

681

OPPDRAKSMELDING

Tiltaksplan for reetablering av laks i Nidelva (Arendalsvassdraget)

Ola Ugedal
Anders Lamberg
Eva B. Thorstad
Bjørn Ove Johnsen



NINA • NIKU

NINA Norsk institutt for naturforskning

Tiltaksplan for reetablering av laks i Nidelva (Arendalsvassdraget)

Ola Ugedal
Anders Lamberg
Eva B. Thorstad
Bjørn Ove Johnsen

NINA•NIKUs publikasjoner

NINA•NIKU utgir følgende faste publikasjoner:

NINA Fagrapport

NIKU Fagrapport

Her publiseres resultater av NINAs og NIKUs eget forskningsarbeid, problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, og litteraturstudier. Rapporter utgis også som et alternativ eller et supplement til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig.

Opplag: Normalt 300-500

NINA Oppdragsmelding

NIKU Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA og NIKU gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. I tillegg til de emner som dekkes av fagrapportene, vil oppdragsmeldingene også omfatte befæringsrapporter, seminar- og konferanseforedrag, årsrapporter fra overvåkningsprogrammer, o.a.

Opplaget er begrenset. (Normalt 50-100)

NINA•NIKU Project Report

Serien presenterer resultater fra begge instituttenes prosjekter når resultatene må gjøres tilgjengelig på engelsk. Serien omfatter original egenforskning, litteraturstudier, analyser av spesielle problemer eller tema, etc.

Opplaget varierer avhengig av behov og målgrupper.

Temahefter

Disse behandler spesielle tema og utarbeides etter behov bl.a. for å informere om viktige problemstillinger i samfunnet. Målgruppen er "almenheten" eller særskilte grupper, f.eks. landbruket, fylkesmennenes miljøvern-avdelinger, turist- og friluftlivskretser o.l. De gis derfor en mer populærfaglig form og med mer bruk av illustrasjoner enn ovennevnte publikasjoner.

Opplag: Varierer

Fakta-ark

Hensikten med disse er å gjøre de viktigste resultatene av NINA og NIKUs faglige virksomhet, og som er publisert andre steder, tilgjengelig for et større publikum (presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivåer, politikere og interesserte enkeltpersoner).

Opplag: 1200-1800

I tillegg publiserer NINA og NIKU-ansatte sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler, gjennom populærfaglige tidsskrifter og aviser.

Ugedal, O., Lamberg, A., Thorstad, E.B. & Johnsen, B.O. 2001. Tiltaksplan for reetablering av laks i Nidelva (Arendalsvassdraget). - NINA Oppdragsmelding 681: 1-34.

Trondheim, februar 2001

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1205-6

Forvaltningsområde:

Naturinngrep

Impact assessment

Rettighetshaver ©:

Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning

NINA•NIKU

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Torbjørn Forseth

NINA•NIKU, Trondheim

Design og layout:

Synnøve Vanvik

Sats: NINA•NIKU

Kopiering: Norservice

Opplag: 150

Kontaktadresse:

NINA•NIKU

Tungasletta 2

7485 Trondheim

Tel: 73 80 14 00

Fax: 73 80 14 01

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 13184 Tiltaksplan Nidelva

Ansvarlig signatur:



Oppdragsgiver:

Aust-Agder Energi Produksjon AS

Referat

Ugedal, O., Lamberg, A., Thorstad, E.B. & Johnsen, B.O. 2001. Tiltaksplan for reetablering av laks i Nidelva (Arendalsvassdraget). -NINA Oppdragsmelding 681: 1-34.

Denne tiltaksplanen består av to deler: en fysisk del og en biologisk del. I den fysiske delen vurderes hvilke fysiske tiltak som må til for å legge til rette for en selvreproduserende laksestamme i elva. Siden vassdraget har et konsesjonspålagt minstevannføringsregime vil det hovedsakelig bli lagt vekt på habitatforbedrende tiltak og tiltak som kan bedre fiskens vandringsmuligheter. I den biologiske delen vurderes hvordan man best legger til rette for en reetablering av en selvreproduserende laksestamme i vassdraget. Videre vurderes behovet for ulike fiskeforsterkningstiltak (f.eks. utsettinger) i en reetableringsfase. Våre vurderinger og anbefalinger er gjort under forutsetning av at vassdraget kalkes opp til et vannkvalitetsnivå som er tilstrekkelig for laks.

Tiltaksplanen inneholder en beskrivelse av vassdraget fra Helle til Bøylefoss med hensyn på egnede områder for gyting og oppvekst av laks framskaffet ved to befaringer. Hele strekningen ble befart i forbindelse med utarbeiding av revidert kalkingsplan for vassdraget. Under arbeidet med tiltaksplanen ble det gjennomført en befaring av minstevannføringsløpet mellom Helle og Rygene for på en bedre måte kunne angi produksjonspotensialet for laks på denne strekningen. Vurderingen av arealer egnet for gyting og oppvekst tjener også som et viktig grunnlag for å vurdere aktuelle områder for habitatforbedrende tiltak.

Vi har vurdert Nidelvas produksjonspotensiale for laks på to forskjellige måter; 1) ved å anslå tilgjengelige arealer for gyting og oppvekst, og 2) ved å anslå hvor stort produksjonstap de ulike inngrepene i forbindelse med kraftutbygging kan ha medført. Begge måtene indikerer at Nidelvas produksjonspotensiale for laks er sterkt redusert som følge av inngrep i vassdraget. Potensialet synes imidlertid så stort at det er grunnlag for en levedyktig laksebestand i vassdraget hvis vannkvaliteten er god nok.

Nidelva kan deles i tre deler som må behandles ulikt med hensyn på fysiske tiltak for reetablering av laks. Elva fra **Helle til Rygene dam** har en svært redusert vannføring etter regulering. I tillegg er store deler av arealet stilleflytende på grunn av terskelbygging. Elva fra **Rygene dam til Eivinstad dam** er i dag tilgjengelig for oppvandrende laks, men er påvirket av kraftverksdammene og muligens også av endret vannføringsregime i vassdraget som helhet. Elva fra **Eivinstad dam til Bøylefoss kraftverk** er i dag ikke tilgjengelig for oppvandrende laks.

Vi har i denne rapporten vurdert hver av de tre delene med referanse til to hovedtyper fysiske tiltak:

- 1) Gjenskape tapt laksehabitat gjennom:
 - a) Konstruksjon av nye gyteområder,
 - b) konstruksjon av nye oppvekstområder med skjulmuligheter,
 - c) generell økning av vannføringen og
 - d) lokal økning av vannhastigheten langs bunnen.
- 2) Forbedring av laksens vandringsveier i elva for å legge til rette for:
 - a) Oppvandring av kjønnsmoden laks og
 - b) nedvandring av smolt (og utgytt laks).

Rapporten gir en vurdering av tiltak og mulige effekter av disse på hver av de tre ulike strekningene.

Nidelva synes å ha en sterkt nedsatt produksjonsevne for laks selv om vannkvaliteten bedres til akseptabelt nivå. For å få en sterkest mulig selvreproduserende stamme i elva er det derfor viktig at alle opprinnelige elveavsnitt som var tilgjengelig etter hvert tas i bruk. Videre er det også viktig at produksjonspotensialet fullt utnyttes på de strekninger hvor det idag er redusert som følge av kraftutbygging og inngrep. Det bør derfor etter vår mening satses på tiltak i alle elvas deler. På bakgrunn av denne vurderingen har vi foreslått følgende 8 tiltak i prioritert rekkefølge:

- 1) Kontinuerlig evaluering og forbedring av laksens passasje inn i og gjennom trappa ved Rygene inntil denne fungerer tilfredstillende.
- 2) Fortsette utprøvingen av lokkeflommer i minstevannføringsløpet og evaluere disse lokkeflommenens betydning for oppgangen av laks.
- 3) Konstruksjon av 4 gyteområder på strekningen Helle-Rygene.
- 4) Forbedring av ungfiskhabitat på strekningen Blakstad-Froland kirke.
- 5) Vurdering av behov for tiltak i forbindelse med utvandring av fisk ved Rygene dam.
- 6) Omforming av elveleiet ved tunnelutløpet ved Helle slik at det blir lettere for laksen å finne minstevannføringsløpet.
- 7) Vurdere manøvrering av Eivinstad kraftverk i forbindelse med smoltutgang.
- 8) Bygging av laksetrapp/laksesluse i Eivinstad dam.

Begrunnelsen for denne prioriteringen er:

- Laksens oppvandring i nedre deler av Nidelva kan være en flaskehals for reetablering av laks i vassdraget. Den største flaskehalsen kan være ved Helle hvor laksen stopper utenfor kraftverksutløpet. Tiltak for å bedre oppvandringen i minstevannføringsløpet er derfor viktig. Vi prioriterer likevel tiltak ved Helle noe ned på lista fordi problemets omfang er usikkert, tiltaket er kostbart og effekten vanskelig å forutsi. Vi har idag en ikke ubetydelig oppgang av fisk gjennom minstevannføringsløpet. De beste gyte- og oppvekstområdene er ovenfor Rygene og det er derfor svært viktig at den fisken som har vandret opp minstevannføringsløpet også passerer det siste

vandringshindret på strekningen. Vi prioriterer derfor tiltak ved Rygene øverst. Lokkeflommer virker sannsynligvis stimulerende på laksens oppgang gjennom minstevannføringsløpet. Forsøkene med lokkeflommer bør fortsette og en bør forsøke å evaluere betydningen av slike flommer. Dette tiltaket bør også ha høy prioritet.

- Det er i dag tilstrekkelig med gytefisk i minstevannføringsløpet, men arealet av egnede gyteområder synes svært små. Minstevannføringsløpet har et restpotensiale for smoltproduksjon (om enn lite). Dette restpotensialet kan utnyttes ved et relativt billig tiltak som derfor prioriteres høgt.
- De beste gyte- og oppvekstområdene i Nidelva ligger i dag øverst på strekningen Rygene-Eivindstad. Potensialet for habitatrestaurerende tiltak som kan øke ungfiskproduksjonen er også størst på denne strekningen. Tiltaket om å forbedre ungfiskhabitat på strekningen Blakstad-Froland kirke prioriteres derfor høgt selv om kostnadene kan være store.
- Vi mener at vandringsveier for oppvandrende laks og nedvandrende smolt på de nedre deler av vassdraget bør prioriteres foran vandringsveier øverst i vassdraget. En forutsetning for at potensialet i de øvre deler av vassdraget skal kunne utnyttes er at vandringsveiene nederst i vassdraget fungerer. Vi prioriterer derfor tiltakene for fiskevandring forbi Eivindstad dam nederst på vår liste.

Vi har vurdert behovet for utsettinger av rogn eller ulike stadier av ungfisk i forbindelse med reetablering av laks i Nidelva. Vurderingen er gjort hver for seg for de tre strekningene elva naturlig kan deles inn i. Vi anser det ikke nødvendig med utsettinger på strekningen Helle-Rygene. På strekningen Rygene-Eivindstad er oppgangen av gytefisk sannsynligvis for liten per i dag til at oppvekstområdene som er der fullt ut kan tas i bruk. Med mindre oppgangen av gytefisk avtar dramatisk er det ikke nødvendig med utsettinger for å få en reetablering av laks, men reetableringen kan skje raskere ved utsettinger. Hvis en velger å ta i bruk strekningen Eivindstad-Bøylefoss som lakseproduserende strekning vil utsettinger være aktuelt. Uten utsettinger må en forvente at reetableringen på denne strekningen vil ta lang tid.

Det kan tenkes flere strategier for reetablering av laksebestander i vassdrag. En strategi er å la naturen gå sin gang, med naturlig rekolonisering basert på den laksen som går opp i vassdraget. En annen strategi er å kombinere naturlig rekolonisering med fiskeutsettinger som har til hensikt å reetablere bestanden raskere, og som også gir mulighet for å styre reetableringen økologisk og genetisk. En stor del av fisken som vandrer opp i Nidelva i dag er fisk med oppdrettsbakgrunn. Oppdrettsfisk har lavere genetisk variasjon og gytesuksess enn villfisk og dette kan påvirke reetableringen negativt. Vi anbefaler derfor at det vurderes en styrt reetablering på områdene ovenfor Rygene i Nidelva. En styrt reetablering nedenfor Rygene er neppe mulig.

Hvis en velger en strategi med styrt reetablering av laks i vassdraget er det nødvendig med utsettinger. Hvor lenge utsettingene må foregå avhenger av hvordan reetableringsprosessen utvikler seg og delvis også hvor raskt man ønsker en reetablering. Rognutlegging kan sannsynligvis skje med basis i produksjon utenfor vassdraget hvis det finnes overskudd av rogn av aktuell stamme i andre anlegg. Produksjon av yngel, settefisk eller smolt for utsetting må skje i vassdraget og krever derfor vesentlig større investeringer. Et valg mellom disse alternativene vil derfor være avhengig av de økonomiske forutsetningene for reetableringen.

Hvis en velger en strategi med naturlig reetablering trenger man ikke å sette ut fisk. I såfall kan reetableringsprosessen sannsynligvis påskyndes i de øvre deler av elva ved at gytefisk fanges i området Helle-Rygene og settes ut lenger opp. Det er svært sannsynlig at området Helle-Rygene har et overskudd av gytefisk på grunn av laksens problemer med å passere denne strekningen i dag.

En reetablering av laks i Nidelva synes ikke å være avhengig av en utsettinger. Utsettinger av fisk vil imidlertid gjøre at reetableringsprosessen går raskere. Spørsmålet om utsettinger skal brukes til å påskynde reetableringsprosessen vil derfor være avhengig av hvilke målsettinger en setter for hvor raskt, og hvordan reetableringen skal skje, og for hvor mye penger en er villig til å bruke for å nå dette målet.

Det er viktig at en reetableringsprosess av laks i Nidelva følges opp med biologiske undersøkelser slik at en kan vurdere tiltak og eventuelt endre strategier underveis. Undersøkelser av utviklingen i Nidelva bør samordnes med de reetableringsprosjektene som foregår i andre Sørlandsvassdrag slik at en kontinuerlig kan høste av de erfaringer som gjøres i de vassdragene hvor prosessen har kommet lenger.

Emneord: Laks - reetablering - fysiske tiltak - biologiske tiltak.

Ola Ugedal, Anders Lamberg, Eva B. Thorstad og Bjørn Ove Johnsen, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7485 Trondheim.

Abstract

Ugedal, O., Lamberg, A., Thorstad, E.B. & Johnsen, B.O. 2001. A strategy for restoration of fish habitat and reestablishment of Atlantic salmon in the River Nidelva (Arendal watercourse). -NINA Oppdragsmelding 681: 1-34.

The Atlantic salmon population in the River Nidelva, the Arendal watercourse, is exterminated due to acid precipitation. The upper parts of the watercourse is limed and a strategy for liming the lower parts in order to reestablish Atlantic salmon has recently been made (Hindar et al. 1999). The parts of River Nidelva that were originally accessible for anadromous Atlantic salmon is now heavily affected by regulation for production of hydroelectric power. This report presents a strategy for restoration of salmonid habitat in order to reestablish a viable Atlantic salmon population in the river.

To reestablish a self-reproducing Atlantic salmon population in the river we suggest several measures in order to:

- to improve upstream migration of adult Atlantic salmon,
- secure downstream migration of smolts and spawned salmon and to
- restore spawning habitat and improve juvenile habitat conditions.

At present a mixture of escaped farmed salmon and straying wild and hatchery-reared salmon from neighbouring rivers ascend the river. To reestablish Atlantic salmon in the river we recommend to stock the river with progeny (eggs, fry or larger fish) from a neighbouring wild population. This would speed up the reestablishment process and help to counteract possible negative effects of escaped farmed salmon spawning in the river.

Key words: Atlantic salmon, reestablishment, habitat restoration.

Ola Ugedal, Anders Lamberg, Eva B. Thorstad & Bjørn Ove Johnsen, Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletta 2, N-7485 Trondheim, Norway.

Forord

Nidelva er et av Sørlandsvassdragene som har tapt en rik laksebestand i løpet av 1900-tallet. De øvre deler av vassdraget er kalket (Nisser, Fyresvatn), og det er laget en revidert kalkingsplan som skisserer muligheten for å reetablere en laksebestand i vassdraget (Hindar et al. 1999). En tilfredstillende vannkvalitet for laks kan oppnås ved at det etableres to nye kalkdoserere. Den opprinnelige lakseførende strekningen er imidlertid betydelig påvirket av inngrep i forbindelse med kraftutbygging. En forbedring av vannkvaliteten vil derfor ikke være tilstrekkelig for å få reetablert en god laksebestand uten at det også gjøres kompensasjonstiltak for de fysiske inngrepene. Det var derfor behov for en tiltaksplan der eventuelle kompensasjonstiltak i vassdraget blir vurdert.

Prosjektet er finansiert av Aust-Agder Energi Produksjon AS. Et utkast til rapport har vært ute til høring, og utkastet ble diskutert på et telefonmøte 23 januar 2001. Her deltok Karl Kristensen fra Aust-Agder energi produksjon, Dag Matzow fra Fylkesmannens miljøvern-avdeling i Aust-Agder, Olaf Eivindstad fra Nedre Nidelv elveeierlag og Helge Kiland fra Styringsgruppa for kalking av Arendalsvassdraget.

Dag Matzow bidro med opplysninger om vassdraget og data vedrørende oppvandring gjennom lakseslusa i Rygene. Bjørn Jørgensen og Olaf Olsen deltok med lokalkunnskap under befaringen i minstevannføringsløpet mellom Rygene og Helle i september 2000.

Hans Mack Berger og Nils Arne Hvidsten ved NINA ga innspill vedrørende aktuelle habitatforbedrende tiltak.

Vi vil takke alle for nyttige innspill underveis.

Trondheim, februar 2001

Ola Ugedal
prosjektleder

Innhold

Referat.....	3
Abstract.....	5
Forord.....	5
1 Innledning	6
2 Vassdraget, reguleringene og laksen	7
2.1 Reguleringsinngrep og vannføring.....	7
2.2 Utviklingen i laksebestanden	9
3 Produksjonspotensiale for laks	12
3.1 Vurdering av tilgjengelige arealer for gyting og oppvekst	12
3.1.1 Strekningen Helle-Rygene	12
3.1.2 Strekningen Bøylefoss-Rygene	14
3.2 Anslag over produksjonstap i forbindelse med kraftutbygging	15
3.3 Samlet vurdering av produksjonspotensialet...	18
4 Vurdering av fysiske tiltak for reetablering av laks	19
4.1 Generelle betraktninger om Nidelva	20
4.2 Mulige tiltak på strekningen Helle-Rygene.....	20
4.2.1 Konstruksjon av nye gyteområder	20
4.2.2 Økning av oppvekstområder	21
4.2.3 Oppvandring av voksen laks - mulige tiltak	21
4.2.4 Oppvandring av voksen laks - vurdering og prioritering av tiltak.....	22
4.3 Mulige tiltak på strekningen Rygene-Eivindstad	23
4.3.1 Konstruksjon av nye oppvekstområder.	23
4.3.2 Tiltak for å sikre fiskens utvandring over Rygene dam.....	24
4.4 Mulige tiltak på strekningen Eivindstad-Bøylefoss	24
4.4.1 Bygging av laksetrapp/laksesluse i Eivindstad dam	24
4.4.2 Tiltak i forbindelse med smoltut- vandring forbi Eivindstad dam.....	25
4.5 Prioriteringer av tiltak	25
5 Biologiske tiltak for reetablering.....	26
5.1 Vurdering av nødvendigheten av utsettinger ved en reetablering av laks i Nidelva	27
5.1.1 Strekningen Helle-Rygene	27
5.1.2 Strekningen Rygene-Eivindstad dam	27
5.1.3 Strekningen Eivindstad dam-Bøylefoss	28
5.2 Vurderinger i forbindelse med utsettinger	28
5.3 Forslag til fiskebiologiske undersøkelser i en reetableringsperiode.....	30
6 Tidsperspektiv	31
7 Referanser	32

1 Innledning

Nidelva er et av Sørlandsvassdragene som har tapt en rik laksebestand i løpet av 1900-tallet. De øvre deler av vassdraget er kalket (Nisser, Fyresvatn), og det er laget en revidert kalkingsplan som skisserer muligheten for å reetablere en laksebestand i vassdraget (Hindar et al. 1999). En tilfredstillende vannkvalitet for laks kan oppnås ved at det etableres to nye kalkdoserere. Den opprinnelige lakseførende strekningen er imidlertid betydelig påvirket av inngrep i forbindelse med kraftutbygging. En forbedring av vannkvaliteten vil derfor ikke være tilstrekkelig for å få reetablert en god laksebestand uten at det også gjøres kompensasjonstiltak for de fysiske inngrepene. Det trengs derfor en tiltaksplan der eventuelle kompensasjonstiltak i vassdraget blir vurdert.

Denne tiltaksplanen består av to deler: en fysisk del og en biologisk del. I den fysiske delen vurderes hvilke fysiske tiltak som må til for å legge til rette for en selvreproduserende laksestamme i elva. Siden vassdraget har et konsesjonspålagt minstevannføringsregime vil det hovedsakelig bli lagt vekt på habitatforbedrende tiltak og tiltak som kan bedre fiskens vandringsmuligheter. I den biologiske delen vurderes hvordan man best legger til rette for en reetablering av en selvreproduserende laksestamme i vassdraget. Videre vurderes behovet for ulike fiskeforsterkningstiltak (f.eks. utsettinger) i en reetableringsfase, tidsperspektivet for en reetablering, og forslag til nødvendige fiskeribiologiske oppfølgingsundersøkelser.

Vi vil ikke gjøre detaljerte overslag over kostnader forbundet med de foreslåtte habitatforbedrende tiltakene. Tiltaksplanen vil foreslå ulike tiltaksprosjekter, vurdere effekten av disse, og prioritere mellom prosjekter, slik at en i etterkant kan vurdere kostnader ved de tiltak en finner aktuelle ved å konsultere fagekspertise (hydrologer, ingeniører, maskinentreprenører osv.). Der vi kan, vil vi gi grove overslag på kostnader basert på erfaringstall.

Planen er hovedsakelig utformet med bakgrunn i den kunnskap som allerede foreligger fra vassdraget. Norsk institutt for naturforskning (NINA) har skaffet seg god kunnskap om vassdraget gjennom undersøkelser av laksevandringer (Thorstad et al. 1997, 1998, 2000), bidrag til revidert kalkingsplan (Hindar et al. 1999), og bidrag til biologiske undersøkelser ved overvåkingen av kalkede vassdrag (f.eks. Larsen & Berger 1998). I tillegg benyttes annen publisert og upublisert kunnskap om vassdraget. Denne vassdragsspesifikke kunnskapen suppleres med generell kunnskap om habitatforbedrende tiltak fra biologisk litteratur og NINAs egne erfaringer fra slike prosjekter. På reetableringssiden bygger planen på de erfaringer NINA har skaffet seg gjennom reetableringsprosjekter i andre kalkede laksevassdrag på Sørlandet (Johnsen et al. 1999).

Det er foreløpig ikke tatt endelig stilling til om vassdraget skal kalkes opp til et vannkvalitetsnivå som er tilstrekkelig for laks. Våre vurderinger og anbefalinger er gjort under forutsetning av at vassdraget kalkes opp til et slikt vannkvalitetsnivå.

2 Vassdraget, reguleringene og laksen

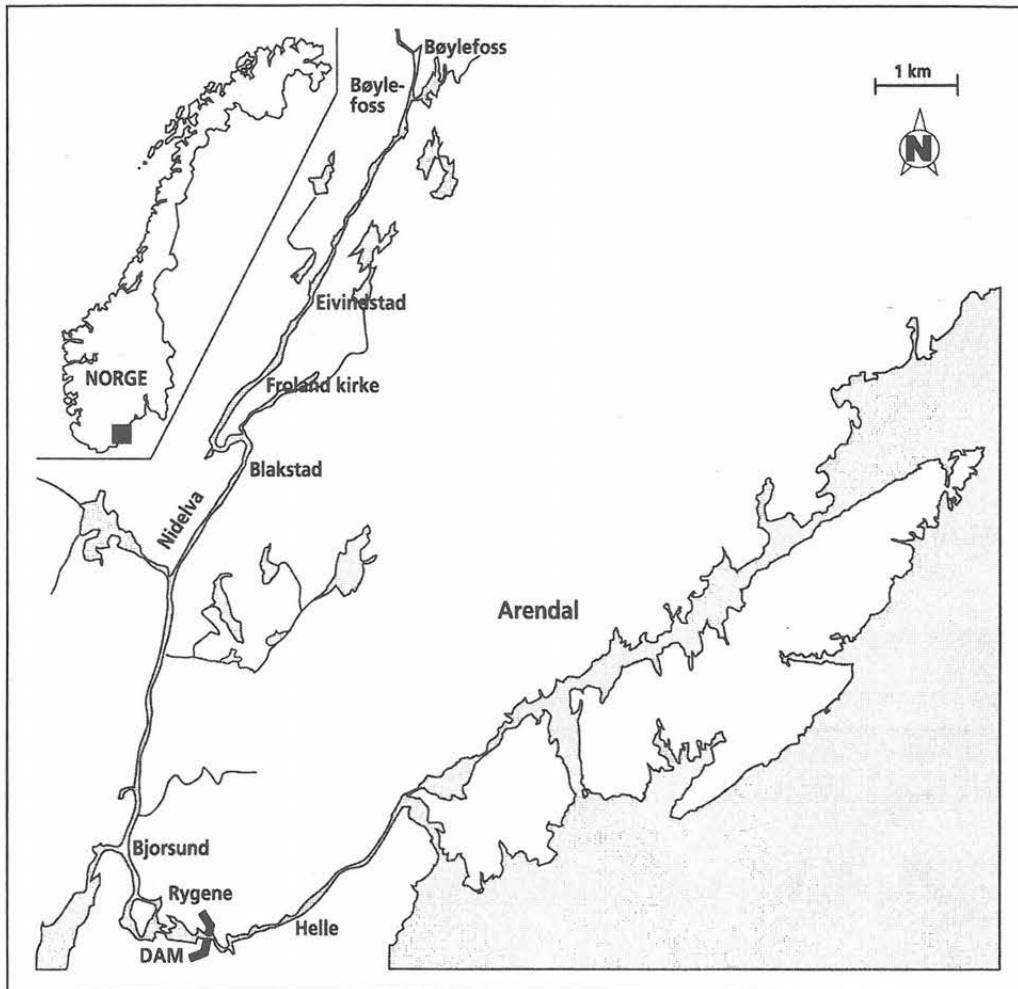
Arendalsvassdraget har sine kildeområder i Telemark fylke med de store innsjøene Nisser, Vråvatn, Fyresvatn og Nesvatn. Nisser er den største innsjøen med et areal på 77 km². Tilførslene fra alle disse områdene løper sammen nord for Åmli i Aust-Agder fylke. Nelaug sør for Åmli er en stor utvidelse av elva og hadde tidligere en bestand av bleke. Den opprinnelige lakseførende strekning var tidligere til Bøylefoss (**figur 1**), ca 40 km fra sjøen, men de viktigste gyteområdene lå nedenfor Rygenefossen (Landmark 1876). Vassdragets totale nedbørfelt er 4025 km², og gjennomsnittlig middelvannføring er 115 m³/s.

Deler av vassdraget ligger i maksimumssonen for sur nedbør (Muniz et al. 1979). Nedbørfeltet ligger i et grunnfjellsområde, hvor bergartene er fattige på kalsium og har liten evne til å nøytralisere syre. Vannkvaliteten er derfor ionefattig og sur. Ved Rygene dam har pH variert mellom 4,8 og 5,6, med årsjennomsnitt mellom 5,1 og 5,5 (Matzow 1995). Innslag av mer kalsiumrike bergarter gir lokalt bedre forhold, særlig i sidevassdrag på østsiden av Nidelva (Simonsen 1995). Under den marine grense (ca 60 m o.h. ved utløpet av elva) fører løs-masseavsetninger med høyt innhold av kalsium til bedre vannkvalitet i de nederste sidebekkene av vassdraget (Simonsen 1995).

Det er gjennomført flere fiskeribiologiske undersøkelser i vassdraget i nyere tid (se oversikt i Hindar et al. 1997). I forbindelse med planlagte kalkingstiltak startet NINA opp en årlig overvåking av ungfiskbestandene av laks og aure i hovedvassdraget opp til Bøylefoss høsten 1996 (Hindar et al. 1997). Vannkjemiske målinger er foretatt i vassdraget siden 1980, og fra august 1996 er det vannkjemiske programmet tilpasset kalkingstiltaket (Hindar et al. 1997).

2.1 Reguleringsinngrep og vannføring

Arendalsvassdraget er sterkt regulert og omfatter ca 50 større og mindre magasiner (Muniz et al. 1979), noe som preger de hydrologiske forhold i de fleste vassdragsavsnitt. Mellom Nisser og sjøen er det flere elvekraftverk. Reguleringene medfører et vesentlig endret vannføringsregime gjennom året på den lakseførende strekningen. Sammenliknet med uregulert tilstand er vårflommen vesentlig redusert mens vannføringen er jevnet ut over året. Vintervannføringen er vesentlig høyere enn før regulering.



Figur 1. Nidelva på strekningen fra utløpet ved Arendal til Bøylefoss. Rygene kraftverk har inntak ved Rygene og utløp ved Helle. Elvestrekningen mellom Helle og Rygene har minste vannføring.

Hindar et al. (1999) gir en beskrivelse av manøvreringen av kraftverkene i den reviderte kalkingsplanen for vassdraget. Beskrivelsen bygger på et notat utarbeidet av Edgar Ommundsen i Arendals Vasdrags Brugseierforening (AVB) som er en forening for eiere og brukere av vannfall i Arendalsvassdraget.

Av notatet går det fram at magasinene i Arendalsvassdraget er bygget med tanke på en optimal utnyttelse av vannressursene for kraftproduksjon, og konsesjonene er gitt på bakgrunn av dette. Vassdraget ned til de tre store magasinene Nesvatn, Fyresvatn og Nisser er godt regulert med stor magasinkapasitet i forhold til areal og tilsig. Nedenfor disse tre magasinene er det et stort lokalfelt (1/3 av det totale nedslagsfeltet) med avrenning som har stor betydning for vassføringen i de nederste delene av vassdraget. Nelaug, som er det eneste reguleringsmagasinet på denne strekningen, har svært liten vannlagringskapasitet. Tilsiget til Nelaug og videre nedover i vassdraget bestemmes derfor i stor grad av nedbøren. Ved nedbør reduseres tappingen fra de tre store magasinene tilsvarende det lokaltilsiget øker.

I reglementsbestemmelsene og skjønnsforutsetningene for Arendalsvassdraget er AVB pålagt å overholde en

rekke krav som setter begrensninger for hvordan tappingen skal foregå. Magasinene har begrensninger i høyeste og laveste vannstand og begrensninger med hensyn på maksimal tapping om sommeren (se Hindar et al. 1999). I perioden etter snøsmelting og fram til 31. august vil normal tapping i nedre del av vassdraget ligge ned mot 40 m³/s, som er minste vannføringen fra Nelaug. Ved nedbør vil tilsiget øke. I perioden mellom 31. august og 15. juni er det ingen restriksjoner i konsesjonsvilkårene på tappingen fra de tre store magasinene, og maksimal tapping bestemmes av kapasiteten til kraftstasjonene. Normalt er det i to perioder i året at lokaltilsiget er stort og magasintappingen liten. Dette er under snøsmeltingen om våren og ved høstnedbør fram til snøsmelting. Utenom disse periodene er tappingen fra magasinene dominerende, og reguleringen bidrar til å utjevne vannføringen.

På opprinnelig lakseførende strekning finnes to kraftverk: Eivindstad og Rygene (**figur 1**). Ved Eivindstad ble det i 1899 til 1904 bygget en kraftverksdam som ikke dannet noe hinder for lakseoppgang (Løkensgard 1977). Byggingen av den nye kraftstasjonen ved Eivindstad i 1939-40 stoppet for laksens videre gang opp i vassdraget. Eivindstad kraftverk utnytter idag et fall på ca 17 m. Kraftverket er utstyrt med en en Kaplan turbin

og tre Francisturbiner. Maksimal slukeevne ved kraftverket er 150 m³/s. Flomlukene og overløpet i dammen er hovedsakelig i bruk bare ved flommer med større vannføring enn kraftverkets slukeevne. Ut fra beskrivelsen av vannføringen i vassdraget, skjer dette i perioder med stor snøsmelting eller i perioder med mye nedbør, når avrenningen fra lokalfeltet nedstrøms de tre store magasinene Nisser, Fyresvatn og Nesvatn er betydelig.

Ved Rygene har det vært utnyttelse av vannkraft siden 1871. Den første turbinen leverte mekanisk kraft til tremassefabrikken som lå ved fossen (Simonsen 1993). Ny dam til dette anlegget var ferdig i 1896. Anlegget ble utvidet, og i 1914 var Rygene kraftstasjon med ny dam bygget. Denne dammen har vært i bruk helt fram til 1992 da den nyeste dammen stod ferdigbygget (Simonsen 1993). I Rygenefossen ble det bygd laksetrapp i forbindelse med kraftutbygging i 1909 og ny trapp i 1914. Trappa ble bygd om i forbindelse med bygging av nye Rygene kraftverk i 1979. I forbindelse med bygging av ny dam ble det åpnet ei ny laksetrapp igjen i 1991, med ei fiskesluse inne i dammen (Simonsen 1993).

Nye Rygene kraftverket utnytter et fall på ca 38 m, fra inntaket ved Rygene og ned til Helle, som ligger på tilnærmet havnivå. Kraftverket har én Kaplanturbin med en kapasitet på 170 m³/s. En omløpstunnel er bygd for å lede vannet fra inntaket ved Rygene, forbi kraftverket og ned i avløpstunnelen. Ved feil på nettet eller i kraftverket stenges turbinluken automatisk og omløpsluken åpnes. Omløpstunnelen kan avlede 170 m³/s, det vil si det samme som slukeevnen til turbinen. Tremassefabrikken Rygene-Smith og Thommessen A/S ligger ved Rygenefossen. Produksjonsavfallet fra fabrikken bestod av store mengder bark og fiber og gikk tidligere rett i elveleiet. På grunn av redusert vannføring etter bygging av kraftstasjonen, ble det bygd en tunnel som leder utslippet fra fabrikken ned i avløpstunnelen til kraftverket. Et nytt sedimenteringsbasseng ble tatt i bruk ved tremassefabrikken i 1994, men fremdeles kommer en del fiber ut i avløpsvannet. Når omløpstunnelen tas i bruk, skylles sedimentert trefiber fra tunnelsystemet ut i elveløpet fordi hastigheten på vannet i avløpstunnelen blir mye større når omløpstunnelen er i bruk enn når vannet går gjennom turbinen. I forbindelse med bruk av omløpstunnelen har det vært problemer med gassovermetning av utløpsvannet fra kraftverket (Thorstad et al. 1997).

Minstevannføring i elvas hovedløp mellom Rygene og Helle er i gjennomsnitt 5 m³/s fra 1. mai til 30. september og 1 m³/s resten av året. Gjennomsnittlig vannføring på 5 m³/s er oppnådd ved å slippe 3 m³/s i tillegg til lokkeflommer 4 dager per uke (Matzow 1995).

Minstevannførlingsløpet mellom Rygene og Helle får tilført vann fra flere sidebækker med bedre vannkvalitet enn hovedelva (Simonsen 1995). I perioder med nedbør og økt avrenning til bekkene, vil bidraget fra sidebækker

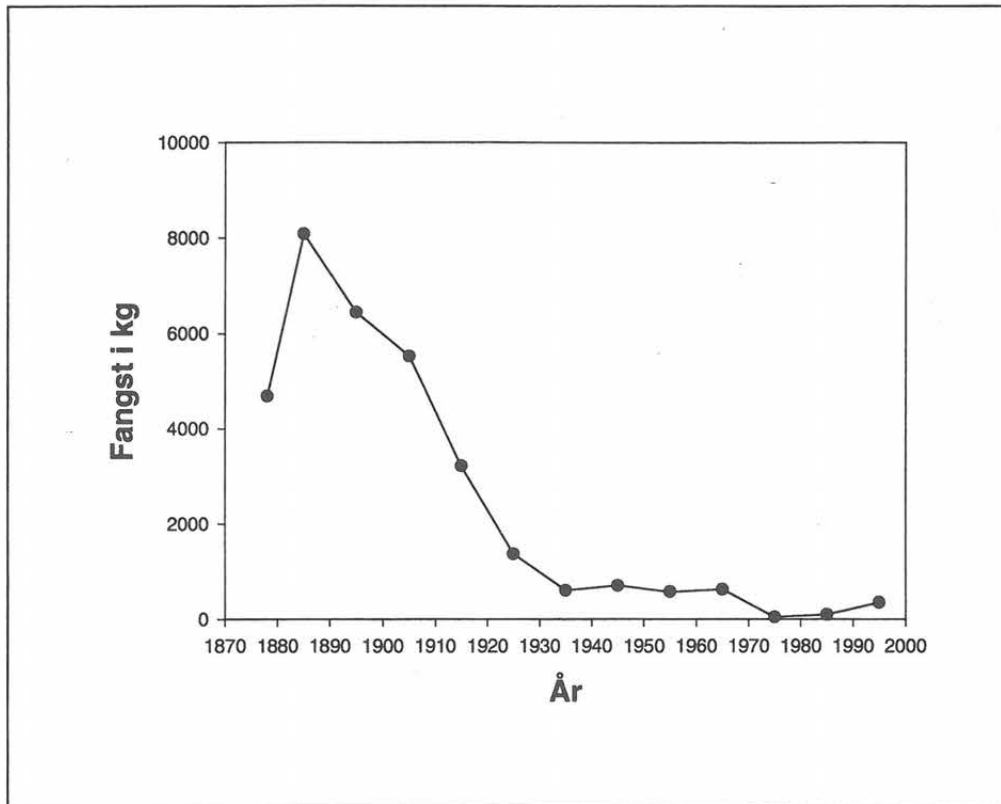
mellom Rygenefossen og Helle øke i relativ betydning til minstevannføringen. Dette betyr at vannkvaliteten i minstevannførlingsløpet kan være vesentlig forskjellig fra vannkvaliteten i tunnelvannet fra kraftverket. Kravet om minstevassføring gjør at det er overløp ved Rygene dam hele året.

2.2 Utviklingen i laksebestanden

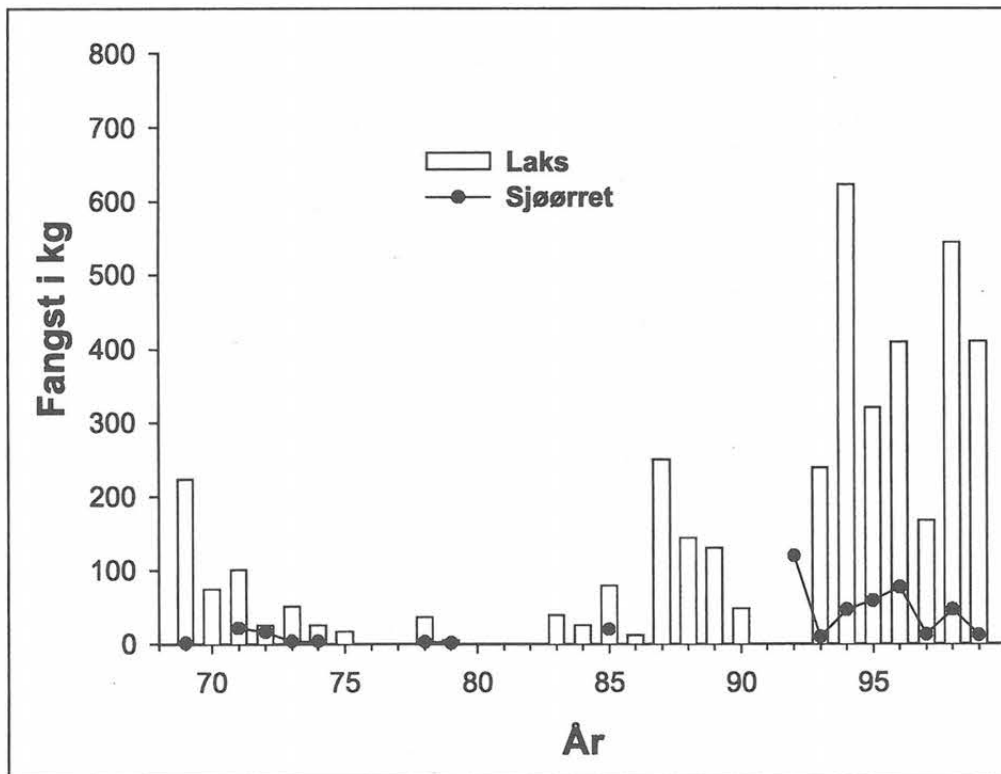
Nidelva var i slutten av forrige århundre og i begynnelsen av 1900-tallet en god lakseelv med årlige fangster på flere tonn (**figur 2**). Størst fangst var det i tiårsperioden 1880-89 med årlig gjennomsnittsfangst på 8 000 kg laks og sjørret. Største årlige fangst ble registrert i 1883 med 12 500 kg. Deretter avtok fangstene fram mot 1930. I perioden 1930 til 1970 var fangstene jevnt lave med et årlig gjennomsnitt på omkring 600 kg. På 1970-tallet falt fangstene til et lavmål (**figur 3**), og det er antatt at vassdraget mistet sin laksebestand i denne perioden (Sivertsen 1989). De lave fangstene vedvarte til midt på 1980-tallet.

Hovedårsaken til at Nidelva har mistet sin laksebestand er forsuring. Vassdraget har på 1980-tallet stadig hatt episoder med pH under 5,0 og høye konsentrasjoner av labilt aluminium ved Rygene i nedre del (Hindar et al. 1997). Siden 1990 er vannkvaliteten bedret, både ved at episodene ikke har vært så sure, og ved at labilt aluminium er klart redusert. Dette skyldes i all hovedsak redusert svovelnedfall. På slutten av 1990-tallet er også vannkvaliteten bedret som følge av kalking. Spesielt har kalkingen av de to store innsjøene Nisser (i 1996) og Fyresvatn (høsten 1997) og den gradvis oppkalking av det store Nesvatn ved at innsjøer i Nesvatns nedbørfelt kalkes, påvirket vannkvaliteten i de nedre deler av vassdraget (Hindar et al. 1999). I tillegg til forsuring har også kraftutbygging og forurensning fra tremasseindustri bidratt sterkt til nedgangen i laksebestanden i Nidelva på 1900-tallet (Løkensgard 1977; Matzow 1995). Forurensningsproblemet på grunn av utslipp fra tremassefabrikken er nå løst. Effektene av kraftutbyggingen påvirker imidlertid helt klart reetableringspotensialet for laks i vassdraget.

På 1980- og 1990-tallet har det vært oppvandring av laks av ukjent opprinnelse i Nidelva. I årene 1992-2000 passerte i gjennomsnitt 138 laks (variasjonsbredde 85-216) og 29 sjørret (variasjonsbredde 14-49) fiskeslusa i Rygenefossen (**figur 4**, data fra Dag Matzow). I perioden 1992-99 var årlig gjennomsnittsfangst 350 kg laks og sjørret (**figur 3**). Den største fangsten i denne perioden ble registrert i 1994 hvor det ble rapportert fanget 670 kg laks og 47 kg sjørret. På grunn av en lang periode med dårlig vannkvalitet er det lite sannsynlig at elva har hatt en egen selvreproduserende stamme i denne perioden (Sættem & Boman 1985; Matzow 1995; Simonsen 1995). Selv om hovedårsaken til manglende reproduksjon synes å være forsuring, påvirker regulering

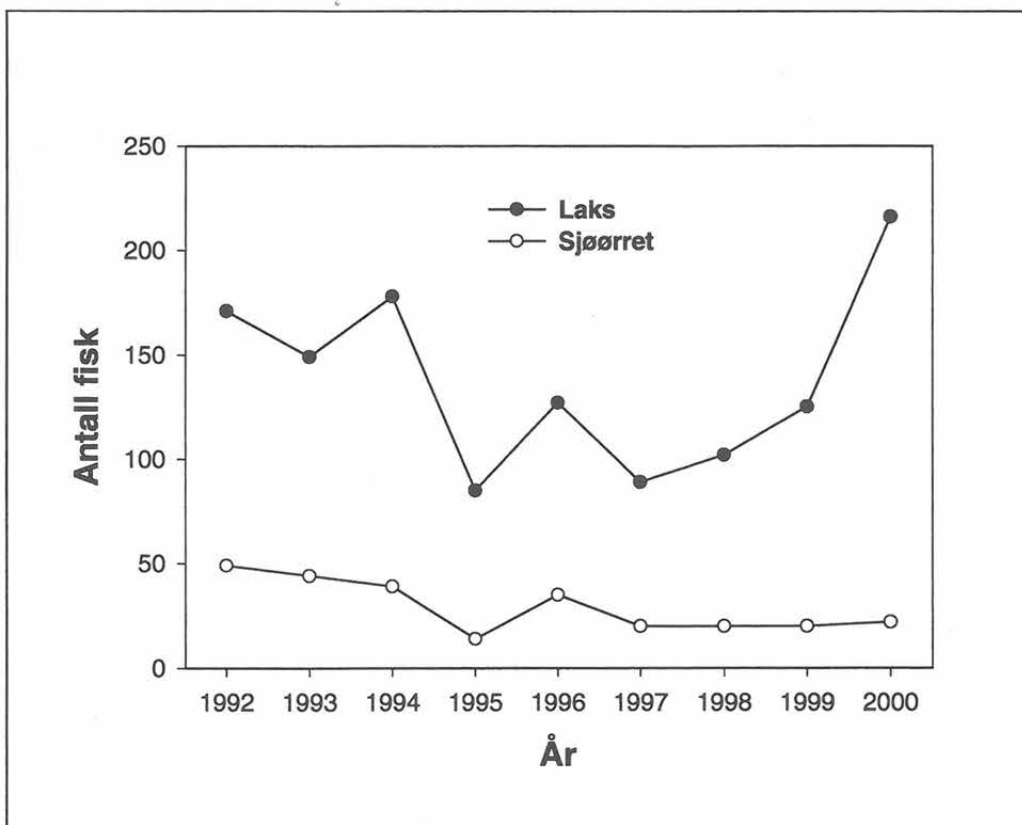


Figur 2. Gjennomsnittlig årlig oppfisket kvantum av laks og sjørøret i hver 10-årsperiode i Nidelva i tidsrommet 1876-99. (Norges Offisielle Statistikk).



Figur 3. Årlig oppfisket kvantum av laks og sjørøret i Nidelva i perioden 1969-99 (Norges Ofisielle Statistikk). I perioden 1976-82 er det oppgitt fangster av laks i bare to år. Det var heller ingen laksefangster i 1991 og 1992.

Figur 4. Antall laks og sjøørret som passerte fiskeslusa i Rygenefossen årlig i perioden 1992-2000. (Data fra Dag Matzow).



i betydelig grad gytemulighetene, særlig på den 2,5 km lange strekningen fra Rygene til Helle hvor minstevannføringen om vinteren er lav (Simonsen 1995). Laks og sjøaure forhindres/forsinkes også i oppvandringen på minstevannføringsløpet opp til Rygene kraftverk (Thorstad et al. 1998, 2000). Også ovenfor Rygene er det stort sett begrensede gytemuligheter for laks (Simonsen 1995; Hindar et al. 1999).

At det har vært begrenset reproduksjon av laks i Nidelva på 1990-tallet støttes av de fiskeribiologiske undersøkelsene i forbindelse med kalkingsovervåkingen som startet i 1996. I 1996 og 1997 ble det fanget svært få laksunger ved elfiske på den lakseførende strekningen i Nidelva. På tre elfiskestasjoner på strekningen Helle-Rygene ble det påvist bare tre laksyngel i 1996, mens det ikke ble registrert noen ved elfiske i 1997 (Larsen & Berger 1998). Simonsen (1995) klassifiserte området til ikke å ha egenproduksjon av laks. Også ovenfor Rygene ble det fanget svært få laksyngel ved elfiske disse to årene. Den eneste laksen som ble fanget i 1997 var en årsyngel på en stasjon nedenfor Eivindstad (Larsen & Berger 1998). Det ble heller ikke fanget laksunger ved prøvefiske med garn ved Rossøya og Blakstad dette året. Dette samsvarer med resultatet fra prøvefisket i 1994 (Simonsen 1995).

Høsten 1997 og 1998 var det vellykket gyting ved Espe-land mellom Rygene og Eivindstad, og elfiske påfølgende høster ga bra fangst av årsyngel på dette området (Larsen et al. 2000). Også i minstevannføringsløpet har

det forekommet noe vellykket gyting de siste årene. Ved befaringen av denne strekningen i september 2000, i forbindelse med tiltaksplanen, ble det observert laksunger i alle aldersgrupper fra årsyngel til presmolt i strømpartier.

I tillegg til laks og sjøaure er det bestander med stasjonær aure, sik, abbor, suter og gjedde og stingsild i Nidelva. Ål og niøye går også opp i elva. Elva er tidevannspåvirket opp til Helle, og saltvannsfisk kan periodevis gå opp dit (Matzow 1995).

3 Produksjonspotensiale for laks

Vi har vurdert Nidelvas produksjonspotensiale for laks på to forskjellige måter; 1) ved å anslå tilgjengelige arealer for gyting og oppvekst (kapitel 3.1), og 2) ved å anslå hvor stort produksjonstap de ulike inngrepene i forbindelse med kraftutbygging kan ha medført (kapitel 3.2). Vurderingene av tilgjengelige arealer for gyting og oppvekst ble hovedsakelig gjennomført i forbindelse med utarbeiding av revidert kalkingsplan for vassdraget (Hindar et al. 1999). Under arbeidet med tiltaksplanen ble det gjennomført en befaring av minstevannføringsløpet mellom Helle og Rygene for på en bedre måte kunne angi produksjonspotensialet for laks på denne strekningen. Vurderingen av arealer for gyting og oppvekst tjener også som et viktig grunnlag for å vurdere aktuelle områder for habitatforbedrende tiltak.

Vurdering av elvas produksjonspotensiale for laks med basis i habitatkarakterisering er beheftet med usikkerheter, spesielt i store elver som Nidelva. Tradisjonelle oppfatninger om laksungene som territorielle individer knyttet til visse typer grovt bunnsubstrat har i de siste årene blitt utfordret av nye forskningsresultater. Det er sannsynlig at særlig eldre ungfisk trekker ut i de frie vannmassene i dypere områder av elva der territorialiteten delvis opphører (Bremset 1999). Spesielt i store elver som Nidelva, vil det være flere områder med større dyp der vannhastigheten langs bunnen er lav og bunnsubstratet er mer finkornet. I disse dypområdene vil det ikke bare være et misforhold mellom ungfisketthet og tradisjonell substratvurdering, men også vanskeligere å måle fiskettheten. Vi fant det derfor nyttig å gjøre en alternativ vurdering av produksjonspotensialet for laks ved å anslå hvor stort produksjonstap de ulike inngrepene i elva kan ha medført. Disse anslagene kan sammenholdes med fangstutbytte av laks før betydelige inngrep i vassdraget (dvs. på 1880 - 1890 tallet) og kan dermed si noe om hvor store fangster vassdraget kan gi opphav til i dag hvis vannkvaliteten bedres til akseptabelt nivå. Også denne måten å vurdere produksjonspotensiale på er beheftet med usikkerheter, men sett samlet kan forhåpentligvis de to vurderingsmåtene utfylle og understøtte hverandre. Denne vurderingen er også nyttig med tanke på å vurdere hva en kan oppnå ved å gjøre habitatforbedrende tiltak i ulike deler av elva.

