kalkingsovervåkning i perioden 1998-2003: sluttrapport. – Rapport utarbeidet for Statkraft SF, Oslo.

Kaasa, H., Eie, J.A., Erlandsen, A.H., Faugli, P.E. & L'Abée-Lund, J.H. 1998. Lakseforsterkingsprosjektet i Suldalslågen. Sluttrapport 1990-1997: resultater og konklusjoner. Høvik, – Lakseforsterkingsprosjektet i Suldalslågen.

Magnell, J.-P., Sandsbråten, K. & Kvambekk, Å.S. 2004. Hydrologiske forhold i Suldalsvassdraget: sluttrapport prøvereglement. – Rapport utarbeidet for Statkraft SF, Oslo.

Pulg, U., Barlaup, B.T., Skoglund, H., Wiers, T., Gabrielsen, S.E. & Normann, E.S. 2013. Gyteplasser og sideløp i Aurlandsvassdraget. – LFI-Rapport nr. 221, 77 sider.

Saksgård, R. 2016. Ungfiskundersøkelser i Suldalslågen. – NINA Kortrapport 23, 14 sider.

Saltveit, S.J. 2000. Alderssammensetning, tetthet og vekst av ungfisk av laks og ørret i Suldalslågen i perioden 1976 til 1999. – Rapport utarbeidet for Statkraft Engineering, Høvik.

Skoglund, H., Lehmann, G.B., Vollset, K. W., Normann, E.S., Wiers, T. & Skår, B. 2014. Gytefisktelling i Suldalslågen i januar 2014, – Notat utarbeidet av LFI Uni Miljø, Bergen, 15 sider.

## 6 Vedlegg

**Vedleggstabell 1.** Gytehabitat for laks og sjøaure. Fra Heggenes et al. (2010).

<b>Brown trout</b>			
Depth mesohabitat	Range	15-45 cm	Louhi et al. 2008
	Range	6-82 cm	Shirvell & Dungey 1983
	Range	23-215 cm	Wollebæk et al. 2008
	Mean	25.5 cm	Witzel & MacCrimmon 1983
	Mean	31.7 cm	Shirvell & Dungey 1983
	Means	20-49 cm	Heggberget et al. 1988
	Means	27-52 cm	Zimmer & Power 2006
	Mean	103 cm	Wollebæk et al. 2008
Velocity mesohabitat	Range	20-55 cms <sup>-1</sup>	Louhi et al. 2008
	Range	11-80 cms <sup>-1</sup>	Witzel & MacCrimmon 1983
	Range	15-75 cms <sup>-1</sup>	Shirvell & Dungey 1983
	Range	2-124 cms <sup>-1</sup>	Wollebæk et al. 2008
	Mean	46.7 cms <sup>-1</sup>	Witzel & MacCrimmon 1983
	Mean	39.4 cms <sup>-1</sup>	Shirvell & Dungey 1983
	Means	27-55 cms <sup>-1</sup>	Heggberget et al. 1988
	Means	23-50 cms <sup>-1</sup>	Zimmer & Power 2006
Substrate particle size	Mean	47 cms <sup>-1</sup>	Wollebæk et al. 2008
	Range	1.6-6.4 cm	Louhi et al. 2008
	Mean	0.69 cm	Witzel & MacCrimmon 1983
	Means	5-8 cm	Heggberget et al. 1988
	Mean	7 cm	Wollebæk et al. 2008
	Critical % fines < ca. 2 mm	> 10 %	Crisp & Carling 1989
	Mean	15.2 cm	Louhi et al. 2008
	Mean	12 cm	Crisp & Carling 1989
Depth in gravel of egg burial	Mean	12 cm	Heggberget et al. 1988
	Minimum	14 cm	Witzel & MacCrimmon 1983
<b>Atlantic salmon</b>			
Depth mesohabitat	Range	20-50 cm	Louhi et al. 2008
	Range	15-40 cm	Moir et al. 1998
	Mean	38 cm	Beland et al. 1982
	Means	40-51 cm	Heggberget et al. 1988
	Mean	24.8 cm	Moir et al. 1998
	Means	23-43 cm	Moir et al. 2002
Velocity mesohabitat	Range	35-65 cms <sup>-1</sup>	Louhi et al. 2008
	Range	35-80 cms <sup>-1</sup>	Moir et al. 1998
	Mean	53 cms <sup>-1</sup>	Beland et al. 1982
	Means	39-80 cms <sup>-1</sup>	Heggberget et al. 1988
	Mean	53.6 cms <sup>-1</sup>	Moir et al. 1998
	Means	54-74 cms <sup>-1</sup>	Moir et al. 2002
Substrate particle size	Range	1.6-6.4 cm	Louhi et al. 2008
	Range	2-6.4 cm	Moir et al. 2002
	Means	7,8-12,5 cm	Heggberget et al. 1988
	Median range	1.9-2.5 cm	Moir et al. 1998
	Median range	2.1-3.5 cm	Moir et al. 2002
	Median	2.1 cm	Moir et al. 1998
	Mean % fines < ca. 1 mm	5.4	Moir et al. 1998
	Mean % fines < ca. 1 mm	4.1-8.3	Moir et al. 2002
	Critical % fines < ca. 2 mm	>10 %	Crisp & Carling 1989
	Critical % fines < ca. 2 mm	>10 %	Louhi et al. 2008
Depth in gravel of egg burial	Mean	15.2 cm	Crisp & Carling 1989
	Mean	18 cm	Heggberget et al. 1988
	Means	15-25 cm	Finstad et al. 2011

**Vedleggstabell 2.** Organisering av mesohabitat i elveklasser. Grunnlaget for tabellen er hentet fra en tiltaksplan utarbeidet for Gaularvassdraget i Sogn og Fjordane (Bremset et al. 2007). Beskrivelse av mesohabitatene er gitt i **tabell 1**.

Type	Elveklasse	Beskrivelse	Mesohabitat
1	Høl	Dette er områder som laksefiskere kaller kulper eller høler. Elveklassen inkluderer dype høler med lav vannhastighet, men også dype, kulplignende renner med høy vannhastighet	<b>B1</b> <b>C</b>
2	Dypt strykområde	Dette er dype elveområder med høy vannhastighet som forekommer i bratte og smale partier av elva	<b>A</b> <b>E</b> <b>G1</b>
3	Strykområde	Dette er hva de fleste vil oppfatte som et stryk. Relativt grunt område med høy vannhastighet og bølger i overflaten	<b>F</b> <b>G2</b>
4	Glattstrøm	Dette er grunne elveområder med ganske høy vannhastighet, men en glattstrøm har glattere vannoverflate enn et strykområde	<b>B2</b>
5	Gruntområde	Dette er grunne elveområder som har lav vannhastighet	<b>D</b> <b>H</b>



ISSN: 2464-2797  
ISBN: 978-82-426-3083-4

**Norsk institutt for naturforskning**

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: [firmapost@nina.no](mailto:firmapost@nina.no)

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>

Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger