

# 954 Reetablering av laks i Storåna i Bjerkreimsvassdraget

NINA Rapport

Line Elisabeth Sundt-Hansen  
Sten Karlsson  
Bjørn Ove Johnsen



## 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.

# Reetablering av laks i Storåna i Bjerkreimsvassdraget

Line Elisabeth Sundt-Hansen  
Sten Karlsson  
Bjørn Ove Johnsen

Sundt-Hansen, L.E., Karlsson, S. & Johnsen, B.O. 2013.  
Reetablering av laks i Storåna i Bjerkreimsvassdraget - NINA  
Rapport 954. 33 s.

Trondheim, april 2013

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2559-5

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Line Elisabeth Sundt-Hansen

KVALITETSSIKRET AV

Kjetil Hindar

ANSVARLIG SIGNATUR

Norunn S. Myklebust (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Fylkesmannen i Rogaland - Miljøvernavdelingen

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Trond Erik Børresen

FORSIDEBILDE

Storåna. Foto: Line E. Sundt-Hansen, NINA

NØKKELOORD

Storåna, Bjerkreimsvassdraget, laks, *Salmo salar*, reetablering,  
kalking, fysisk kartlegging, skjul, substrat

KEY WORDS

Storåna, Bjerkreim watercourse, Atlantic salmon, re-establishment,  
liming, physical mapping, shelter, substrate

#### KONTAKTOPPLYSNINGER

##### **NINA hovedkontor**

Postboks 5685 Sluppen  
7485 Trondheim  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefaks: 73 80 14 01

##### **NINA Oslo**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefaks: 22 60 04 24

##### **NINA Tromsø**

Framsenteret  
9296 Tromsø  
Telefon: 77 75 04 00  
Telefaks: 77 75 04 01

##### **NINA Lillehammer**

Fakkeltgården  
2624 Lillehammer  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefaks: 61 22 22 15

## Sammendrag

Sundt-Hansen, L.E., Karlsson, S. & Johnsen, B.O. 2013. Reetablering av laks i Storåna i Bjerkreimsvassdraget – NINA Rapport 954. 33 s.

Laksepopulasjonen i Bjerkreimsvassdraget har etter at kalking av deler av vassdraget ble startet opp i 1996 hatt en svært positiv utvikling, med økt ungfiskoverlevelse og også økte fangster. Storåna i Bjerkreimsvassdraget har derimot vært preget av dårlig vannkvalitet grunnet lav pH. På bakgrunn av planene om å sette opp en kalkdoserer ovenfor anadrom strekning i Storåna i 2013 er det forventet at vannkvaliteten vil bedres betraktelig og at forholdene vil ligge til rette for en reetablering av laks.

Denne rapporten inneholder resultatene fra en fysisk kartlegging av Storåna i Bjerkreims vassdraget der skjulmuligheter for lakseunger har blitt målt, i tillegg til substrattyper og mesohabitat. Rapporten inneholder også en detaljert plan for reetablering av laks i Storåna, med plan for utsettingsvirksomhet og for vurdering av måloppnåelse og kriterier for avslutning av kultivering.

Ulike habitattyper i elva vil gi ulik bærekraft for forskjellige livsstadier av laksunger. Dette er viktig å ta hensyn til ved reetablering av laks i vassdraget og ved valg av utsettingsstrategi, både med tanke på hvilke livsstadier man setter ut (rogn, yngel, settefisk) og i hvilke mengder dette settes ut. Substratet i Storåna domineres av relativt stor stein (mellom 12-35 cm) som er jevnt fordelt i vassdraget. Den fysiske kartleggingen viser at Storåna generelt har svært god skjultilgang for laksunger og ligger høyt i antall skjul sammenlignet med andre elver der lignende undersøkelser har blitt gjort, som i Orkla og Kvina. Skjultilgangen er ikke en begrensning for produksjonskapasiteten for Storåna.

Resultatene fra tidligere reetableringsprosjektene har vist at rognplanting er et effektivt virkemiddel i arbeidet med å reetablere nye laksestammer. Gytebestandsmålet (GBM) for Storåna er foreslått satt til 2 egg/ m<sup>2</sup> og områder i elva som domineres av sand og berg antas å være uegnet som oppvekstområder for ungfisk og som gyteområder. Arealet i elva som er beregnet som gunstig i forhold til skjultilgang er 313 334 m<sup>2</sup>, i disse områdene dominerer substrat av type grus, stein og stor stein. Det er foreslått to alternativer for kultivering av Storåna; alternativ 1 der rogn plantes på hele det gunstige arealet av elva, og alternativ 2 der rogn plantes ut i halvparten av det gunstige arealet (øvre del), for å unngå at kultivert yngel skal konkurrere med naturlig gytt laks og skape vanskeligere oppvekstforhold for disse. Det siste alternativet vil gjøre det enklere å verifisere om det skjer en naturlig reetablering i Storåna og etter vår mening det beste alternativet.

Ved en reetablering bør prinsippene for genetisk basert kultivering følges, der man kan identifisere foreldre til utsatt fisk ved hjelp av molekylærgenetiske metoder, med tilnærmet 100 % sikkerhet. Disse prinsippene gjør det mulig å skille mellom villprodusert og kultivert yngel i etterkant, noe som er viktig for å kunne følge reetableringsprosessen. Ett kriterium for avslutning av kultivering innebærer at gytebestandsmålet er oppnådd i 3 av 4 år, eller en 75 % gjennomsnittlig måloppnåelse. Et annet kriterium for måloppnåelse er at tetthet av 0+ og eldre laksunger er tilnærmet like det som er forventet ut fra et GBM på 2 egg/m<sup>2</sup>.

Storåna har et stort potensial for en levedyktig laksestamme, ved en bedret vannkvalitet. Vi foreslår en plan for utsetting, der øyerogn settes ut, basert på stamfisk fra Bjerkreimselva. Kultivering av fisk for reetablering av Storåna, bør følge prinsippene for dokumentasjon og evaluering slik de kan utføres med genetisk basert kultivering.

Line E. Sundt-Hansen, Sten Karlsson og Bjørn Ove Johnsen, Norsk institutt for naturforskning (NINA), Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim. E-post: line.sundt-hansen@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>
1.1 Historie.....	6
1.2 Sur nedbør og effekt på fisk .....	6
1.3 Beskrivelse av vassdraget.....	7
1.4 Vannkvalitet .....	8
<b>2 Fysisk kartlegging</b> .....	<b>8</b>
2.1 Metode .....	8
2.1.1 Mesohabitat .....	8
2.1.2 Substrat.....	9
2.1.3 Skjulmålinger .....	9
2.2 Resultat.....	9
2.2.1 Oppvekstområder og gyteområder .....	10
2.2.2 Skjul .....	16
2.3 Diskusjon .....	20
<b>3 Plan for reetablering</b> .....	<b>20</b>
3.1 Erfaring fra tidligere utsettinger .....	20
3.2 Gytebestandsmål i Storåna .....	21
3.3 Plan for utsettingsvirksomheten .....	22
3.3.1 Strategi for kultivering/utsetting .....	22
3.3.2 Evaluering av de forskjellige alternativene .....	23
3.4 Utsetting av rogn/ungfisk .....	23
3.5 Genetikkbasert kultivering .....	24
3.5.1 Valg av stamfisk.....	24
3.5.2 Krysningsregime .....	24
3.5.3 Sporing av utsatt fisk .....	25
3.5.4 Antall stamfisk.....	25
3.6 Plan for hvordan graden av måloppnåelse skal vurderes.....	25
3.7 Kriterier for avslutning av kultiveringen .....	26
3.8 Hva som skal gjøres når målet er nådd.....	26
3.9 Videre oppfølging.....	26
3.9.1 Ungfiskundersøkelser .....	26
3.9.2 Genetikk og skjellprøver .....	27
3.10 Oppsummering av plan for reetablering .....	27
<b>4 Konklusjon</b> .....	<b>28</b>
<b>5 Referanser</b> .....	<b>29</b>

## Forord

NINA fikk i juni 2012 i oppdrag fra fylkesmannen i Rogaland å gjennomføre en fysisk kartlegging av elva Storåna i Bjerkreimsvassdraget, samt å utarbeide en plan for reetablering av laks i vassdraget. Denne rapporten viser resultater fra den fysiske kartleggingen og beregninger av skjulkapasitet for ungfisk ut i fra dette. Vi fremlegger også en plan for reetablering av laks i vassdraget. Vi takker Anders Foldvik for hjelp med behandling av data i ArcGis. Vi takker fiskeforvalteren i Rogaland, Trond Erik Børresen, for oppdraget og vil samtidig takke Bjerkreim elveeierlag v/ Torill D. Gjedrem og Knut Ståle Eriksen i Norges Jeger- og Fiskerforbund (NJFF) Rogaland for et godt samarbeid.

Trondheim, april 2013

Line Elisabeth Sundt-Hansen  
Prosjektleder

# 1 Innledning

Laksepopulasjonen i Bjerkreimsvassdraget har etter at kalking av deler av vassdraget ble startet opp (1996) hatt en svært positiv utvikling, med økt ungfiskoverlevelse og også økte fangster (Johnsen mfl. 1999). I 2011 var Bjerkreimselva den 3. største lakseelva i Norge i antall kg laks fanget (20 502 kg) (Innrapportering fra fylkesmennene, [www.fangstrapp.no](http://www.fangstrapp.no)). I deler av vassdraget som ikke har vært kalket, som i Storåna, har vannkvaliteten vært dårligere på grunn av lav pH og laksen har her ikke vendt tilbake.

Det skal i løpet av 2013 settes opp en kalkdoserer øverst i Bjerkreimsvassdraget, ved Bjordal, noe som antas å forbedre vannkvaliteten i denne delen av vassdraget betraktelig og legge til rette for en reetablering av laks i Storåna. På bakgrunn av dette fikk Norsk institutt for naturforskning (NINA) i juni 2012 i oppdrag å gjøre en fysisk kartlegging av Storåna, samt lage en plan for reetablering av laks i denne delen av vassdraget.

Prosjektet har som formål å:

- Utføre en fysisk kartlegging av skjul, substrat og mesohabitat (elvetype)
- Vurdere tilgang til skjulområder for ungfisk, som et mål på produksjonskapasitet i området
- Gi en vurdering av utsettingsbehov
- Utarbeide klare målformuleringer for kultiveringsarbeidet
- Utarbeide en plan for utsettingsvirksomheten
- Lage plan for hvordan graden av måloppnåelse skal vurderes
- Fastlegge kriterier for under hvilke omstendigheter kultiveringen skal avsluttes.

Ulike habitattyper i elva vil gi ulik bærekraft for forskjellige livsstadier av laksunger. Dette er viktig å ta hensyn til ved reetablering av laks i vassdraget og ved valg av utsettingsstrategi, både med tanke på hva man setter ut (rogn, yngel, settefisk) og i hvilke mengder dette settes ut. Ved planting av rogn bør det være gode skjulmuligheter for yngel. I nærheten til dette området bør det også være tilgang på skjul for eldre laksunger, for å sikre at yngelen når den blir eldre har gode overlevelsesmuligheter. Hvis det er mangel på slike områder, bør det også vurderes utsetting av yngel og/eller settefisk. Utsettingsstrategien i Storåna bør være i samsvar med resultatet av den fysiske kartleggingen for å sikre at den blir vellykket.

## 1.1 Historie

Sur nedbør har ført til forsuringssskader på mange fiskebestander i innsjøer og lakseførende vassdrag i Sør-Norge. På begynnelsen av 1900-tallet gikk fiskebestandene i Sørlandselvene sterkt tilbake og i Rogaland ble det observert død laks og aure i flere elver på 1920-tallet. I samme periode ble de første problemene med eggdødelighet og dødelighet av nyklekte laks-yngel registrert i klekkerier på Sørlandet, og dette ble satt i sammenheng med surt vann. De mest forsuringsutsatte vassdragene ligger i Agder-fylkene, men også deler av Rogaland er sterkt påvirket.

Tiltak mot forsuring i form av kalking startet allerede for over 70 år siden, men det var likevel ikke før i 1960- og 1970-årene at kalking kom i gang for alvor gjennom dugnadsinnsats fra lag og foreninger. I 1979 ble det startet opp et større nasjonalt kalkingsprosjekt, og i 1984 vedtok Direktoratet for naturforvaltning (DN) den første handlingsplanen for kalking (Johnsen mfl. 1999).

## 1.2 Sur nedbør og effekt på fisk

Sur nedbør påvirker eggkvalitet negativt (Sangalang mfl. 1990), reduserer gyteaktivitet (Ikuta mfl. 2003) og reduserer eggoverlevelse (Rosseland mfl. 1986). Smoltstadiet til laksen er det mest sårbare livsstadiet for surt vann, da lav pH påvirker den viktige fysiologiske forandringen som må til for at smolten skal tåle overgangen fra ferskvann til saltvann.



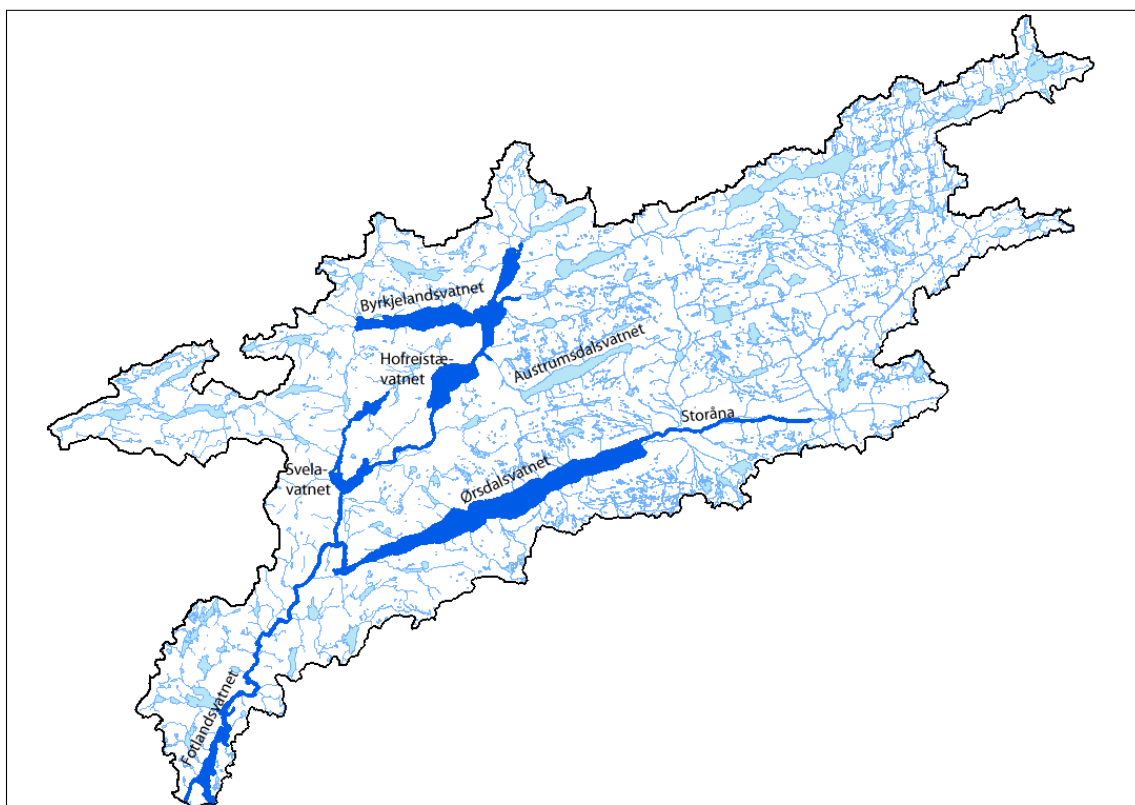
Det er uorganiske aluminiumforbindelser som er giftige for fisk i surt vann, da disse påvirker viktige fysiologiske funksjoner for fisken, spesielt på tidlige livsstadier og ved smoltifisering. Mengden av giftig aluminium er forbundet med pH-verdi i vannet og øker med lavere pH (sure-re vann), men kommer også an på mengden organiske stoffer i elva som delvis kan bufre for ulike former av uorganiske forbindelser av aluminium.

I vassdrag som har lavt nivå av organiske stoffer, vil uorganiske forbindelser av aluminium binde seg til gjellene på fisken, noe som påvirker osmoregulering (for eksempel ved smoltutvikling) og kan føre til svikt i respirasjon og rask dødelighet (Kroglund mfl. 2008). Bjerkreimsvassdraget er generelt lite belastet med næringssalter og organisk stoff fra menneskelig aktivitet (Molværsmyr mfl. 1990).

### 1.3 Beskrivelse av vassdraget

#### Bjerkreimsvassdraget

Bjerkreimsvassdraget ligger i Bjerkreim, Gjesdal, Sirdal, Egersund og Time kommuner i Rogaland og Vest-Agder fylke. Nedbørfeltet er 706 km<sup>2</sup>. Vassdraget er sterkt forgreinet. I øst dreneres feltet av flere større elver som springer ut i heiområdene på grensen mellom Rogaland og Vest-Agder. Maudalsåni, Austrumdalsåni og Storelva fra Ørdsalen er de største. En annen gren av betydelig størrelse er Oslandsvassdraget som drenerer Skjevelandsvatn og Røyslandsvatn i nordvest. Nedbørfeltet er rikt på store innsjøer. De største innsjøene er Ørdsalsvatn (12 km<sup>2</sup>), Byrkjedalsvatn (5,3 km<sup>2</sup>), Austrumdalsvatn (2,7 km<sup>2</sup>) og Hofreistevatn (2,6 km<sup>2</sup>) (Figur 1). Området har kystklima med en betydelig nedbørsgradient fra kysten og innover. Årsnedbøren varierer fra ca. 1400 mm ved Egersund til ca. 2600 mm i Maudal.



Figur 1. Bjerkreimsvassdraget med nedbørfelt. Lakseførende strekning er markert i mørkeblått.

Anadrom fisk kan passere helt opp til Indre Vinjavatn og østover gjennom Ørdsalen til Bjordal. Totalt blir dette ca. 80 km lakseførende strekning (Johnsen mfl. 1999). De nord-østre delene av vassdraget, inkludert Ørdsalen og områdene oppstrøms Hofreistevatn er sterkt påvirket av forurensning. Omlag 3/4 av avrenningen kommer fra disse områdene (Kaste 1998).

Vassdragets østre del ble i 1989 betraktet som fisketomt mens den vestre delen hadde naturlig reproduksjon av både laks og sjøaure i sidevassdragene (Sivertsen 1989). Kalkingen ble startet opp i 1996 og i løpet av sommeren/høsten ble 21 innsjøer kalket med tilsammen 4399 tonn kalk, hvorav 4050 tonn ble spredt i Ørsdalsvatn. En kalkdoserer ved Malmei ved utløp Byrkjelandsvatn ble startet opp i september måned samme år (Walseng 1998). Ørsdalsvatnet blir årlig kalket for å avgifte tilsiget til vannet og i 2011 ble innsjøer i Bjerkreimsvassdraget tilført 1341 tonn kalk (DN-Notat 2010).

### **Storåna**

Storåna har en potensiell lakseførende strekning på 9,2 km og en middelvannføring på om lag 11,6 m<sup>3</sup>/s. På denne strekningen faller elva ca. 100 m fra ca. 165 m o.h. ned til Ørsdalsvatnet som ligger på 64 m o.h. (Lura 2004). Det er anslått et elveareal i Storåna på 357 000 m<sup>2</sup> ut fra elvekonturen på økonomisk kartverk som det er antatt viser vanndekningen ved middelvannføring (Ledje & Lura 2001). Laks som kommer opp i Bjerkreimselva kan gå opp i Ørsdalsvatnet og det går nå regelmessig opp noe laks til vatnet og disse gyter i utløpselva (Lura 2004). Det ble funnet lave tettheter av årsyngel av laks på utløpet av vannet i alle år etter 1998 (Direktoratet for naturforvaltning 2003). Kroglund mfl. (2002) konkluderte med at vannkvaliteten i Storåna ikke egnet seg for laks og fortsatt er vannkvaliteten marginal for laks (Anon. 2010).

Det foregår i dag kultivering ved rognplanting i Storåna. Bjerkreim elveeierlag har utarbeidet driftsplan for vassdraget (Anon. 2011).

## **1.4 Vannkvalitet**

Vannet som kommer inn i Storåna fra Høylandsåni er klart og kalkfattig, og forsureningstilstanden er dårligere (lavere pH, høyere giftig labilt aluminium (LAI)) om vinteren enn om sommeren. I 2011 varierte pH mellom 4,92 og 5,31 med et årsmiddel på 5,13. Konsentrasjonen av giftig, labilt aluminium (LAI) varierte mellom 16 og 55 µg/L, og årsmiddelet var 27 µg/L (DN-Notat 1-2012). Verdier på 15-20 µg LAI/L anses som en grense for skader på smolt (Kroglund mfl. 2008).

# **2 Fysisk kartlegging**

## **2.1 Metode**

En fysisk kartlegging av Storåna innebærer en beskrivelse av vassdraget med hensyn på vannhastighet, dyp, dominerende bunnsubstrat og skjulmuligheter for laksunger.

Fysisk kartlegging av elva gir verdifull informasjon om faktorer som styrer bærekapasiteten av laks i elva og vil bli brukt som utgangspunkt for å beregne arealer av ulike habitattyper på de ulike elvestrekningene. Disse arealberegningene av ulike habitattyper, sammen med skjulmålinger, danner et grunnlag for vår vurdering av produksjonspotensialet for laks.

### **2.1.1 Mesohabitat**

Kartlegging av elvetyper (mesohabitat) er basert på observasjoner av fysiske kriterier som overflate, helningsgradient, vannhastighet og vanndybde (Borsanyi mfl. 2004) (Tabell 1). 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 1. Oversikt over elvetyper (mesohabitat) og de fysiske kriteriene som karakteriserer disse.

Mesohabitat	Overflate	Gradient	Vannhastighet	Vanndybde	Elvetype
B1	Glatt	Moderat	Hurtig	Grunn	Blankstryk
B2	Glatt	Moderat	Hurtig	Dyp	Blankstryk
C	Glatt	Moderat	Langsom	Dyp	Kulp
D	Glatt	Moderat	Langsom	Grunn	Grunnområder
F	Turbulent	Bratt	Hurtig	Grunn	Stritt stryk/foss
G2	Turbulent	Moderat	Hurtig	Grunn	Turbulent stryk

### 2.1.2 Substrat

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)
- 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 ungfish 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.

### 2.1.3 Skjulmålinger

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 mfl. 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 for større laksunger. Metoden innebærer kvantifisering av antall og størrelse av hulrom (skjul) i substratet. Skjulmålingene ble gjennomført ved å måle hvor langt en 13 mm tykk plastslange kan stikkes inn i hulrom i substratet innenfor en 0,25 m<sup>2</sup> stor ramme som legges ut på elvebunnen. Skjul ble målt hver 250 meter. 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. Skjulkapasiteten ble beregnet som gjennomsnittlig vektet skjul innenfor hver seksjon (Bremset mfl. 2008). Vektet skjul (Sv) ble beregnet som:

$$S_v = S_1 + S_2 \cdot 2 + S_3 \cdot 3,$$

hvor S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> og S<sub>3</sub> er antall skjul av henholdsvis kategori 1, 2 og 3. I tillegg til skjulmålingene ble substratet vurdert ut fra hvilke størrelser som dominerte (dominerende substrat) eller var vanlig (sub-dominerende) i bunnsubstratet inne i prøveflatene.

## 2.2 Resultat

Undersøkelsene ble gjennomført 20.- 21. august 2012 ved en vannføring på 8-10 m<sup>3</sup>/s (<http://www2.nve.no/h/hd/plotreal/Q/0027.00016.000/index.html>, Bjordal, sanntidsdata). Det ble ikke målt skjul i den øverste delen av lakseførende strekning (første 250-500 m), da dette om-

rådet var utilgjengelig pga. bratt ur/dalside ned mot elv. Overflatekarakteristikk og substrat var mulig å observere i grunne områder. I de øverste kulpene (øverste kulp etter foss, Langelona og Hestastilona) i øverste deler av lakseførende strekning (etter fossen), var det i de dype områdene ikke mulig å observere substratet eller måle skjul, da substratet ikke var synlig fra land og området var for dypt til å gå ut i. Det er derfor en mulighet for at det i disse områdene kan forekomme både små områder med gunstig gytehabitat (dominerende substrat 2, eventuelt subdominerende) og skjulområder for ungfisk som ikke har blitt registrert.

#### Fysiske forhold i vassdraget

Det finnes ingen opplagte vandringshinder i Storåna, ingen stryk før man når slutten av lakseførende strekning.

### **2.2.1 Oppvekstområder og gyteområder**

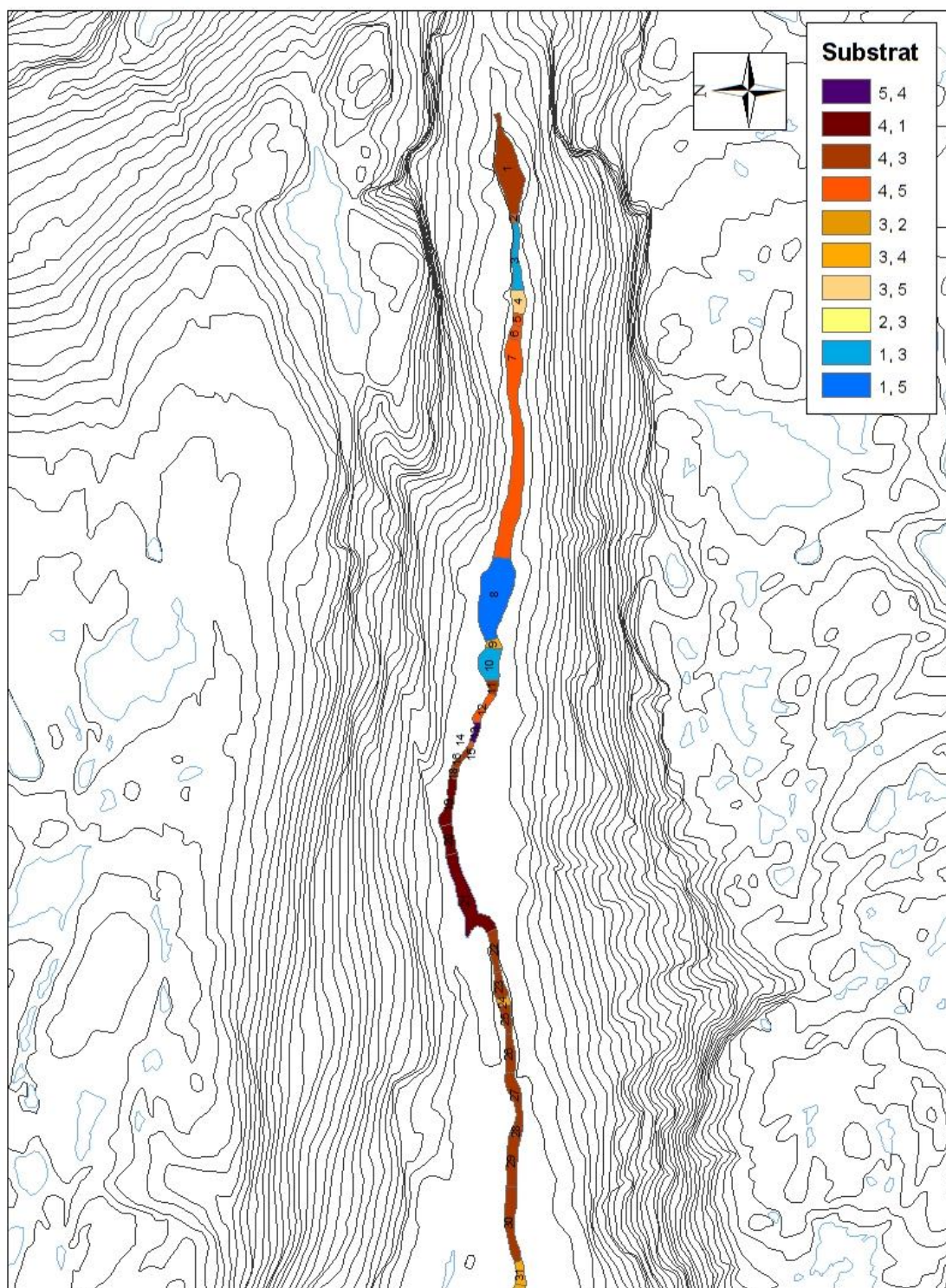
Substratet i Storåna domineres av relativt stor stein mellom 12-35 cm og denne typen substrat er jevnt fordelt i vassdraget (Tabell 2 og Tabell 3). Klassisk gytesubstrat har blitt definert til å ha en størrelse mellom 2 og 15 cm (Lund og Johnsen 2007). Det vil si at områder i elva hvor det er påvist grus (klasse 2) også kan inneholde potensielle gyteområder. Det må bemerkes at vi ikke har undersøkt om det faktisk skjer gyting i disse områdene. Andelen areal der substratklasse 2 dominerer er 20 336 m<sup>2</sup>, og i områder der klasse 2 forekommer som subdominerende, sammen med dominerende substrat av klasse 3, utgjør dette areal på 95 164 m<sup>2</sup> (Figur 2, Figur 3, Figur 4 og Tabell 2).

Mesohabitatet i elva var dominert av strekninger med turbulent stryk av klasse G2 (brutt overflate, moderat gradient, hurtig vannhastighet og grunt) (Tabell 2), noe som kan forklares ut fra den jevne gradienten elva har fra begynnelsen av lakseførende strekning til den når Ørsdalsvatnet (et jevnt fall på ca. 100 m på 9,2 km).

Tabell 2. Oversikt over dominerende og subdominerende substratklasser og areal av hver seksjon (se Figur 2, Figur 3 og Figur 4). Det er beregnet antall egg pr. seksjon med gunstig oppvekstsubstrat med bakgrunn i et gytebestandsmål på 2 egg/ m<sup>2</sup> (kapittel 3.3 og 3.4). Områder med dominerende substratklasse 2, 3, 4 i kombinasjon med substratklasser 2, 3, 4 og 5 er regnet som gunstige rekrutteringsområder.

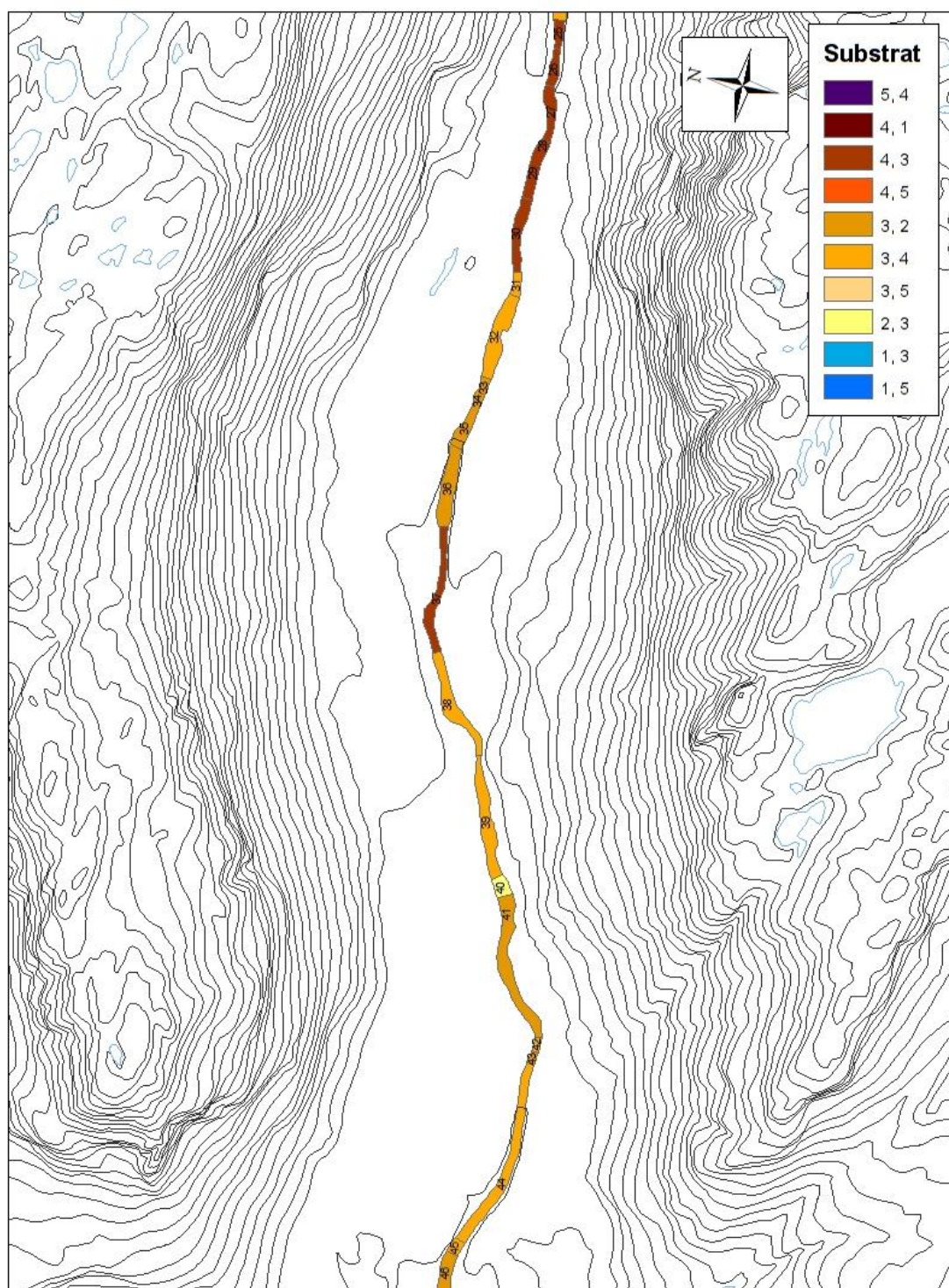
Seksjon	Del	Dominerende substrat	Sub-dominerende substrat	Mesohabitat	Areal (m <sup>2</sup> )	Antall egg pr. seksjon
1	øvre	4	3	C	13985	27969
2	øvre	4	5	G2	423	847
3	øvre	1	3	C	4324	-
4	øvre	3	5	D	2674	5348
5	øvre	4	5	G2	1028	2056
6	øvre	4	5	G2	1410	2820
7	øvre	4	5	C	26023	52046
8	øvre	1	5	C	17879	-
9	øvre	3	4	D	1111	2223
10	øvre	1	3	C	5198	-
11	øvre	4	3	G2	1230	2461
12	øvre	4	5	G2	1909	3819
13	øvre	5	4	C	1068	-
14	øvre	4	5	D	315	630
15	øvre	4	3	G2	615	1231
16	øvre	4	3	D	620	1240
17	øvre	4	3	C	4	9
18	øvre	4	3	G2	704	1408
19	øvre	4	1	B2	3746	7493
20	øvre	4	1	G2	2724	5448
21	øvre	4	1	C	11494	22987
22	øvre	4	3	G2	2874	5747
23	øvre	4	3	C	2344	4688
24	øvre	3	4	D	915	1830
25	øvre	4	3	G2	2203	4405
26	øvre	4	3	D	2907	5814
27	øvre	4	3	G2	4337	8673
28	øvre	4	3	D	824	1648
29	øvre	4	3	G2	4839	9678
30	øvre	4	3	D	6074	12148
31	øvre	3	4	D	1772	3545
32	øvre	3	4	G2	10336	20672
33	øvre	3	2	G2	1257	2513
34	øvre	3	2	D	895	1790
35	øvre	3	2	G2	4439	8877
36	øvre	3	2	G2	9301	18603
37	øvre	4	3	G2	8697	17394

38	øvre	3	4	G2	9744	19488
39	øvre	3	4	G2	11286	22571
40	nedre	2	3	D	2567	5134
41	nedre	3	2	G2	14661	29321
42	nedre	3	4	E	833	1666
43	nedre	3	2	D	842	1683
44	nedre	3	4	G2	15574	31148
45	nedre	3	4	D	1578	3156
46	nedre	3	2	G2	18232	36463
47	nedre	3	2	B2	2067	4135
48	nedre	2	3	G2	12700	25400
49	nedre	3	2	G2	19262	38524
50	nedre	3	2	G2	2609	5218
51	nedre	3	4	B2	6251	12502
52	nedre	3	4	G2	2048	4097
53	nedre	3	4	E	1052	2104
54	nedre	3	2	G2	5709	11417
55	nedre	3	2	D	1683	3366
56	nedre	3	4	G2	22036	44071
57	nedre	2	3	D	5069	10138
58	nedre	3	2	G2	14208	28416
59	nedre	4	3	C	2230	4460
<b>Totalt</b>					<b>334740</b>	<b>612541</b>



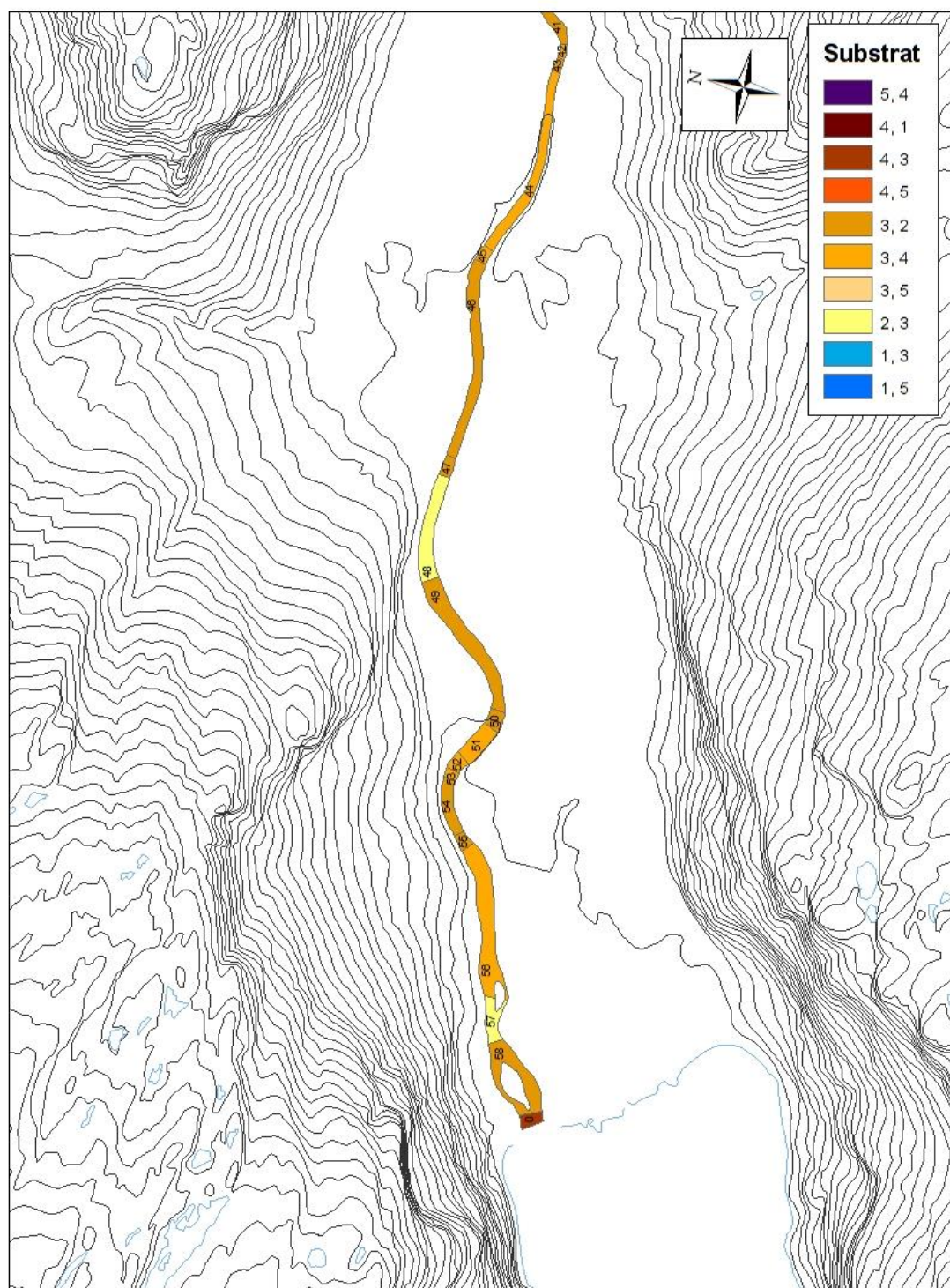
Figur 2. Dominerende substrat og subdominerende substrat i øverste del av Storåna, ved start av anadrom strekning. Numrene tilsvarer hver seksjon der substratet er definert, der 1 er begynnelsen på lakseførende strekning og 59 er siste seksjon før utløp i Ørsdalsvatnet.





Figur 3. Dominerende substrat og subdominerende substrat i midtre del av Storåna. Numrene tilsvarer hver seksjon der substratet er definert, der 1 er begynnelsen på lakseførende strekning og 59 er siste seksjon før utløp i Ørsdalsvatnet.



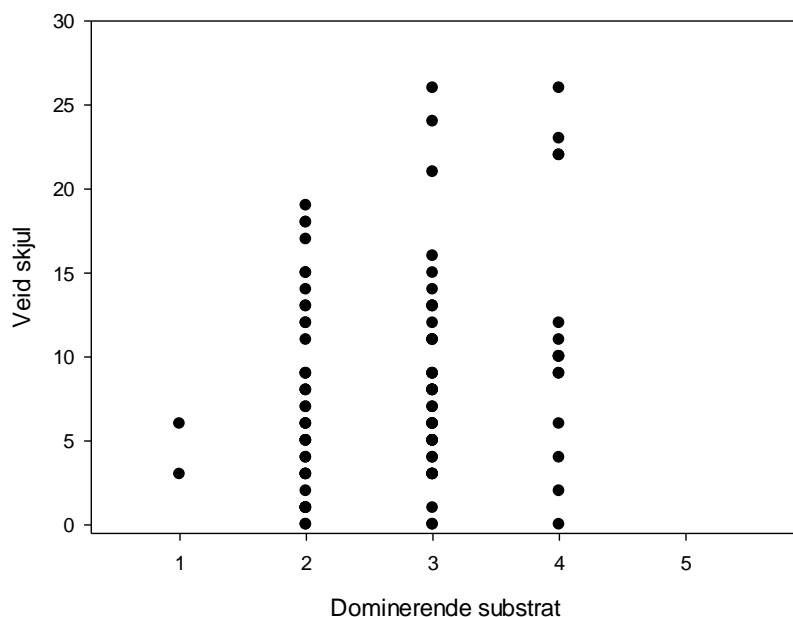


Figur 4. Dominerende substrat og subdominerende substrat i nederste del av Storåna, ved utløp til Ørsdalsvatnet. Numrene tilsvarer hver seksjon der substratet er definert, der 1 er begynnelsen på lakseførende strekning og 59 er siste seksjon før utløp i Ørsdalsvatnet.

## 2.2.2 Skjul

Det generelle bildet er at store deler av elvestrekningen har svært god skjultilgang for laksunger, spesielt for eldre laksunger (Figur 6, Figur 7 og Figur 8). Skjul ble beregnet som gjennomsnittlig veid skjulmengde og gjennomsnittlig skjulmengde (etter skjulenes størrelse) av alle målinger innenfor et område. Den gjennomsnittlige verdien for alle skjulmålingsstasjoner var 8,6 (1,3 - 16,7) (veid skjul) og for skjul innenfor hvert område var det 2,1 (0,3 - 4,2) pr. m<sup>2</sup> (Figur 9). Til sammenligning har man ved skjulundersøkelser i Orkla funnet et gjennomsnittlig vektet skjul på 6,1 (SD ± 4,2) (nedre del) og 11,8 (SD ± 3,5) (øvre del) (Hvidsten mfl. 2012).

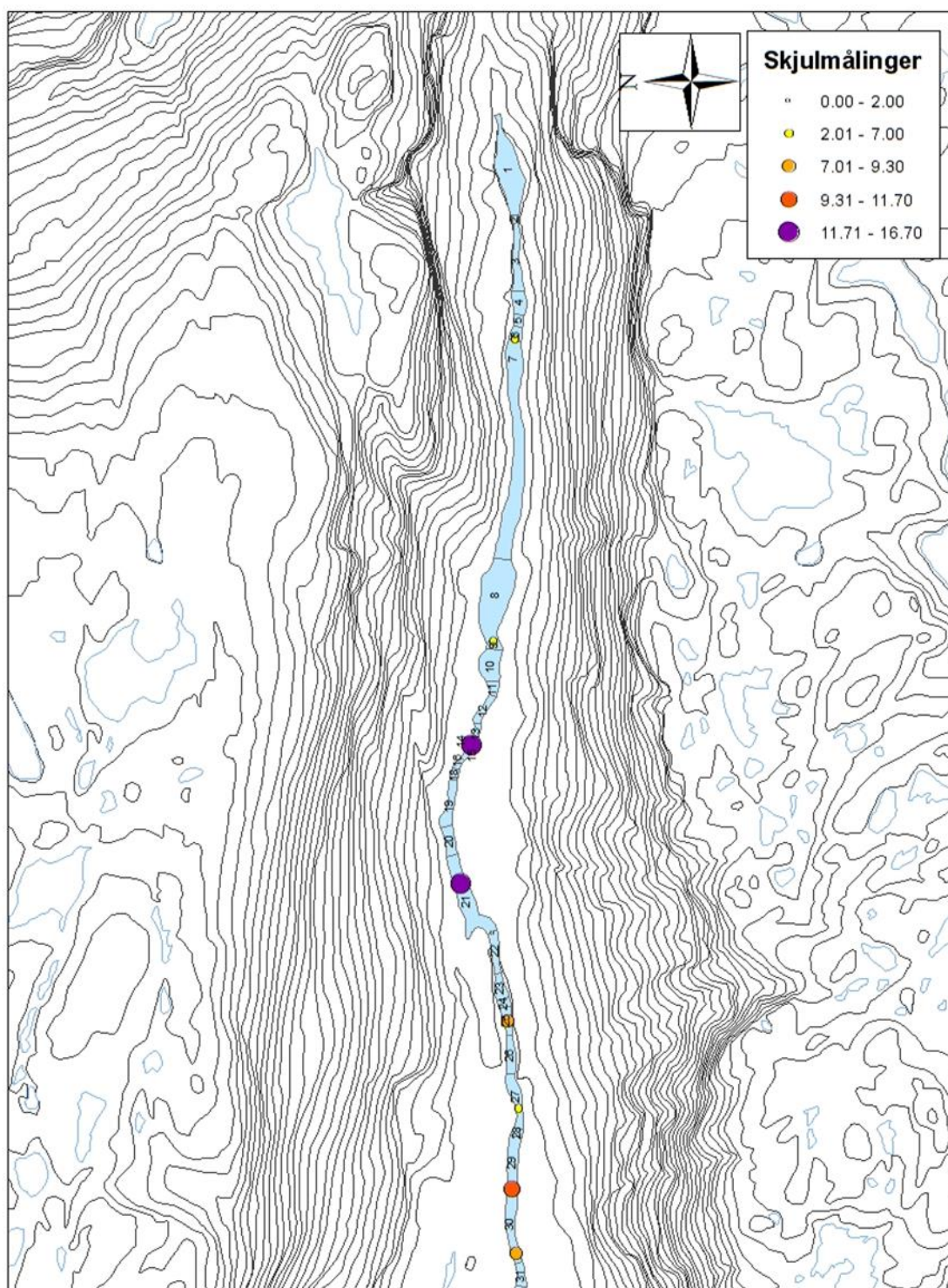
Ved å se på sammenhengen mellom forekomst av skjul og hvilken type substrat som dominerer, ser man at der substrattypene 2, 3 og 4 dominerer, er det også mest skjul (Figur 5). Disse områdene er gunstige som oppvekstområder, da de har tilstrekkelig med skjul for ungfisk, og utgjør 91,5 % av det totale arealet av anadrom strekning i Storåna (Tabell 3).



Figur 5. Forekomst av skjul (veid) ved de forskjellige typene av dominerende substrat (1 = sand (0 - 2 cm), 2 = grus/stein (2 - 12 cm), 3 = stein (12 - 35 cm), 4 = stor stein (> 35 cm), 5 = berg).

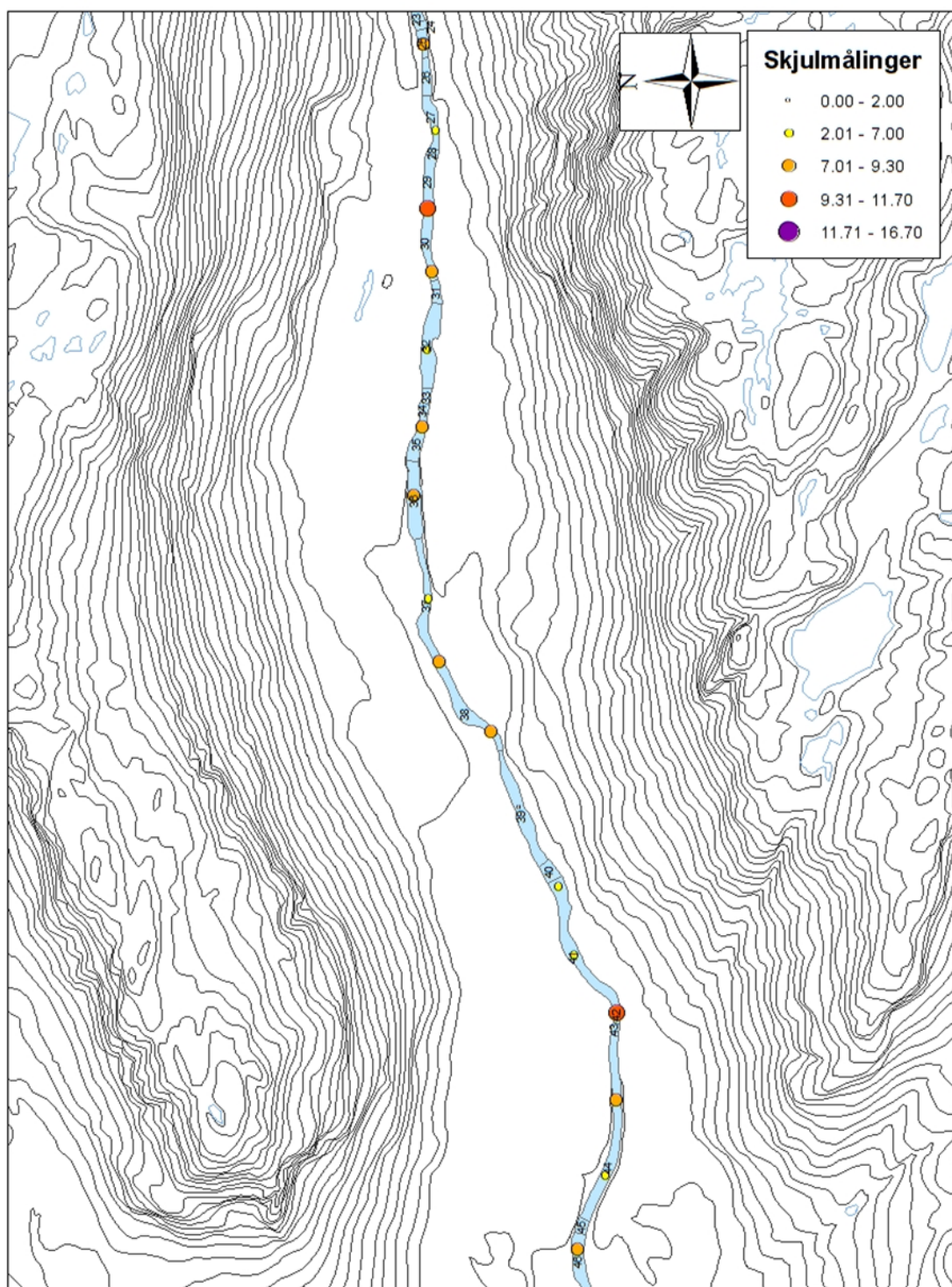
Tabell 3. Areal av de forskjellige substratkombinasjoner av dominerende (sub1) og subdominerende substrat (sub2). Substrat: 1 = sand (0 - 2 cm), 2 = grus (2 - 12 cm), 3 = stein (12 - 35 cm), 4 = stor stein (> 35 cm), 5 = berg.

sub1	sub2	Areal (m <sup>2</sup> )	% areal
1	3	9523	2,8
1	5	17879	5,3
2	3	20336	6,1
3	2	95164	28,4
3	4	84536	25,3
3	5	2674	0,8
4	1	17964	5,4
4	3	54488	16,3
4	5	31109	9,3
5	4	1068	0,3
<b>Totalt areal</b>		<b>334740</b>	

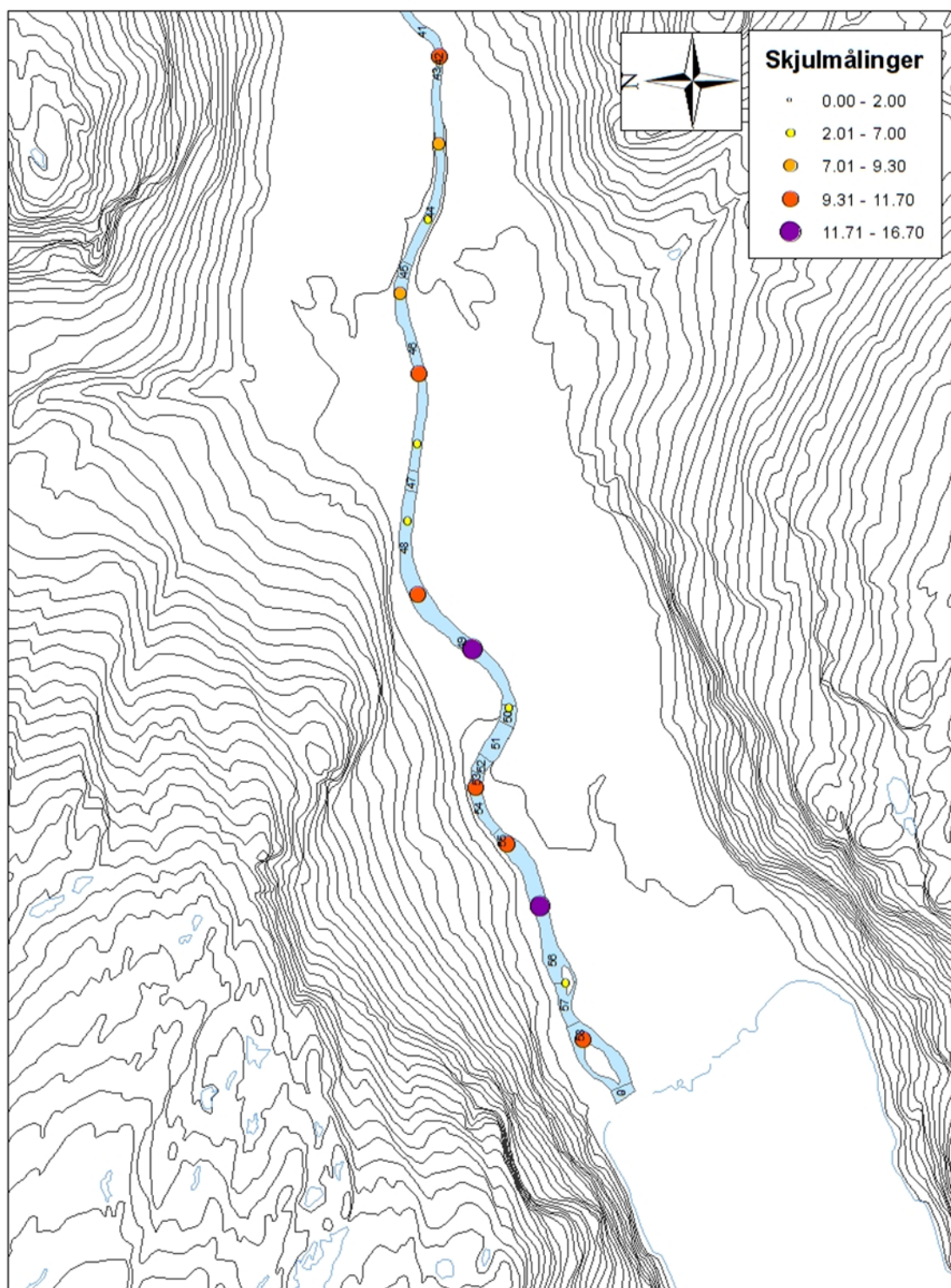


Figur 6. Skjulmålinger i øvre del av Storåna. Størrelse og farge på hver sirkel tilsvarer mengde skjul målt i området. Skjul ble målt hver 250 meter, der det var mulig. Skjul er uttrykt som gjennomsnittlig skjulmengde av alle målingene innenfor hver målestasjon og vektes på følgende måte:  $skjul1 + (skjul2 \times 2) + (skjul3 \times 3)$ .

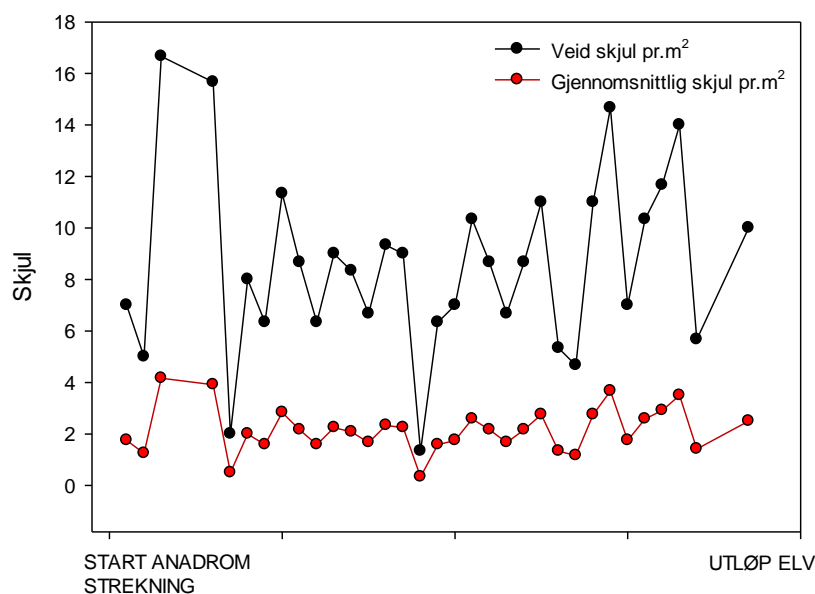




Figur 7. Skulmålninger i midtre del av Storåna. Størrelse og farge på sirkel tilsvarer mengde skjul målt i området. Skjul ble målt hver 250 meter, der det var mulig. Skjul er uttrykt som gjennomsnittlig skjulmengde av alle målingene innenfor hver målestasjon og vektes på følgende måte:  $skjul1 + (skjul2 \times 2) + (skjul3 \times 3)$ .



Figur 8. Skjulumålinger i nedre del av Storåna. Størrelse og farge på sirkel tilsvarer mengde skjul målt i området. Skjul ble målt hver 250 meter, der det var mulig. Skjul er uttrykt som gjennomsnittlig skjulmengde av alle målingene innenfor hver målestasjon og vektet på følgende måte:  $skjul1 + (skjul2 \times 2) + (skjul3 \times 3)$ .



Figur 9. Forekomst av skjul i Storåna. Skjul er uttrykt som gjennomsnittlig skjulmengde av alle målingene innenfor hver målestasjon (svart linje) og som gjennomsnittlig veid (etter skjulenes størrelse) skjulmengde (rød linje). Skjul vektet på følgende måte:  $skjul1 + (skjul2 \times 2) + (skjul3 \times 3)$ .

I en tidligere undersøkelse i elva Kvina ble sammenhengen mellom tetthet av eldre laksunger og antall og størrelse på skjul beregnet. Det ble vist en klar sammenheng mellom tilgangen til skjul og tettheten av eldre årsyngel (Bremset mfl. 2008), noe som også sammenfaller med tidligere studier (Finstad mfl. 2007). Det ble da beregnet at vekta skjul (Sv) kunne deles i tre kategorier; lite skjul (<5), middels skjul (5-10) og mye skjul (>10) (Bremset mfl. 2008). Av 33 målestasjoner i Storåna, hadde 3 lite skjul, 20 stasjoner hadde middels skjul og 10 stasjoner hadde mye skjul. Tilgangen på skjul antas ikke å være begrensende for produksjon av laks i Storåna.

## 2.3 Diskusjon

For å kunne beregne produksjonskapasiteten av laks i en elv, er det viktig å kunne forstå flaskehalsene for lakseproduksjon i den spesifikke elva. Sentralt i dette er å identifisere stadiet for bestandsregulering, det vil si å kartlegge hvilket livsstadium en mulig flaskehals er på. Slike flaskehalser er ofte forbundet med habitat i elva, og spesielt med tilgangen på skjul.

En stor del av arealet som utgjør laksevandrende strekning av Storåna er egnet som oppvekstområder for lakseyngel, med stor tilgang til hulrom som er viktig for overlevelse (Figur 6-8). Andelen gyteområder er mindre, men disse er jevnt fordelt i vassdraget og ansees ikke for å være en begrensende faktor for produksjon av lakseyngel, siden de ligger i nærhet til gode oppvekstområder. Det antas derfor at det ikke er noen flaskehals i oppvekstområder for ungfisk som vil påvirke produksjonen av laks i negativ retning.

# 3 Plan for reetablering

## 3.1 Erfaring fra tidligere utsetninger

Reetablering av laks i Mandalselva og Tovdalselva

NINA har tidligere vært involvert i reetableringsprosjekt i Mandalselva og i Tovdalselva (Johnsen mfl. 1999) og det har i disse elvene blitt plantet ut øyerogn i forbindelse med reetablering av laks. I Tovdalselva ble det i perioden 2000 til 2010 totalt plantet ut om lag 2,7 millioner rogn. I Mandalselva har tilsvarende planting pågått årlig siden 2003, og det er her fram til og med 2010, plantet ut 2,1 millioner rogn (Hesthagen 2011). I Tovdalselva gikk reetablering saktere enn forventet, noe som forklares med lave utsettingsmengder av rogn, i tillegg til dødelighet hos smolt som går gjennom kraftverk og feilvandring til Otra (Hesthagen 2010). I Tovdalselva ble det benyttet stamlaks fra Storelvstammen, mens det i Mandalselva i hovedsak ble benyttet stamfisk av Bjerkreimslaks. Generelt har eggoverlevelsen vært høy (> 80 %), bortsett fra årene 2007 og 2008 da overlevelsen var unormalt lav i Tovdalselva (53 % og 5 %), noe som trolig skyldtes at stamfisken hadde dårlig rognkvalitet. I 2009 og 2010 var eggoverlevelsen tilbake på et normalt nivå (> 80 %) (DN-notat 1-2011).

Resultatene fra disse reetableringsprosjektene har vist at rognplanting er et effektivt virkemiddel i arbeidet med å reetablere nye laksestammer, i tillegg er det en kostnadseffektiv metode, sammenlignet med utsetting av yngel (Hesthagen 2011).

### 3.2 Gytebestandsmål i Storåna

Ved estimering av gytebestandsmålet (GBM) beregnes gytebestanden (som kg hunner) ut fra informasjon om totalfangst, beskatningsrater (hvor stor andel av laksen som vandrer opp i vassdraget som blir fanget), samt andel hunner og størrelsesfordeling i bestanden. I tillegg sammenlignes den beregnede gytebestanden med gytebestandsmålet for å beregne måloppnåelsen (Anon. 2012). I Bjerkreimselva er GBM satt til 4 egg/m<sup>2</sup> (Hindar mfl. 2007; Anon. 2012) på bakgrunn av informasjon om fangster i Bjerkreimselva og kunnskap om andre elver i området. Betydelige deler av Bjerkreimselva har et høyt næringsinnhold, som bidrar til en høy produksjonskapasitet i elva. For Storåna som ikke har en bestand av laks, kan ikke GBM beregnes på grunnlag av fangststatistikk og det må tas derfor hensyn til andre indirekte parametre som skjultilgang og næringsforhold. Storåna ligger høyere opp i vassdraget og er mer næringsfattig enn mesteparten av Bjerkreimselva, og er tidvis på vinteren preget av forflytning av substrat. Vi antar derfor at et GBM på 2 egg/m<sup>2</sup> vil være mer korrekt for Storåna enn 4 egg/m<sup>2</sup> som i Bjerkreimselva og har gått ut i fra dette i våre beregninger av antall egg som skal utplasseres.

Ut fra generell kunnskap om laksefisk vet vi at områder der sand og berg dominerer som substrat (eller de i kombinasjon) er uegnede oppvekstområder for ungfisk, da det i disse områdene er svært liten tilgang til skjul. Slike områder er også dårlig egnet for gyting da det er lite tilgjengelig gytesubstrat. I Storåna er det totale vanndekte areal for lakseførende strekning tidligere beregnet til 357 000 m<sup>2</sup>, men dette arealet varierer med vannføringen. I undersøkelsen vår ble arealet beregnet til 334 740 m<sup>2</sup> ut fra bruk av elvestreng-polygon fra N50 000 serien (Norge Digital), noe som kan avvike fra vannførende areal. Det vil si at areal med gunstig oppveksthabitat (områder med skjul for ungfisk) utgjør 306 271 m<sup>2</sup>. Da er områder med dominerende substratklasse 2,3,4 i kombinasjon med subdominerende substratklasser 2,3,4 og 5 regnet som gunstige rekrutteringsområder (se kapittel 2.1.2 for nærmere beskrivelse av substratklasser).

Per i dag er det svært lite naturlig gyting som foregår i elva på grunn av til tider svært dårlig vannkvalitet (lav pH). Ut fra tidligere erfaring kan lakseelver raskt reetableres når vannkvaliteten blir god (DN-utredning 11-2011), men i tilfeller der dette har skjedd (som i Mandalselva) har det også vært satt ut rogn, noe som også anbefales i dette prosjektet inntil det er etablert en stabil gytebestand.

Gytelaks som skal opp i Storåna må passere ca. 25 km av Bjerkreimselva og det 15 km lange Ørdsdalsvatnet. Disse er ikke vandringshindere i seg selv, men det er mulig at den lange innsjøen kan forsinke oppvandringen og reetableringen om ikke laksen har en egen «drive» til å søke til Storåna. Mandalselva, som var et vellykket reetableringsprosjekt, har også flere stryk-områder og en mindre innsjø (Mannflåvann) og dette har ikke hindret en reetablering av elva.



I en undersøkelse av kalkede vassdrag som hadde mistet sin laksebestand, ble det funnet raskere reetablering der det var satt ut rogn (Hesthagen & Larsen 2003) enn der det ikke var gjort utsetninger. I 8 av 9 vassdrag ble det funnet laksunger året etter kalking, så utsetninger er muligens ikke påkrevd, men gjør reetableringsprosessen raskere.

Det er registrert et lavt innslag av rømt oppdrettslaks i Bjerkreimselva. I følge en rapport fra Rådgivende Biologer fra 2012 (Urdal 2012), var det i 2011 et innslag av rømt oppdrettslaks i skjellprøvene på 0,9 % (av 430 laks var det 4 oppdrettslaks). Tidligere års undersøkelser har også vist lavt innslag av oppdrettslaks i Bjerkreimselva, en svakhet med resultatene er imidlertid at de er basert på få prøver, særlig i perioden 2006-2008.

### 3.3 Plan for utsetningsvirksomheten

På bakgrunn av den fysiske kartleggingen har vassdraget blitt delt opp i forskjellige soner ut fra substrat (Figur 2, Figur 3 & og Figur 4). Utsetting av øyerogn bør gjøres i områder med dominerende substrat av klasse 2,3,4 i kombinasjon med sub-dominerende substrat 2,3,4 og 5, da det i disse områdene finnes tilstrekkelig skjul for laksunger (Figur 6, Figur 7 & Figur 8), noe som bedrer deres overlevelse og vekst. Øyerogn bør plasseres i områder av elva som man er sikre på ikke vil bli tørrlagt ved lav vintervannføring. En bør også unngå områder der det skjer utstrakt forflytning av substrat. Lokal kunnskap fra tidligere års utsetninger bør inngå i evaluering av utsettelseslokaliteter.

#### 3.3.1 Strategi for kultivering/utsetting

For at gytemoden laks skal vandre naturlig opp til Storåna, noe som ville være til det beste for seleksjonen på en fremtidig stamme i Storåna, er det viktig å legge til rette for naturlig gyting. Vi har derfor forslått to alternative utsetningsstrategier; 1) Sette ut rogn på gunstig areal i hele elva eller 2) Sette ut rogn i områder med gunstig oppvekstareal i øverste del av elva for ikke å skape negative konkurranseeffekter mellom avkom av naturlige gytere og avkom av stamfisk. Alternativ 2 er foreslått fordi det antas at gytemoden laks fra Bjerkreimsstammen vil vandre opp i Storåna etter oppstart av kalking og at det er sannsynlig at de da vil benytte den nederste strekningen av Storåna.

##### Alternativ 1: GBM på 2 egg/m<sup>2</sup> på kartlagt gunstig elveareal

Ut fra den fysiske kartleggingen er det beregnet at Storåna har et gunstig oppvekst- og gyteareal på 306 271 m<sup>2</sup>. Ved å benytte et GBM på 2 egg pr. m<sup>2</sup>, bør det da settes ut 612 541 egg. For å oppfylle et slikt GBM, trengs det en totalvekt av hunnlaks på 422 kg. Dette tilsvarer 169 hunnlaks, dersom man går ut fra en gjennomsnittsvekt for hunnlaks på 2,5 kg, basert på gjennomsnittsvekten i tidligere års fangster i Bjerkreimselva ([www.fangstrapp.no](http://www.fangstrapp.no), Peder Fiske, pers. medd.). Øyerogn bør plantes ut jevnt fordelt på strekningen fra seksjon 1 til seksjon 60, men kun i områder på kartet som er markert med fargene fra gul til mørkerød (ekskludere områder i farge blå og lilla), som er definert som gunstig substrat. Av de 60 seksjonene som er angitt, inneholder 55 av seksjonene et såkalt gunstig areal. Som Figur 5 viser, er det svært mye tilgjengelig skjul i områder der substrat av typen 2,3 og 4 dominerer.

##### Alternativ 2: GBM på 2 egg/m<sup>2</sup> på kartlagt gunstig elveareal i øvre deler av elva

Ut fra den fysiske kartleggingen er det beregnet at øvre deler av Storåna (fra UID 1-39, kartvedlegg 1) har et gunstig oppvekst- og gyteareal på 151 210 m<sup>2</sup>. For å oppnå et GBM på 2 egg pr. m<sup>2</sup>, bør det plantes ut 302 420 egg. Dette tilsvarer en totalvekt av hunnlaks på 209 kg, eller 83 hunnlaks (se forklaring av beregning i alternativ 1). Lakseførende strekning ble delt i to like deler, ut fra andel *gunstig areal* og ikke det totale arealet. Øyerogn bør plantes ut jevnt fordelt på strekningen fra seksjon 1 til 39, men kun i områder på kartet som er markert med fargene fra gul til mørkerød (ekskludere områder i farge blå og lilla), som er definert som gunstig substrat. Av de 39 seksjonene som er angitt, inneholder 35 av seksjonene et såkalt gunstig areal. Lokal kunnskap fra tidligere års utsetninger bør inngå i evaluering av utsettelseslokaliteter.



### 3.3.2 Evaluering av de forskjellige alternativene

Vi har regnet på to alternativer for hvilke type områder av elva som skal brukes ved rognutsetting. I alternativ 1 er det gjort beregninger der vi har gått ut fra hele det gunstige arealet av Storåna, mens det i alternativ 2 er gjort beregninger for øvre halvpart av det gunstige arealet. Grunnen til at alternativ 2 er foreslått, er at det ved en bedret vannkvalitet antas at en del av gytelaks som går opp i Ørdsalsvatnet, også vil gå videre opp i Storåna. En slik adferd har tidligere blitt påvist i forbindelse med bedring av vannkvalitet på grunn av kalking av sure vassdrag (DN-utredning 11-2011). Hovedmålet med kalkingen av Storåna er å etablere en laksestamme i vassdraget og det er derfor viktig å legge til rette for naturlig gyting. Ved ikke å sette ut rogn i nedre del av elva, vil man lett kunne sjekke ved hjelp av el-fiske om det har skjedd en naturlig gyting i området påfølgende høst. Dette gjelder spesielt første sesong etter at vannkvaliteten har bedret seg på grunn av oppstart av kalkdoserer. Hvis det i tillegg til naturlig gyting i området, settes ut rogn, vil dette kunne skape en konkurransesituasjon blant lakseyngel som kan redusere vekst og øke dødeligheten (Jonsson mfl. 1998). Vi foreslår derfor å følge en strategi i henhold til alternativ 2 i kapittel 3.3.1. Den første generasjonen av kultivert fisk som settes ut i Storåna etter kalking vil ha svært gode oppvekstforhold, grunnet lite konkurranse fra eldre årsklasser av laks. På grunn av dette er det mulig å gå ned i eggantall som beregnet i kapittel 3.3.1, men allikevel beholde den samme genetiske variasjonen ved å bruke et høyt antall stamfisk.

I tillegg til elfiske, vil det være nyttig om det også foretas gytefisk observasjoner (eller gytetrobserverasjoner) for å få en indikasjon på om det har foregått naturlig gyting i området og ut fra dette avgjøre om øyerogn skal plantes eller ikke påfølgende vår. El-fisket bør gjennomføres på sensommer/tidlig høst hvert år for å kontrollere og kvantifisere om det har skjedd en naturlig gyting. Ut i fra resultatene av ungfisk-og gytefisk-undersøkelser bør man evaluere kultiveringsvirksomheten for hvert år. Hvis det ikke skjer en naturlig reetablering av de nederste delene av Storåna innen de to første årene, bør det også plantes rogn i disse områdene i påfølgende år til man registrerer en naturlig gyting.

### 3.4 Utsetting av rogn/ungfisk

Bjerkreimsstammen har bygd seg kraftig opp de siste årene, slik at det skulle være enkelt å finne stamfisk for kultivering av Storåna nedstrøms i samme vassdrag. Resultatene fra tidligere reetableringsprosjektene har vist at rognplanting er et effektivt virkemiddel i arbeidet med å reetablere nye laksestammer. Rognplanting gir yngel som er lite påvirket av kultivering og det gir mulighet til en effektiv spredning av yngel.

På 2000-tallet ble NINAs forskningsstasjon på Ims benyttet til inkubering av rogn for reetableringsprosjektet i Mandalselva, der det ble benyttet Bjerkreimslaks som stamfisk, men på det nåværende tidspunkt (mars 2013) har ikke forskningsstasjonen på Ims Bjerkreimsstammen i sin beholdning. Hvis det eksisterende kultiveringsanlegget tilhørende Bjerkreimselva har kapasitet til å ta inn rogn for reetablering av Storåna, vil dette være en god løsning på grunn av nærheten til både Bjerkreimselva og Storåna. Klekkeriet har på nåværende tidspunkt (mars 2013) en kapasitet på 200 000 rogn, det vil si det mangler plass til 100 000 rogn for å bruke alternativ (kapittel 3.3.1). Kapasiteten kan imidlertid utvides, men det krever en investering i forbindelse med å utvide antall nivå/bakker for rogninkubering (Torill D. Gjedrem pers.medd). Et alternativ er å benytte NINA's forskningsstasjon på Ims, med transport stamfisk eller rogn fra Bjerkreimselva til forskningsstasjon. Lignende operasjoner har blitt foretatt tidligere i forbindelse med reetablering av Mandalselva der Bjerkreimsstammen ble brukt som stamfisk.

Rogn bør inkuberes på temperaturer som er mest mulig lik vanntemperaturregimet i Storåna, for å sikre at eggutviklingen er mest mulig lik det den ville vært i naturen. Temperaturen i klekkeriet og på flere lokaliteter i Storåna bør derfor loggføres. I tabell 2 er det oppgitt areal av hver seksjon som det ble gjort skjulmålinger i og det er gjort en beregning på antall rogn som bør plantes i henhold til et gytebestandsmål på 2 egg/m<sup>2</sup>. Dette er beregnet ut fra det gunstige arealet og er ment som en indikasjon på hvilke områder rogn bør plasseres. En befaring i for-

kant av utplassering av rogn der lokaliteter for utplassering bestemmes mer detaljert bør foretas. Elveeierlaget og den lokale avdelingen av Jeger- og Fiskerforbundet har erfaringer fra flere års utsetninger av rogn i Storåna. Dette er viktig bakgrunnskunnskap ved evaluering av utsetningslokaliteter i Storåna. Planting av rogn bør gjøres av ekspertise med erfaring fra rognplanting for å sikre en best mulig overlevelse. Dette er blant annet gjort i reetableringsprosjektet for laks på Sørlandet (Hesthagen 2011).

Momenter som bør følges ved kultivering

- Desinfisering med buffodin etter stryking og befruktning
- Plukke ut død rogn jevnlig
- Logge temperatur i klekkeri for å følge eggutvikling
- Sette ut rogn på øyerognstadiet, bruke perforerte kasser (Whitlock-Vibertbokser)
- Plassere boksene i områder som vist i Figur 3-6
- Plassere boksene i områder av elveseksjonen som ikke kan risikere tørrlegging ved lav vannføring (benytte hovedelvestrengen i Storåna)
- Unngå sidebekker der vannføring og vannkvalitet kan være uforutsigbar.

### 3.5 Genetikkbasert kultivering

Stamfisk som brukes for reetablering bør i størst mulig grad ha et genetisk opphav og en genetisk variasjon lik den opprinnelige populasjonen. For å oppnå dette er det viktig å velge riktig stamfisk og å benytte et tilstrekkelig antall stamfisk. Med molekylærgenetiske metoder er det mulig å oppnå en betydelig kontroll på den stamfisken som benyttes, både med tanke på bruk av riktig art (ekskludere hybrider mellom laks og ørret), stamfisk av riktig opphavsstamme, ekskludering av laks med oppdrettsbakgrunn og unnviking av krysninger mellom nært beslektede individer. Molekylærgenetiske metoder gjør det også mulig å identifisere utsatt laks fanget i elven og å spore stamfiskforeldrene til hver enkelt av disse fiskene. Det er dermed mulig å vurdere effekten av kultiveringstiltaket, både i form av hvor stor andel av den ville populasjonen som har opphav fra utsetninger i forhold til villprodusert laks og i hvilken grad man har lyktes i å opprettholde den genetiske variasjonen i populasjonen.

#### 3.5.1 Valg av stamfisk

Det er utviklet et sett av genetiske markører som skiller med 100 % sikkerhet mellom ørret og laks (Karlsson mfl. 2013 med referanser). Dette verktøyet kan benyttes til å ekskludere mulige hybrider mellom laks og ørret (samt ørret) blant potensielle stamfisk av laks. Genetisk testing av stamfisk gjøres rutinemessig for å velge den stamfisken som i størst mulig grad likner på den populasjonen man ønsker kultivere. Dette gjøres ved å benytte et referansemateriale, ofte bestående av historiske prøver som man antar representerer den opprinnelige stammen og sammenlikne den genetiske profilen til individer med denne og ekskludere laks som har liten sannsynlighet for å kunne ha opphav fra referansematerialet (Anon. 2010). Denne testen identifiserer og ekskluderer ikke nødvendigvis laks som har opphav fra kommersielle avlslinjer av laks (rømt oppdrettslaks og krysninger mellom rømt oppdrettslaks og villaks). For dette formålet har det blitt utviklet et spesielt genetisk verktøy som skiller mellom villaks og oppdrettslaks uavhengig av opphavspopulasjon (Karlsson mfl. 2011). Når stamfisk fanges i Bjerkreimselva foreslår vi at det tas skjellprøver som sendes til analysering før det gjøres krysninger.

#### 3.5.2 Krysningsregime

Stamfisken som benyttes bør i så stor grad som mulig representere den genetiske variasjonen i populasjonen. Foruten å ha et tilstrekkelig antall stamfisk (se nedenfor), så bør man også etterstrebe maksimering av den effektive bestandsstørrelsen ut fra det tilgjengelige antallet stamfisk. En effektiv måte å gjøre dette på er å unngå krysninger mellom nært beslektede individer og at det for hver ny generasjon av stamfisk som hentes fra elven, unngås bruk av laks som har opphav fra tidligere utsetninger. Med molekylærgenetiske metoder er det mulig å identifisere foreldre til utsatt fisk med tilnærmet 100 % sikkerhet (Jones & Ardren 2003, Renshaw mfl.

2006, Vandeputte mfl. 2006 & Taggart 2007), forutsatt at samtlige stamfisk som har blitt benyttet har en kjent genetisk profil. Laks som har opphav fra tidligere brukt stamfisk kan dermed ekskluderes, alternativt krysses med stamfisk som den ikke er beslektet med. Slektskap mellom par av individer kan også beregnes i fravær av potensielle foreldres genetiske profil (Wang 2004, Wang & Santure 2009). Ut fra disse beregningene kan krysninger mellom de minst beslektede individene foretas for å maksimere den genetiske variasjonen i utsatt fisk.

### 3.5.3 Sporing av utsatt fisk

Som nevnt over kan identifisering av foreldre til utsatt fisk utføres med tilnærmet 100 % sikkerhet (Jones & Ardren 2003, Renshaw mfl. 2006, Vandeputte mfl. 2006 & Taggart 2007). Disse teknikkene er meget godt egnet til å spore utsatt fisk tilbake til stamfiskforeldre og til å skille mellom naturlig produsert fisk og utsatt fisk (Tringali 2006, Karlsson mfl. 2008). Forutsatt at samtlige stamfisk som benyttes for å produsere fisk for utsetting har en kjent genetisk profil for et sett med genetiske markører, kan fisk som fanges i naturen identifiseres, eller ekskluderes som avkom til stamfisken. Dette betyr at så lenge den genetiske profilen til stamfisken er kjent, så er også samtlige avkom av disse «merket», uten å gjøre fysiske inngrep på fisken før utsetting. Foruten å kunne skille mellom utsatt og villprodusert fisk i naturen, identifiseres også familietilhørighet til den utsatte fisken. Dette gjør det mulig å følge overlevelse til hver enkelt familie og dermed undersøke i hvilken grad den genetiske variasjonen opprettholdes i utsettingene (Karlsson mfl. 2008).

### 3.5.4 Antall stamfisk

Stamfisken bør i så stor grad som mulig representere den genetiske variasjonen i populasjonen. Dette betyr at man bør samle in stamfisk som i mest mulig grad fanger opp variasjonen i populasjonen. Dette kan bety at man bør velge stamfisk i forskjellige deler av vassdraget, stamfisk som vandrer opp tidlig og sent, stamfisk av ulik kroppsstørrelse, stamfisk med ulike kjønnsmodnings tidspunkt, avhengig av hvorvidt man vurderer dette å være genetisk betingete egenskaper. Utsetninger av ett stort antall fisk som har opphav i et fåtall stamfisk kan føre til en reduksjon i genetisk variasjon i den naturlige bestanden («Ryman-Laikre effekt, Ryman & Laikre 1991). Hvor stor denne effekten forventes å være avhenger av hvor stor den effektive bestandsstørrelsen er i den naturlige populasjonen, andel utsatt fisk og den effektive bestandsstørrelsen til stamfisken (Ryman & Laikre 1991): Jo større andel fisk som settes ut i forhold til den naturlige bestandsstørrelsen desto fler stamfisk (eller større effektiv stamfisk bestandsstørrelse) er det nødvendig å benytte for å forhindre tap av genetiske variasjon som følge av kultivering. Hvor mange stamfisk som skall benyttes bør derfor vurderes for hvert enkelt kultiveringstiltak. Man bør imidlertid etterstrebe å bruke like mange, eller fler hanner som hunner. Ved første utsetting bør det særlig etterstrebes å ha så mange stamfisk som mulig, da første generasjonen av kultivert laks (etter kalking) vil danne et fundament for den videre utviklingen av populasjonen i Storåna.

Ideelt sett bør man ved første stamfisk krysning benytte minst 50 hunner og 50 hanner (etter genetisk testing) for sikre en god genetisk bredde. Den første årsklassen av laks som klekkes etter start av kalking vil ha spesielt gode oppvekstforhold med tanke på vekst og overlevelse siden det vil være lite konkurranse fra eldre årsklasser av laksunger og det er viktig at særlig denne årsklassen består av et betydelig antall stamfisk for å sikre en bred genetisk variasjon (se kapittel 3.5).

## 3.6 Plan for hvordan graden av måloppnåelse skal vurderes

Måloppnåelse for reetableringen vurderes blant annet ved å evaluere resultatet av utsettingene. For å kunne evaluere utsettingene er det nødvendig å kunne skille den utsatte fisken fra naturlig gytt laks i vassdraget ved genetisk merking (se kapittel 3.5). Kultiveringsutvalget anbefaler at all kultivert fisk skal kunne identifiseres for å kunne foreta en evaluering av kultiverings tiltaket. Utvalget anbefaler også at all utsetting av fisk følges opp med krav om dokumentasjon av måloppnåelse (Skår mfl. 2011).

Ungfiskundersøkelser på et utvalg lokaliteter i vassdraget (se kapittel 3.9.1), i kombinasjon med gytefisktellinger, vil kunne gi et godt grunnlag for å evaluere resultatet av utsettingene og for å se på forholdet mellom utsatt fisk og villfisk. Innsamlet materiale vil i tillegg gi informasjon om alder og vekst hos ungfisken. Ved å kombinere dette med genetisk merking av stamfisk, vil den utsatte fisken også kunne identifiseres når den kommer tilbake til vassdraget som voksen laks. Utvikling i bestanden bør følges opp med el-fiske av faste stasjoner i elva hver høst, der ungfisk aldersbestemmes og vevs- og skjell-prøver tas for bestemmelse av alder og bakgrunn (kultivert, vill eller oppdrett).

Det er også viktig at andre kultiveringstiltak som settes inn i forbindelse med reetableringen må kunne evalueres. Dette må vurderes nærmere i hvert enkelt tilfelle.

### **3.7 Kriterier for avslutning av kultiveringen**

Viktige kriterier som bør inngå i avgjørelsen om avslutting av kultivering er blant annet hvordan utviklingen av lakseproduksjon er i Storåna og graden av oppnåelse av GBM i løpet av kultiveringsperioden. Det etablerte laksestammen bør ha en bærekraftig ungfisk- og smoltproduksjon og et stort nok antall returnerende gytefisk, som kan opprettholde GBM etter de kriterier som brukes av Vitenskapelig råd for lakseforvaltning (Anon. 2012), dvs. at gytebestandsmålet er oppnådd 3 av 4 år, eller at det er gjennomsnittlig 75 % måloppnåelse.

Kultiveringen kan avsluttes når forventet tetthet av 0+ og eldre laksunger er tilnærmet lik den man kan forvente ut fra en GBM på 2 egg /m<sup>2</sup>. Kriterier for under hvilke omstendigheter kultiveringen skal avsluttes må utarbeides i samarbeid med lokale interesser. Når egenproduksjonen av voksen laks er stor nok, bør også fisketrykket i Storåna være en del av vurderingen.

### **3.8 Hva som skal gjøres når målet er nådd**

Målet med kultiveringen bør være å oppnå en forventet tetthet av laksunger med grunnlag av måloppnåelse av et GBM på 2 egg/m<sup>2</sup>. Da bør tettheten av laksunger overvåkes for å se om den holder seg stabil over år. På strekninger hvor tettheten er lavere, kan man eventuelt supplere med utsettinger.

Når målet er nådd er det viktig å fortsette overvåkingen av vassdraget i form av ungfiskundersøkelser, innsamling av skjellprøver og fangststatistikk for å sikre at målsettingen opprettholdes for ulike deler av vassdraget og for å kontrollere utviklingen av laksestammen som etableres.

## **3.9 Videre oppfølging**

### **3.9.1 Ungfiskundersøkelser**

Vi foreslår å gjennomføre årlig ungfiskundersøkelser ved bruk av el-fiske, etter start av reetablering. En slik undersøkelse bør gjøres på sensommeren eller tidlig høst hvert år på flere lokaliteter i Storåna for å få en oversikt over overlevelse av utsatt rogn, spredning av yngel og naturlig gytt laks. Dette er data som må inngå i den videre reetableringsstrategien for Storåna og som må inngå i beregningene av utsatt rogn for hvert år av kultivering. Elfiske er også nødvendig for å kunne samle inn materiale (vevsprøver) til genetisk test av yngel for bestemmelse av opphav (vill, kultivert eller oppdrettsyngel). El-fisket foreslås å fordeles over ca. ti stasjoner, 1 stasjon pr km. I den nedre del av elva, hvor det ikke skal plantes rogn i første omgang, bør elfiskestasjonene være i nærheten av områder med gunstig habitat/gytegrus, siden formålet med elfisket er å undersøke om det forgår naturlig gyting i området. I de øvre delene bør stasjoner plasseres så jevnt fordelt over strekningen som mulig, men i nærhet til områder der det er plantet ut rogn. Hvert elfisketransekt bør være minimum 100m<sup>2</sup> og hvis mulig bør det gjennomføres et elfiske etter utfiskemetoden (Zippins 1958; Bohlin mfl. 1989) på tre av de ti stasjonene. Dette forutsetter at det er nok fisk på stasjonen som elfiskes, for å få et godt fangbarhetsestimert. Hvilke stasjoner dette bør gjennomføres på bør det derfor tas en avgjørelse på under feltarbeidet.

Ved første elfiske etter utsetting av rogn er formålet å estimere vekst og overlevelse av lakseyngel, samt dokumentere om det har skjedd naturlig gyting i nederste del av Storåna. Lakseyngel som fanges ved elfiske, lengdemåles før de slippes ut i elva igjen. I området hvor det har blitt satt ut rogn, bør det samles vevsprøver av yngel for genetikktest for å fastslå om det er enkelte familier som dominerer årsklassen. Det bør i de øverste delene etterstrebtes å ta vevsprøver av minimum 1000 individer (finneklipp), så jevnt som mulig fordelt over stasjonen, som det i etterkant kan gjøres en trinnvis genetisk analyse av, for å spore familietilhørighet. Ved dette menes at man starter med å analysere et par hundre individer for å få en oversikt over materialet og hvis nødvendig analyseres det flere individer trinnvis. I den nederste delen av Storåna har man ikke informasjon om foreldre til yngel, men det kan også her samles inn vevsprøver for genetikktest av opphav med tanke på om det stammer fra villfisk eller oppdrett. Etter hvert vil det være av interesse å teste yngel på hele strekningen for familietilhørighet, da vi regner med at avkom av kultivert laks vil returnere til Storåna for å gyte, i tillegg til at noen vil bli kjønnsmodne som parr.

### 3.9.2 Genetikk og skjellprøver

Vi foreslår at ta vevsprøver av all stamfisk og opprette en genetisk profil av disse for et sett med genetiske markører (mikrosatellitter). Effekt og utvikling av utsettinger på bestanden av laks i Storåna foreslår vi undersøkt ved å undersøke andeler av villprodusert og utsatt fisk over flere påfølgende år med utsettinger. I de første årene med utsettinger foreslår vi innsamling av ungfisk. Senere anbefaler vi også å ta skjellprøver av tilbakevendende gytefisk, slik at andelen utsatt fisk kan beregnes gjennom hele livssyklusen.

## 3.10 Oppsummering av plan for reetablering

- Stamfisk bør ideelt sett tas på ulike tidspunkt i oppvandringstiden og på ulike lokaliteter, for å sikre en størst mulig variasjon (kapittel 3.5). Dette kan vanskeliggjøres av praktiske hensyn, som mangel på oppbevaringsplass for stamfisk og mulighet til å fange stamfisk i forskjellige deler av elva. Det viktigste momentet for å sikre genetisk variasjon er derfor gjøre genetikktester av stamfisk før stryking for å kunne sikre genetisk variasjon i de krysninger som lages (kapittel 3.5).
- Ved å bruke minst 50 hunner og 50 hanner i krysninger (etter genetisk test) vil man sikre en god genetisk bredde. Dette er særlig viktig for den første generasjonen av kultivert laks som settes ut da den vil danne grunnlaget laksepopulasjonen i Storåna (kapittel 3.5).
- Det bør gjennomføres gytefisktellinger eller gytegroptellinger for å observere om det er naturlig gytende laks i elva.
- På øyestadiet settes øyerogn ut i øverste del av elva (se kapittel 3.3)
- Lokalitetene velges ut fra kartlegging av substrat og tidligere erfaring fra rognutsettinger. Et viktig moment er at det er god spredning på utsettings-lokalitetene, for å skape best mulig oppvekstforhold for yngelen (ikke for stor tetthet innenfor et begrenset område, da dette vil skape konkurranse om skjul og mattilgang).
- El-fiske foretas årlig på faste stasjoner i elva på sensommeren eller tidlig høst for å beregne vekst og overlevelse av lakseyngel, og om den stammer fra kultivering (stamfisk) eller villaks (naturlig gytt rogn) (kapittel 3.9.1).
- Hvis det ikke har forekommet naturlig gyting (og dette er dokumentert både gjennom gytefisktelling og ungfiskundersøkelser/genetiske tester) anbefales det å sette ut rogn i nederste del av Storåna også det påfølgende året.
- Gytefisktelling eller gytegroppregistrering i kombinasjon med ungfiskundersøkelser anbefales årlig inntil naturlig gyting er etablert i elva. Hvis det etter hvert skjer utstrakt naturlig gyting anbefales det uansett å gjøre årlige ungfiskundersøkelser for å følge utviklingen av den reetablerte laksepopulasjonen.
- Etter hvert som en bestand etablerer seg i området bør kultivering reduseres og dette er en prosess som må følges opp og evalueres årlig. Antall rogn som settes ut må beregnes ut fra ut fra ungfisktetthet og hvilken avstamning de har (kultivert/vill).

## 4 Konklusjon

Storåna er et vassdrag med stort potensial for reetablering av en levedyktig laksestamme, gitt at vannkvaliteten blir bedret. Et slikt tiltak er allerede påbegynt på da en kalkdoserer er planlagt igangsatt ovenfor anadrom strekning i Storåna i løpet av 2013. Kalkdosereren bygges av Bjerkreim kommune med støtte fra Direktoratet for naturforvaltning/Fylkesmannen i Rogaland. Storåna har mange gode oppvekstområder for laksunger og store deler av elvearealet har en substratttype som gir godt med tilgjengelig skjul for laksunger.

Vi foreslår en plan for utsetting, der øyerogn settes ut, ved bruk av stamfisk fra Bjerkreimselva. Det anbefales å sette ut øyerogn i øvre del av det gunstige arealet for ungfisk i Storåna for å tilrettelegge også for en naturlig reetablering som vi tror vil skje ved en bedret vannkvalitet. Kultiveringen for reetablering av Storåna bør følge prinsippene for dokumentasjon og evaluering slik de kan utføres med genetisk basert kultivering.

Det er viktig å sikre en god overvåking av vassdraget i form av ungfiskundersøkelser, innsamling av skjellprøver og fangststatistikk, både under kultiveringsarbeidet, men også når målsettingen er oppnådd for ulike deler av vassdraget. Dette bør gjøres for å kontrollere utviklingen av laksestammen som etableres i Storåna.

Måloppnåelse vurderes i forhold til et gytebestandsmål på 2 egg/m<sup>2</sup> og etter samme prosedyrer som brukes av Vitenskapelig råd for lakseforvaltning, der gytebestandsmålet er oppnådd 3 av 4 år, eller gjennomsnittlig 75 % måloppnåelse.

## 5 Referanser

- Anon. 2010. Status for norske laksebestander i 2010. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr. 2, 213 s.
- Anon. 2012. Vedleggsrapport med vurdering av måloppnåelse for de enkelte bestandene. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 4b, 599 s.
- Borsanyi, P, K. Alfredsen, A. Harby, O. Ugedal og C. Kraxner (2004). A Meso-scale habitat classification method for production modelling of Atlantic salmon in Norway. *Hydroecologie Applique*, Vol. 14, no 1., pp. 119-138.
- Bremset, G., Forseth, T., Ugedal, O. og Gjemlestad, L. J. 2008. Potensial for produksjon av laks i Kvinavassdraget. Vurdering av tapsfaktorer og forslag til kompensasjonstiltak. NINA Rapport 321. 38s.
- Direktoratet for naturforvaltning, 2010. Kalking i laksevassdrag. DN-Notat 1-2012
- Direktoratet for naturforvaltning, 2010. Kalking i laksevassdrag. Effektkontroll i 2010 Sammendragsrapport. Notat 3-2011
- DN utredning 7-2010. Etablering av nye laksestammer på Sørlandet
- Finstad, A.G., Einum, S., Forseth, T., og Ugedal, O. 2007. Shelter availability affects behaviour, size-dependent and mean growth of juvenile Atlantic salmon. *Freshwater Biology* **52**, 1710-1718.
- Finstad, A.G., Einum, S., Ugedal, O. og Forseth, T. 2009. Spatial distribution of limited resources and local density regulation in juvenile Atlantic salmon. *Journal of Animal Ecology* **78**, 226-235.
- Hesthagen, Trygve, redaktør. 2011. Reetablering av laks på Sørlandet. Årsrapport for reetableringsprosjektet 2010. Notat 1-2011.
- Hesthagen, Trygve, redaktør. 2010. Etablering av nye laksestammer på Sørlandet. Erfaringer fra arbeidet i Mandalselva og Tovdalselva etter kalking. DN-utredning 7-2010
- Johnsen B. O., Nøst T., Møkkelgjerd P. I. og Larsen B. M. 1999. Rapport for Reetableringsprosjektet: Status for laks i kalkede vassdrag. NINA Oppdragsmelding 582: 1 - 79.
- Jonsson, N., Jonsson, B. og Hansen, L. P. (1998). Density-dependent and density-independent relationships in the life cycle of Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Journal of Animal Ecology* **67**, 751-762.
- Jones, A. G. og Ardren, W. R. 2003. Methods of parentage analysis in natural populations. *Molecular Ecology* **12**: 2511-2523.
- Kaste, Ø. 1998. Bjerkreimvassdraget. Vannkjemi. I: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1997. DN-Notat nr. 3-1998: 177-178.
- Karlsson, S., Saillant, E., Bumguardner, B. W., Vega, R. R., og Gold, J. R. 2008. Genetic identification of hatchery-released Red Drum in Texas bays and estuaries. *North American Journal of Fisheries Management* **28**(4): 1294-1304.
- Karlsson, S., Moen, T., Lien, S., Glover, K. og Hindar, K. 2011. Generic genetic differences between farmed and wild Atlantic salmon identified from a 7K SNP-chip. *Molecular Ecology Resources* **11** (Suppl 1): 247-253.
- Karlsson, S., Hagen, M., Eriksen, L., Hindar, K., Jensen, A. J., Garcia de Leaniz, C., Cotter, D., Gudbergsson, G., Kahilainen, K., Romakkainiemi, A. & Ryman, N. 2013. A genetic marker for the maternal identification of Atlantic salmon X brown trout hybrids. *Conservation Genetics Resources* **5**(1): 47-49.
- Kroglund, F., Rosseland, B.O., Teien, H.C., Salbu, B., Kristensen, T., og Finstad, B. 2008. Water quality limits for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) exposed to short term reductions in pH and increased aluminum simulating episodes. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* **12**(2): 491-507.
- Ledje, U.P. og Lura, H. 2002. Utbygging av Bjerkreimsvassdraget – naturinngrep, miljøregnskap for laks og utslipp til luft. – Ambio Miljørådgivning AS, rapport 25403-1: 1 – 34 + vedlegg.

- Lund, R. A: og Johnsen B. O. 2007. laks –og sjørretbestanden i regulerte Bævre, Møre og Romsdal. Undersøkelser i 2005 og 2006. NINA Rapport 267. 98s.
- Lura, H. 2004. Potensialet for lakseproduksjon ved kalking av Storåna i Ørdsalen. – Ambio Miljørådgivning AS. Rapport nummer 10016-1: 1 – 19.
- Molversmyr, Å., T. Tyvold, S. Sanni, T. Bremnes og R. Romstad, 1990. Bjerkreimsvassdraget. Tilstand og resipientegenskaper. *Rogalandforskning, rapport RF-39/90*.
- Renshaw, M. A., Saillant, E., Broughton, R. E., og Gold, J. R. 2006. Application of hypervariable genetic markers to forensic identification of “wild” from hatchery-raised red drum, *Sciaenops ocellatus*. *Forensic Science International* 156: 9-15.
- Ryman, N. og Laikre, L. 1991. Effects of supportive breeding on the genetically effective population size. *Conservation Biology* 5: 325-329.
- Sivertsen, A. 1989. Forsuringstruede anadrome laksefiskbestander og aktuelle mottiltak. - NINA Utredning 010, 28 s.
- Skår, K., Barlaup, B., Bremset, G., Dyrendal, H.A., Limstrand, R. og Wennevik, V. 2011. Innstilling fra utvalg om kultivering av anadrom laksefisk. – DN-utredning 11-2011: 1 – 48.
- Urdal, K. 2012. Skjelprøvar frå Rogaland 2005-2011. Vekstanalysar og innslag av rømt oppdrettslaks. Rådgivande biologer rapport 1564. 35s.
- Taggart, J. B. 2007. FAP: an exclusion-based parental assignment program with enhanced predictive functions. *Molecular Ecology Notes* 7: 412-415.
- Tringali, M. D. 2006. A Bayesian approach for the genetic tracking of cultured and released individuals. *Fisheries Research* 77: 159-172.
- Vandeputte, M., Mauger, S., og Dupont-Nivet, M. An evaluation of allowing for mismatches as a way to manage genotyping errors in parentage assignment by exclusion. *Molecular Ecology Notes* 6: 265-267.
- Walseng, B. 1998. Bjerkreimsvassdraget. I Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter i 1997, Bjerkreimsvassdraget. - DN-notat 1998-3, s 173 - 209.
- Wang, J. 2004. Reconstruction from genetic data with typing errors. *Genetics* 166: 1963-1979.
- Wang, J. og Santure, A. W. 2009. Parentage and sibship inference from multilocus genotype data under polygamy. *Genetics* 181: 1579-1594.



2013

ISSN:1504-3312  
ISBN: 978-82-426-2559-5