3.1 Vurdering av tilgjengelige arealer for gyting og oppvekst

Den følgende beskrivelsen av Nidelva og arealer egnet for gyting og oppvekst av laks bygger på to befaringer til vassdraget. Den første befaringen ble utført på elvestrekningen fra Bøylefoss til Helle 2. og 3. september

1999 (**figur 1**). En rekke små sidevassdrag ble tatt med. Fra Bøylefoss til Espeland ble elva undersøkt fra bredden. I området ved Espeland ble forholdene undersøkt fra overflaten ved hjelp av tørrdrakt og dykkermaske. Fra Espeland til Froland kirke ble det benyttet båt og dykkermaske fra båt. Fra Froland kirke til tilløpet fra Rore (Bjorsund) ble det registrert fra bredden. Fra Bjorsund til dammen ved Rygene ble det benyttet båt, mens den siste strekningen fra Rygene til Helle ble undersøkt fra bredden. Vannføringen var ca 100 m³/s i hovedløpet mens vannføringen i minstevannføringsløpet var ca 5 m³/s. Vurderinger av tilgjengelige arealer for gyting og oppvekst basert på denne befaringen ble presentert i revidert kalkingsplan for vassdraget (Hindar et al. 1999). Den andre befaringen ble foretatt 6. september 2000. Strekningen Rygene dam til Helle ble undersøkt ved driving i overflaten og bruk av tørrdrakt og dykkermaske. Sikten var ca 4 m og vannføringen i minstevannføringsløpet ca 3 m³/s.

Kartfesting og beregning av arealet av de ulike habitattypene ble utført som beskrevet av Hindar et al. (1999).

3.1.1 Strekningen Helle-Rygene

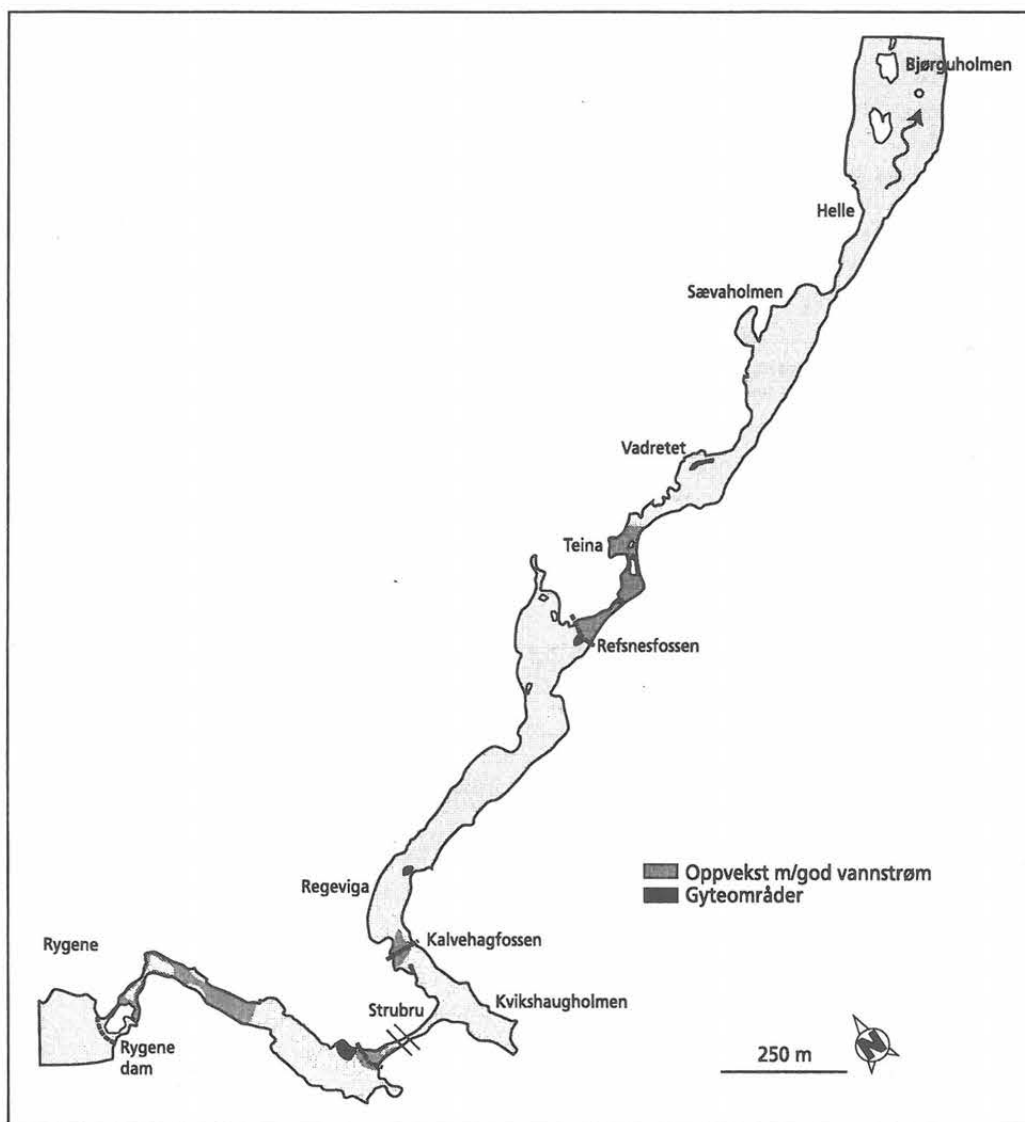
Ved undersøkelsen av elvestrekningen Helle-Rygene høsten 2000 ble habitatet klassifisert i fem kategorier: 1) rene gyteområder, 2) oppvekstområder med god vannhastighet og grovere substrat (gode områder slik de fremstår i dag), 3) potensielle oppvekstområder med lav vannhastighet men med grovere substrat, 4) dype områder med over 3 meters vandybde, og 5) områder med sand eller mudderbunn og liten eller ingen fart i vannet. Data fra ungfiskregistreringer i forbindelse med overvåkingen av kalkede vassdrag (f.eks. Larsen & Berger 1998) samt observasjoner av ungfisk under registreringene under de to befaringene og observasjoner fra gytetida i 1999 ble også trukket inn i vurderingene av resultatene.

Totalarealet av vanndekket areal på det undersøkte området fra Rygene dam til Helle ble beregnet til å være ca 137 600 m². Det ble funnet små arealer med godt gytehabitat (kategori 1) og relativt små arealer som kunne karakteriseres som gode områder for oppvekst av laks idag (kategori 2). Tilsammen utgjorde disse habitattypene 12 % av det vanndekte arealet (**tabell 1**). På samtlige områder som ble klassifisert som godt gytehabitat, ble det observert gamle gytegroper eller det ble verifisert av andre observatører at det hadde foregått gyting der. På alle de delene av elvestrekningen som ble klassifisert som gode områder for oppvekst ble det observert lakseunger med unntak av det øverste arealet like nedstrøms Rygene (**figur 5**). Dette kan ha sammenheng med at denne øverste strekningen helt ser ut til å mangle egnet gytesubstrat.

Tabell 1. Fordelingen av fem habitattyper kartlagt på strekningen Rygene til Helle ved en befaring i september 2000.

Habitattype	Areal (m ²)	Andel (%)
1: Gyteområder	1 750	1
2: Gode oppvekstområder	14 500	11
3: Områder med grovt substrat og liten strøm	64 850	47
4: Dypområder	7 450	5
5: Områder med fint substrat og liten strøm	49 000	36
Sum	137 550	100

Figur 5. Minstevannføringsløpet mellom Helle og Rygene med angivelse av gyte- og oppvekstområder.



De største arealene ble klassifisert som potensielle oppvekstområder med liten strømhastighet (47 %). Disse områdene kan tenkes å kunne fungere som oppvekstarealer for laksunger, men vurderes å være dårligere egnet enn områdene i kategori 2. Laksungenes preferanse for grovt bunns substrat, store steiner, skjulmulig-

heter og relativt høy vannhastighet gjør at ikke alle deler av ei elv kan fungere som oppvekstområder. De beste områdene blir tatt i bruk først mens de dårligere områdene blir tatt i bruk etter hvert som tettheten av laksunger øker på de gode områdene. Konkurransen og predasjon fra andre fiskearter kan medføre at dårligere

områder ikke tas i bruk av laksungene. På området Helle-Rygene er det spesielt abbor og gjedde som kan tenkes å påvirke laksungenes habitatbruk, og hindre at de mer marginale områdene blir tatt i bruk. Foreløpig synes tettheten av laks på denne strekningen å være så liten at en ikke kan forvente å finne laksunger på mer marginale områder. Den lave tettheten kan skyldes mangel på vellykket rekruttering på grunn av dårlig vannkvalitet, men også svært begrensede gyteområder kan bidra til rekrutteringssvikten. I hvor stor grad de potensielle oppvekstområdene kan bidra til smoltproduksjonen i minstevannføringsløpet vil tiden kunne vise. Vi anser det mindre sannsynlig at dypområdene (kategori 4) og områdene med fint substrat og liten strøm (kategori 5) vil bidra noe særlig til lakseproduksjonen i minstevannføringsløpet.

Ved befaringen i 1999 ble arealet av egnede oppvekstområder på strekningen Helle-Rygene anslått til ca 6330 m² (Hindar et al. 1999). Den mer detaljerte befaringen i 2000 førte til at arealet av egnede oppvekstområder ble vurdert å være ca 14500 m².

Vi antar at produksjonen i det som er vurdert som egnede gyte- og oppvekstområder i minstevannføringsløpet og ellers i Nidelva ikke overstiger 15 smolt per 100 m², som er gjennomsnittlig tetthet funnet i Kvasseheimsåna og Imsa, to små og produktive elver på Sør-Vestlandet (Hesthagen et al. 1986; Jonsson et al. 1998). Hvis vi tar utgangspunkt i bare de gode oppvekstområdene er maksimal smoltproduksjon på strekningen Helle-Rygene ca 2200 smolt. Hvis de potensielle oppvekstområdene også bidrar kan smoltproduksjonen bli høyere. Disse betraktningene tilsier at minstevannføringsløpet ikke bør avskrives helt som område for oppvekst av lakseunger etter regulering. En usikkerhetsfaktor ved disse vurderingene er hvordan den lave vintervannføringen på strekningen påvirker laksens overlevelse.

3.1.2 Strekningen Bøylefoss-Rygene

Ved undersøkelsen av elva høsten 1999 ble det skilt mellom områder egnet for oppvekst av laksunger og områder som er uegnet (Hindar et al. 1999). Områder egnet for oppvekst ble videre delt i områder egnet for gyting og rene oppvekstområder uten gytesubstrat. Denne inndelingen tilsvarer kategoriene 1 og 2 i den klassifiseringen som ble brukt på strekningen Helle-Rygene høsten 2000.

Lakseførende strekning av Nidelva gikk opprinnelig opp til Bøylefoss (**figur 1**). Nedenfor Bøylefoss utvider elva seg i en stor fossehøl. Elva smalner inn like etter hølen og på østre breidd tilfører en grusrygg grovt substrat til elva. Her er det egnede områder for både gyting og oppvekst av laks (**tabell 2**). Fra dette punktet og et par kilometer nedover er elva som en dyp kanal med liten

strandsone. Vurdert fra land synes ikke dette område å ha egnede oppvekstområder for laks, men denne vurderingen er usikker. Ved Bøylestad utvider elva seg på ny og blir grunnere. I midten av denne utvidelsen er strømhastigheten så høy at det vises i overflaten. Utløpet av Bøylestad-«bassenget» er smalt, og vannhastigheten øker slik at det dannes godt laksehabitat. En ny innsnevring ved Langeid gir det neste og eneste området med høyere vannhastighet på strekningen fra utløpet av bassenget ved Bøylestad til Eivindstad dam. Nedenfor Eivindstad gård dannes det et stort terskelbasseng på grunn av Eivindstad dam.

Nedenfor Eivindstad dam er elva kanalisert for å øke tømningen av vannet som går gjennom turbinene. Det er først ved Espeland at elva igjen får karakter av laksehabitat. Her finnes trolig også de beste områdene for laksegyting og oppvekst i Nidelva i dag. Fra Espeland gård til Froland kirke er elva relativt brei med fint bunns substrat. Ved brua på Froland snevres elva inn og vannhastigheten øker. Fra denne brua til like nedenfor Blakstad bru veksler elva mellom grunne og dype områder. På de grunne områdene øker vannhastigheten og bunns substratet blir grovere. Her finnes mindre områder med godt habitat for både gyting- og oppvekst av laks. I svingen ved Neset er det store stilleflytende partier hvor bunnen er dekket med sand. Fra Froland kirke til Blakstad kan det se ut som om bunnen tidligere har bestått av et grovt substrat som nå delvis er dekket av sand. Lokalkjente pekte ut en rekke områder på denne strekningen som før hadde vært gyteområder, men som nå var degradert på grunn av sedimentering.

Fra Blakstad bru og ned til tilløpet fra Rore (Bjorsund) er elva stilleflytende med fin sand som bunns substrat. Området fra Bjorsund til Rygene er påvirket av dammen. Det store terskelbassenget som dannes har flere øyer. Mellom disse finnes det noen strømmer som har høy vannhastighet ved visse vannføringer. Bunns substratet synes imidlertid ikke egnet som laksehabitat. Etter vår vurdering har ikke strekningen fra Blakstad bru ned til Rygene dam egnede gyte- og oppvekstområder for laks.

Vurderingen av arealet av egnede gyte- og oppvekstområder for laks på strekningen Bøylefoss til Rygene dam er samlet i **tabell 2**. I tabellen er våre vurderinger sammenliknet med vurderinger foretatt av Simonsen og Matzow ved en befaring av elva fra Bøylefoss til Bjorsund (tilløpet fra Rore) i 1995 (Simonsen 1995).

Forskjellen i vurdering av egnede områder mellom våre undersøkelser og Simonsen (1995) kan skyldes både subjektiv oppfatning av hva som er tilstrekkelig habitat for lakseproduksjon, men også at områdene har endret seg i perioden fra 1995 til 1999 med stadig mer sand tilført bunns substratet. I tillegg vil en befaring ved lavere vannføring enn det som ble gjennomført i denne undersøkelsen kunne resultere i høyere klassifisering av noen områder.

Tabell 2. Gyte og oppvekstområder på strekningen Rygene- Bøylefoss kartlagt i Nidelva ved en befaring i 1999 (NINA 99) og av Simonsen og Matzow i 1995 (Simonsen 1995). Arealet er angitt i m² (etter Hindar et al. 1999).

Område	Egnede oppvekstområder (m ²)		Gytområder innen oppvekstomr. NINA 99
	NINA 99	Simonsen 95	
Bøylefoss	1 270	35 420	320
Bøylestad, øvre		32 890	
Bøylestad, nedre	6 330	22 770	2 530
Langeid		6 960	
Sum ovenfor Eivindstad	7 600	98 040	2 850
Espeland	36 050	20 240	7 590
Froland		41 110	
Neset	9 490	55 660	2 530
Blakstad			1 270
Sum Rygene-Eivindstad	45 540	117 010	11 390
Totalt Rygene - Bøylefoss	53 140	215 050	15 510

Hvis vi antar at produksjonen i det som er vurdert som egnede gyte- og oppvekstområder ikke overstiger 15 smolt per 100 m² (jf. kapittel 3.1 og Hindar et al. 1999) kan vi anslå maksimal smoltproduksjon ut fra kartleggingen. Basert på vår vurdering blir denne ca 8 000 smolt på strekningen Rygene-Bøylefoss. Basert på Simonsen og Matzows vurdering (Simonsen 1995) blir denne ca 30 000 smolt.

Basert på våre vurderinger er produksjonspotensialet på strekningen ovenfor Eivindstad dam vesentlig mindre enn potensialet på strekningen Rygene-Eivindstad. Det er store usikkerheter knyttet til vurderingen av områder på begge strekningene. Størst usikkerheter er det omkring vurderingene ovenfor Eivindstad dam hvor strekningen i sin helhet ble vurdert fra land. I de viktigste områdene nedenfor Eivindstad dam ble forholdene vurdert ved hjelp av dykkermaske, enten svømmende ute i elva eller fra båt. Dette siste gir et mye bedre inntrykk av forholdene enn om vurderingen skjer fra bredden. Produksjonsmulighetene overfor Eivindstad kan derfor være noe undervurdert sammenliknet med nedenfor Eivindstad i vår undersøkelse. Basert på Simonsen og Matzow sine vurderinger er produksjonsmulighetene noe mindre ovenfor enn nedenfor Eivindstad dam.

3.2 Anslag over produksjonstap i forbindelse med kraftutbygging

Vi har også anslått Nidelvas produksjonspotensiale for laks i dag ved å vurdere hvort stort tap i produksjonspotensiale de ulike inngrepene i forbindelse med kraftutbygging kan ha medført. Ved disse vurderingene har vi ikke tallfestet produksjonstapet i for eksempel antall smolt produsert, men anslått hvor stor andel av produksjonspotensialet som har gått tapt. Utgangspunktet for disse vurderingene er vassdraget før kraftutbygging, forsuring og andre inngrep. På 1880-tallet var gjennomsnittsfangsten i Nidelva 8 000 kg laks og sjøørret. Andelen sjøørret av dette antas å være liten da vassdraget sannsynligvis aldri har vært noe betydelig sjøørretvassdrag (Matzow 1995).

En stor usikkerhet i forbindelse med disse anslagene er hvor stor betydning områdene nedenfor Rygene hadde for lakseproduksjonen i elva sammenliknet med områdene ovenfor Rygene. Vi tar utgangspunkt i Landmarks (1876) beskrivelse av elva. Om hvor langt laksen kan gå i vassdraget skrev han:

- «Alltid til Rygenefoss (11 km); ved meget lav og meget høi vannstand passerer denne og går den da antagelig til Bøylefoss (40 km fra sjøen) dog neppe i nogensinde mengde. Den kommer neppe op oftere enn hvert 5te år.»

Om gyteplasser i Nidelva skrev han:

- «Beste nedenfor Rygenefoss inntil Strubrofoss og nedenfor Kalvehagsfoss, tilsammen nogen få hundre alens lengde, iøvrig tilsynelatende dårlige. Ennvidere nogen strekninger ved og ovenfor Fro-lands kirke. Laks går ikke op i nogen bielv.»

Videre skrev han at:

- «Fra Rygenefoss op til gården Hurv (omtr. 1 1/4 mil) finnes aldeles ingen gyteplasser, idet bunnen overalt består av sort, bløtt mudder; litt ovenfor Hurv finnes en nogenlunde god gytegrunn av nogen hundre alens lengde, likeså finnes enkelte middelmådige gyteplasser straks nedenfor Frolands kirke og ved Espeland straks ovenfor. Ovenfor Espeland til Bøilefoss finnes ingen (eller i allfall få og små) gyteplasser.»

Hvis Landmarks beskrivelse er riktig må en anta at en stor del av produksjonen skjedde nedenfor Rygene. Mesteparten av produksjonen på denne strekningen må ha skjedd mellom Helle og Rygene. Nedenfor Helle er elva saltvannspåvirket slik at det neppe er muligheter for vellykket reproduksjon av laks selv om det finnes gyteplasser der. Det er imidlertid mulig at områder nedenfor Helle kan ha vært oppvekstområder for større laksunger som har vandret ned fra ovenforliggende strekninger. Landmarks beskrivelse innebærer at den 2,5 km lange strekningen Helle-Rygene må ha vært meget produktiv på slutten av 1800-tallet. Det kan imidlertid stilles spørsmål om en elvestrekning på 2,5 km kan understøtte en smoltproduksjon stor nok til å gi en fangst av laks på gjennomsnittlig 8 000 kg (og maksimalt 12 500 kg). I tillegg til fangsten i Nidelva ble laksen også beskattet i de nære kystområder på 1880-tallet. Ut fra fangststatistikk var sjøbeskatningen noe høyere enn elvebeskatningen på den tiden (Dannevig 1930; Hesthagen & Hansen 1991a,b). Det vil si at fangsten av Nidelvlaks på 1880-tallet kunne være nær 20 000 kg per år. Sannsynligvis har områdene ovenfor Rygene bidratt mer til lakseproduksjonen enn Landmarks beskrivelser gir inntrykk av. Ettersom det er usikkerhet omkring den relative betydningen av områdene nedenfor Rygene sammenlignet med de øvre deler av elva har vi i våre beregninger antatt at produksjonen nedenfor Rygene utgjorde fra 40-80 % av produksjonen i hele elva.

Byggingen av Rygene kraftverk på slutten av 1970-tallet førte til vesentlige endringer i produksjonspotensialet for laks på strekningen mellom Helle og Rygene. Her foreligger sakkyndige vurderinger av betydningen av inngrepet (Borgstrøm 1976, 1977; Løkensgard 1977). Borgstrøm (1977) skrev:

- «Ved redusert vannføring med bygging av terskler beholdes elvearealet, men det vil bestå av stilleflytende partier, terskelbassengene, som vil favorisere bestandene av abbor, gjedde og ål. Gytemulighetene for ørret og laks vil på den annen side reduseres. Dessuten vil predasjonen på ørret- og laksungene øke. Strekningene som berøres av

terskelbassenger kan derfor ansees som totalskadet m.h.t. ørret- og laksefisket.»

Videre skrev han:

- «Også på strekningen fra Rygene ned til øvre terskelbasseng vil produksjonen av laks- og ørretunger bli redusert, fordi elvearealet blir mindre enn i dag. Elven går her i stryk og denne strekningen vil fortsatt passe best for laks og ørretunger. På denne strekningen kan en sette nedgangen for mulig produksjon proporsjonal med reduksjonen i elveareal.»

Produksjonspotensialet på denne strekningen er altså vesentlig redusert etter utbygging. Strekningen som berøres av terskelbassenger, som Borgstrøm anser å bli totalskadet, utgjør mesteparten av strekningen Helle - Rygene. Strekningen fra Rygene ned til øvre terskelbasseng utgjør omtrent 250 m, eller 10 % av hele strekningen Helle-Rygene. Også på strekningen fra Rygene og ned til øvre terskelbasseng har det skjedd en reduksjon i produktivt elveareal etter regulering. Dette skulle tilsi at produksjonspotensialet i dag er under 10 % av det opprinnelige. Ved vår undersøkelse av strekningen Helle-Rygene fant vi imidlertid også områder med arealer som kunne klassifiseres som gode oppvekstområder for laks. Området like nedenfor Rygene utgjør ca 40 % av det totale arealet som vi har klassifisert som godt oppvekstområde for laks (se avsnitt 3.1.2). Vi har derfor i våre beregninger satt restpotensialet for Helle-Rygene etter utbygging til enten 10 eller 20 % av det opprinnelige potensialet før utbygging.

Byggingen av Eivindstad dam i 1939-40 stengte elva for lakseoppgang ovenfor dammen (Løkensgard 1977). Dette gjorde at omtrent 6 km med elv ble utilgjengelig for laksen. Hvor store produksjonsområder som bortfalt på grunn av dette kan være vanskelig å anslå i ettertid, men Løkensgard (1977) skriver:

- «Etter sigende kuttet Evenstaddammen ut halvparten av de beste gytestrekningene ovenfor Rygene.»

Hvis vi godtar denne påstanden medførte dambyggingen en halvering av produksjonspotensialet ovenfor Rygene. Dette kan synes høgt idet lengden på elvestrekningen fra Rygene til Eivindstad (ca 19,5 km) er vesentlig lenger enn lengden på elvestrekningen fra Eivindstad til Bøylefoss (ca 6 km). Størsteparten av elvestrekningen fra Rygene til Eivindstad dam er imidlertid stilleflytende og med fint bunns substrat. Ifølge Landmark var hele strekningen mellom Rygene og Hurv (ca 13 km) uten gyteplasser. Hvis Landmarks beskrivelse av bunnforholdene også stemmer har neppe strekningen hatt særlig betydning som oppvekstområde. De mulige produktive elvestrekningene var derfor omtrent like lange ovenfor og nedenfor Eivindstad dam. Landmark mente imidlertid i motsetning til Løkensgard at gyteområdene nedenfor Eivindstad var vesentlig bedre enn områdene ovenfor. Det er derfor mulig at produksjonen var noe

større nedenfor Eivinstad enn ovenfor. I våre vurderinger av tapt produksjonspotensiale som følge av kraftutbygging har vi regnet med at produksjonen på strekningen Eivindstad til Bøylefoss utgjorde fra 30-50 % av produksjonen på hele strekningen ovenfor Rygene.

I første omgang vil vi anta at produksjonspotensialet på strekningen Rygene til Eivindstad ikke er redusert som følge av inngrep i vassdraget. Dette er neppe riktig, men eventuelle reduksjoner er vanskelig å tallfeste. Denne antagelsen gjør at verdiene for gjenværende produksjonspotensiale må ses på som **maksimum** gjenværende potensiale i Nidelva sammenliknet med før regulering.

Beregningene av gjenværende maksimum produksjonspotensiale viser at Nidelvas produksjonspotensiale for laks er vesentlig redusert som følge av inngrepene i elva (figur 6). Med stor sikkerhet er det maksimale produksjonspotensialet idag minst halvert sammenliknet med tidligere. Reduksjonen i produksjonspotensiale er avhengig av hvilke betydning strekningen Helle-Rygene hadde for lakseproduksjonen i elva. Hvis denne strekningen sto for 80 % av den opprinnelige produksjonen er dagens produksjonspotensiale maksimalt mellom 18 og 30 % av det opprinnelige. Hvis strekningen Helle-Rygene sto for 40 % av den opprinnelige produksjonen er dagens produksjonspotensiale maksimalt mellom 34 og 50 % av det opprinnelige. Sannsynligvis ligger maksimalt produksjonspotensiale et sted mellom disse ytterpunktene.

Produksjonspotensialet på strekningen Rygene til Eivindstad er sannsynligvis også redusert som følge av inngrep i vassdraget. Disse reduksjonene er vanskelig å tallfeste idet endringene stort sett ikke kan knyttes direkte til arealer som er ødelagt som gyte- og oppvekstområder som følge av oppdemming, inngrep eller endret vannføring. Ovenfor Rygene dam har det skjedd en neddemming av arealer. Borgstrøm (1977) skrev:

- «På strekningen ovenfor Rygene vil det på den del av elva som demmes ned neppe kunne påregnes noen oppvekst av laks og ørretunger.»

Vi har tidligere argumentert med at denne strekningen neppe hadde stor betydning som oppvekstområde for lakseunger før regulering, men det er mulig at noe produksjon skjedde her. Nedenfor Eivindstad dam har det blitt kanalisert en ca 800 m lang strekning for å lede vannet lettere ut fra kraftverket. Denne strekningen synes lite egnet som oppvekstområde i dag. Nedenfor kraftverksdammen på Eivindstad var det tidligere oppvekstforhold for laks. Dannevig (1914) skrev:

- «Nedenfor Evenstad kan man hver sommer iagttå masser av smaa laksunger. De staar her under fossen, eller i vandstrømmen fra turbinerne, og er lette at fiske paa metemark.»

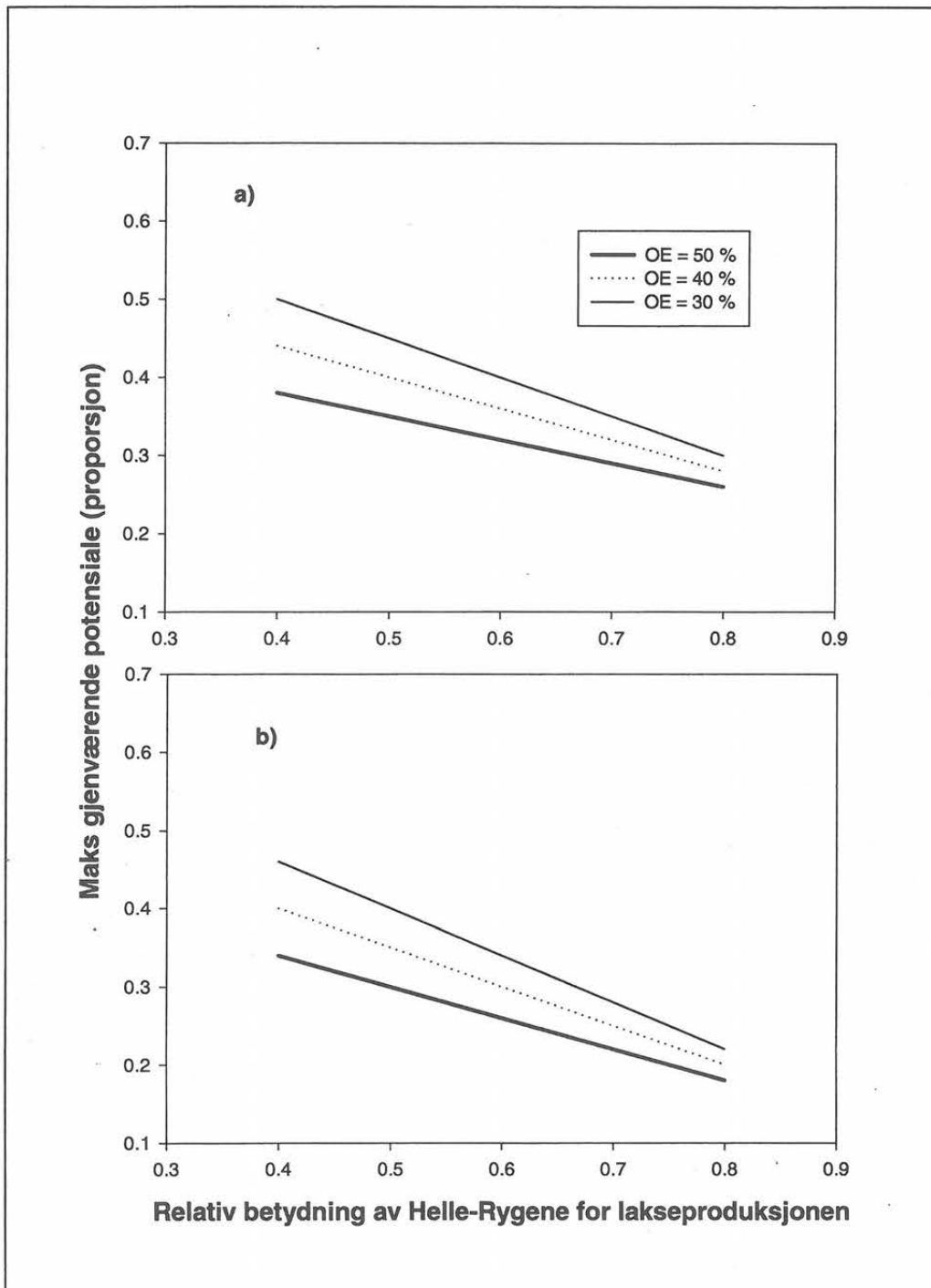
Produksjonspotensialet for laksunger på denne strekningen er derfor redusert.

Reguleringsinngrepene i vassdraget kan også ha medført nedsatt produksjon på andre måter. For eksempel kan det tenkes at overlevelsen av smolt under utvandring kan være lavere etter regulering på grunn av det endrede vassføringsregimet i elva. I Nidelva er vårflommen redusert etter regulering. I mange vassdrag sammenfaller smoltutvandring med vårflommen. Utvandring under stor flom kan gi bedre overlevelse enn på liten flom på grunn av fisken vandrer raskere ut, noe som kan bidra til redusert predasjon av smolten både i elva og utenfor elvemunningen (Hvidsten & Hansen 1988). Etter regulering må også smolten passere Rygene dam og kraftverk. Hvis smolten går gjennom kraftverket må en regne med økt dødelighet.

Reguleringsinngrepene i vassdraget kan imidlertid også ha bidratt til å bedre enkelte forhold som kan påvirke produksjonen av laksunger. Vintervannføringen i Nidelva har økt etter regulering. Svært lav vintervannføring kan være uheldig for smoltproduksjonen i en elv slik at økt vintervannføring kan gi høyere produksjon (Hvidsten et al. 1996). Det endrende vannføringsregime gjør at sannsynligheten for storflom om våren like før eller like etter at laksungene har kommet opp av grusen er vesentlig mindre etter regulering enn før. Stor vannføring på denne tiden kan medføre stor dødelighet hos laksunger (Jensen & Johnsen 1999).

Disse eksemplene viser at det kan være vanskelig å vurdere hvordan dagens produksjonspotensiale er endret på strekningen Rygene-Eivindstad sammenliknet med før regulering. Ved en befaring av elva i 1999 observerte vi imidlertid at flere tradisjonelle gyteområder pekt ut av lokalkjente oppstrøms Rygene, var degradert på grunn av store mengder sand i bunnsubstratet. Dette var spesielt framtrødende på strekningen Froland kirke til Blakstad. Dette kan skyldes endret vassføringsregime og redusert vannhastighet som følge av reguleringsinngrepene i elva, men kan også ha andre årsaker. Uansett årsak gjør denne degraderingen av gyte- og oppvekstområder at produksjonspotensialet for laks sannsynligvis er redusert på strekningen Rygene-Eivindstad i dag sammenliknet med på 1880-tallet. Det er derfor stor sannsynlighet for at dagens produksjonspotensiale for laks i Nidelva ligger en god del under det maksimalt gjenværende produksjonspotensialet vi har beregnet.

I perioden 1880-90 var gjennomsnittsfangsten i Nidelva 8 000 kg laks og sjørret. Andelen sjørret av dette antas å være liten da vassdraget sannsynligvis aldri har vært noe betydelig sjørretvassdrag (Matzow 1995). Hvis vi tar utgangspunkt i at dagens maksimale produksjonspotensiale for laks i Nidelva er på 20-30 % av potensialet på 1880-tallet tilsier dette at elva idag kan gi opphav til en laksefangst på maksimalt mellom 1 600-2 400 kg basert på egenproduksjon av fisk. Vi er ikke



Figur 6. Beregning av maksimum gjenværende produksjonspotensiale i Nidelva etter kraftutbygging som funksjon av den relative betydningen strekningen Helle-Rygene hadde for lakseproduksjonen før inngrepene. OE = den relative betydningen av strekningen ovenfor Eivindstad for produksjonen mellom Rygene og Bøylefoss før inngrep. Beregningene er foretatt for to nivåer av gjenværende potensiale på strekningen Helle-Rygene a) 20 %, og b) 10 %. Eventuelle tap i produksjonspotensiale på strekningen Rygene-Eivindstad er ikke beregnet

istand til å vurdere kvaliteten på fangststatistikken fra 1880-tallet og vet derfor ikke hvor stor en eventuell underrapportering av fangstene var. Foruten samme kvalitet på fangststatistikken forutsetter denne beregningen samme sjøoverlevelse, sjøbeskatning, og elvebeskatning hos laksen idag som på den tiden.

3.3 Samlet vurdering av produksjonspotensialet

I de to foregående kapitlene er Nidelvas produksjonspotensiale for laks vurdert på to ulike måter. Her sammenlikninger vi av disse to måtene å vurdere produksjonspotensiale på.

Basert på vår vurdering av egnede oppvekstområder for laks er maksimal smoltproduksjon ca 8 000 smolt på strekningen Rygene-Bøylefoss. Basert på Simonsen og Matzows vurdering (Simonsen 1995) blir maksimal

smoltproduksjon ca 30 000 smolt. I tillegg kommer strekningen Helle-Rygene hvor vi har vurdert maksimum smoltproduksjon til ca 2 000. Denne strekningen ble ikke vurdert av Simonsen og Matzow. Ut fra disse vurde-ringene er produksjonspotensialet av smolt på den tidligere lakseførende strekning i Nidelva fra 10 000 til 30 000 smolt. Disse tallene kan sammenliknes med en vurdering av Hesthagen & Hansen (1991a,b) over tapt smoltproduksjon som følge av forsuring. De multipliserer arealet av hele lakseførende strekning med forventet smoltproduksjon per arealenhet. For Nidelva med lakseførende areal 320,2 ha (Hesthagen & Hansen 1991), gir 3 smolt/100 m² en total estimert smoltproduksjon på ca 96 000 smolt. Denne vurderingen er også beheftet med store usikkerheter (Hindar et al. 1999), men antyder at produksjonspotensialet idag er sterkt redusert sammenliknet med forholdene før utbygging.

Vurderingen av tapt produksjonspotensiale som følge av kraftutbygging tilsier et restpotensiale på **maksimalt** et sted mellom 18 og 50 % sammenliknet med forholdene før utbygging. I denne beregningen er det antatt at det ikke har skjedd endringer i produksjonspotensiale på strekningen Rygene-Eivindstad dam. Det har også skjedd negative endringer i produksjonsmulighetene på denne strekningen, men endringene er vanskelige å tallfeste. Da det er derfor stor sannsynlighet for at dagens produksjonspotensiale for laks i Nidelva ligger en god del under dette. Denne beregningen er basert på at strekningen Eivindstad-Bøylefoss ikke er tilgjenge-lig for produksjon idag og kan derfor ikke direkte sammenliknes med beregningen basert på tilgjengelige oppvekstområder. Hvis laksen får tilgang på den øverste strekningen opp til Bøylefoss vil altså produksjonspotensialet øke noe. Det er imidlertid usikkert hvor mye et slikt tiltak vil bety (se kapitel 4.4). Begge disse b-regningsmåtene antyder imidlertid at produksjonspotensialet idag er sterkt redusert sammenliknet med forholdene før utbygging.

Vi konkluderer med at Nidelvas produksjonspotensiale for laks er sterkt redusert som følge av inngrep i vassdraget. Potensialet synes imidlertid så stort at det er grunnlag for en levedyktig laksebestand i vassdraget hvis vannkvaliteten er god nok.

4 Vurdering av fysiske tiltak for reetablering av laks

Flere studier fra norske vassdrag viser at det er mulig gjennom fysisk habitatrestaurering å tilrettelegge områder for å øke tettheten og produksjonen av laks og ørret i elver (f.eks. Brittain et al. 1993; Bremset et al. 1993; Harby & Arnekleiv 1994; Berger et al. 2001). Restaurering av laksehabitat er hovedsakelig rettet mot to typer habitater: gytehabitat og oppveksthabitat. Metodene for konstruksjon av gyteområder og hvilke krav som stilles, er belyst gjennom flere studier (f.eks. Fleming 1996; Berger et al. 2001). Nye gyteområder kan lages ved å legge ut grus på egnede steder i elva. Grusen må være sortert for å ha minimum gjennomsnittlig diameter og en jevn fordeling av partikler. Et mål på fordeling av grusstørrelse er Fredle indeks (Lotspeich & Everest 1988), som er en indeks laget med referanse til gytesuksess hos laksefisk. Det er vist at laks velger grustyper innenfor visse Fredle indekser under gyting, og at denne grustypen ligger stabilt i elva over tid (Berger et al. 2001).

Fysiske tiltak for å bedre oppvekstområder for laksunger i elver har ofte som målsetning å skape et variert bunnsubstrat som gir skjulmuligheter og som bidrar til større variasjon i vannhastighet, såkalt hydraulisk variasjon (Harby & Arnekleiv 1994). Ofte er det også nødvendig å øke vannhastigheten for at tiltakene skal være stabile over tid, for eksempel for å hindre at hulrom mellom utlagte steiner tettes med finkornet materiale. Vannhastigheten kan for eksempel økes ved innsnevring av elveløpet i horisontalplanet og ved å lage kunstige grunner som reduserer tverrsnittet i vertikalplanet. Innsnevring av elvetverrsnittet er utført som habitatforbedrende tiltak i flere vassdrag (Brittain et al. 1993; Bremset et al. 1993; Harby & Arnekleiv 1994). Innsnevring oppnås ved utlegging av store stein som i tillegg er med på å øke variasjon i vannhastighet (Harby & Arnekleiv 1994). Dersom en lykkes med å øke hydraulisk variasjon i ei elv, vil gjerne tettheten av ungfisk av laks gå opp. Erfaringer fra habitatforbedrende tiltak med utlegging av stein i Gaula tilsier at steinen bør være skifrig eller overveiende flate for å gi en god stablingsevne (N.A.Hvidsten, NINA, pers. med.). Ved utlegging av stein av samme størrelsesorden i rekker på langs over elvetverrsnittet oppnådde man en fordobling av vannhastigheten. Mellom steinrekkene fikk en konsentrasjon av vannstrømmen (jetstrøm), som holdt finsubstratet borte fra hulrommene mellom steinene. Forsøkene i Gaula viste også at utlegging av stein i elver forandrer stømetninger og kan føre til alvorlig erosjon. For at eventuelle tiltak skal være varig må steinutlegging derfor gjøres slik at elva ikke finner nye løp som igjen fører til utgraving av finmasse på nye steder og det

er derfor nødvendig med nøyaktig planlegging av slike biotopjusteringer.

4.1 Generelle betraktninger om Nidelva

Beregninger av dagens produksjonspotensiale for laks i Nidelva viser at dette ikke kan komme opp mot historisk nivå. Dette skyldes at store arealer har blitt degradert som habitat for ungfisk av laks gjennom blant annet dambygging, terskelbygging og endret vannføring. Fysiske tiltak bør derfor søke å gjenskape laksehabitat i noen av de tapte områdene. Samtidig må oppvandringsmulighet for kjønnsmoden fisk fra havet samt nedvandring for smolt sikres. Oppvandringen til de øverste delene av elva (Bøylefoss) bremses i dag trolig av dammen ved Rygene (Thorstad et al. 1998, 2000) og stanses helt av Eivindstad dam. Smoltutvandringen kan bli hindret på disse stedene og resultere i redusert overlevelse hos den utvandrende smolten.

Nidelva kan deles i tre deler som må behandles ulikt med hensyn på fysiske tiltak i forbindelse med reetablering av laks. Elva fra **Helle til Rygene dam** har en svært redusert vannføring etter regulering. I tillegg er store deler av arealet stilleflytende på grunn av terskelbygging. Elva fra **Rygene dam til Eivindstad dam** er i dag tilgjengelig for oppvandrende laks, men er påvirket av kraftverksdammene og muligens også av endret vannføringsregime i vassdraget som helhet. Elva fra **Eivindstad dam til Bøylefoss kraftverk** er i dag ikke tilgjengelig for oppvandrende laks.

Hver av de tre delene kan vurderes med referanse til to hovedtyper fysiske tiltak:

- 1) Gjenskape tapt laksehabitat gjennom:
 - a) Konstruksjon av nye gyteområder,
 - b) konstruksjon av nye oppvekstområder med skjulmuligheter,
 - c) generell økning av vannføringen og
 - d) lokal økning av vannhastigheten langs bunnen ved,
 - endring av eksisterende terskler og
 - utplassering av strømkonsentratorer.
- 2) Forbedring av laksens vandringsveier i elva for å legge til rette for:
 - a) Oppvandring av kjønnsmoden laks og
 - b) nedvandring av smolt (og utgytt laks).

4.2 Mulige tiltak på strekningen Helle-Rygene

Byggingen av tersklene på strekningen Helle-Rygene har skapt store terskelbassenger hvor vannhastigheten er lav. Nedenfor hver terskel finner vi likevel områder med høyere strømhastighet og grovt bunnssubstrat med

mange skjulmuligheter for laksunger. Det er på disse områdene det finnes laksunger i dag. Habitatkarakteriseringen viste at området per idag sannsynligvis har begrensede gytemuligheter og relativt små oppvekstområder for laksunger. Økning av minstevannføringen vil skape ei større elv med større arealer med høyere vannhastighet, noe som gir høyere produksjon av laks. Konesjonsvilkårene setter imidlertid bergensninger for et slikt tiltak. Nedvandring av smolt produsert på denne strekningen er trolig uproblematisk. Det er imidlertid mulig at en styrt vårflom i minstevannsføringsløpet kan øke overlevelsen til smolten og dermed øke antallet tilbakevandrende kjønnsmoden laks.

4.2.1 Konstruksjon av nye gyteområder

Generelt kreves det ikke store arealer gytehabitat for laks i ei elv, men siden oppstrøms vandring av nyklekket laksengel ikke er vanlig, er det viktig at gyteområdene er lokalisert øverst i elvestrengen. I tillegg vil jevn spredning av gode gyteområder langs hele elveløpet øke sjansene for rask reetablering. I minstevannføringsløpet registrerte vi at ca 1 % av totalarealet var gytehabitat. Klassifiseringen bygget både på faktiske observasjoner av gamle gytegroper og observasjoner av gyteaktivitet (Bjørn Jørgensen pers. med.). Klassifisering med referanse til erfaring fra andre elver ville beskrive områdene som lite gode gyteområder, og uten faktiske observasjoner av gyteaktivitet ville derfor arealet blitt beregnet til under 1% av totalarealet (fisken gyter der i dag trolig fordi den ikke har noe valg).

Konstruksjon av gyteområder vil være mulig i utløpet av kulpen nedenfor Rygene dam og i tilknytning til de tre tersklene. Det vil være mulig å legge ut grus på oversiden av tersklene og i utløpet av den dype hølen ved Rygene. På disse lokalitetene vil det utlagte substratet kunne ligge stabilt selv under kraftige flommer. De gode oppvekstområdene like nedenfor Rygene dam vil lettere bli tatt i bruk av laksunger dersom det lå et gyteområde i nærheten. Området like nedenfor Rygene utgjør ca 40 % av det totale arealet på denne strekningen som vi har klassifisert som godt oppvekstområde for laks. Det ble ikke observert laksunger på dette området ved befaringen høsten 2000, muligens fordi det ikke finnes egnet gytesubstrat i nærheten. Et nytt gyteområde som kan forsyne dette området med laks vil følgelig kunne bidra vesentlig til at produksjonspotensialet for laks i minstevannføringsløpet utnyttes. Tilrettelegging av bedre gyteområder i forkant av de tre tersklene vil også bidra til at sjansen for vellykket gyting øker i disse områdene. Vellykket gyting av laks er en forutsetning for at minstevannføringsløpets produksjonspotensiale utnyttes til fulle (se kapittel 3.1.1.). Konstruksjon og opprustning av gyteområder på strekningen Helle-Rygene vil derfor kunne øke produksjonen av laks.

Ved restaurering av gyteområder i Gråelva i Nord-Trøndelag (Berger et al. 2001) ble det regnet en total kostnad for utlegging av gytegrus på 100 kr/m² (40 cm tykkelse). Dette inkluderer kjøp av sortert grus (50 % av kostnaden), utkjøring og planering. Totalt på de fire aktuelle områdene på strekningen Helle-Rygene vil det kreves ca 2000 m² (40 cm tykkelse) med gytegrus. Total kostnad blir ca 200 000 kroner. Kostnadene øker dersom det er dårlig tilgjengelighet for anleggsmaskiner til områdene.

4.2.2 Økning av oppvekstområder

Økning av arealet som er egnet som oppvekstområder for laks, kan oppnås gjennom økt vannhastighet på områder der bunnsstratumet ellers er gunstig for laksunger. Kartleggingen av strekning mellom Helle og Rygene viser at en relativt stor del av arealet (47 %) består av grovt substrat hvor vannhastigheten er svært lav. Vannhastigheten i terskelbassengene på strekningen Rygene-Helle kan i teorien endres ved en åpning av tersklene. Dette vil gi øket vannhastighet lokalt, men vil også føre til en reduksjon av vanddekket areal på strekningen. For å undersøke hvilken effekt et slikt tiltak kan ha og hvordan en modifisering av tersklene skal utføres er det mulig å utføre en simulering ved hjelp av SSIIM modelleringsverktøy (Halleraker et al. 2000). En simulering synes nødvendig før en kan vurdere hvilke effekter et slikt tiltak kan gi med hensyn til økt oppvekstareal. Sannsynligvis må en åpning av tersklene være relativt omfattende før det gir seg utslag i store områder med større vannhastighet og dermed større arealer med gode oppvekstvilkår for lakseunger. Dette vil nødvendigvis medføre at vanddekt areal avtar. Det kan også være at det ikke er mulig å oppnå store effekter med et slikt tiltak, idet elva på denne strekningen hadde mange naturlige terskler som gjorde at vanddekket areal var rimelig bra selv ved liten vannføring (Borgstrøm 1976). Et slikt tiltak kan også komme i konflikt med andre interesser i vassdraget som terskelbygging skal ivertta. Det bør derfor vurderes om åpning av terskler i det hele tatt er et aktuelt tiltak før det brukes penger på et slikt prosjekt.

4.2.3 Oppvandring av voksen laks - mulige tiltak

Oppvandring av laks i minste vannføringsløpet mellom Rygene og Helle har blitt studert ved radiotelemetri i 1997 og 1999 (Thorstad et al. 1998, 2000). For detaljer vedrørende disse undersøkelsene vises til disse rapportene. Thorstad et al. (2000) konkluderer som følger:

- «Radiomerkeundersøkelsene viser at oppvandrede laks forsinkes og hindres i oppvandringen ved Helle og i minste vannføringsløpet, både ved minste vannføring 3 og 5 m³/s. En økning i minste vannføring fra 3 til 5 m³/s syntes å forkorte tiden laksen oppholdt

seg ved Helle, og medførte at laksen nesten ikke oppholdt seg inne i kraftverkstunnelen. Økt minste vannføring medførte imidlertid ikke at en signifikant større andel av fisken passerte tunnelutløpet og vandret opp i minste vannføringsløpet. Vandringen i minste vannføringsløpet ser særlig ut til å forsinke i strykene ovenfor Vadretet og ved terskelen i Kalvehagfossen. Terskelen ovenfor Strubru kan også være med på å forsinke oppvandringen. Ingen områder i minste vannføringsløpet ser imidlertid ut til å være svært vanskelige vandringshindre. Det er mulig at summen av vandringshindre sammen med lav vannføring reduserer motivasjonen for oppvandring.»

Thorstad et al. (2000) diskuterer også tiltak som bør vurderes for å bedre oppvandringen på strekningen:

«Mulige tiltak som bør vurderes:

- **Øke vannføringen i minste vannføringsløpet.** Dette vil trolig ha en positiv effekt både på oppvandringen ved Helle og på andelen fisk som fullfører vandringen opp minste vannføringsløpet. Tiltaket kan på grunn av konsesjonsvilkårene for kraftverket være lite aktuelt, og en bør i så fall vurdere andre kompensasjonstiltak for å lette oppvandringen ved Helle og i minste vannføringsløpet.
- **Omforme elveleiet ved tunnelutløpet ved Helle slik at det blir lettere for laksen å finne minste vannføringsløpet.** En terskel i elveleiet ovenfor tunnelutløpet vil konsentrere vannet fra minste vannføringsløpet og kan bedre oppvandringen ved at det blir lettere for laksen å finne vannstrømmen fra minste vannføringsløpet. Andre fysiske utbedringer for å endre vannstrømmen ved tunnelutløpet kan også være aktuelle. Fysiske tiltak ved tunnelutløpet forventes å ha en positiv effekt på oppvandringen ved Helle, men ikke i selve minste vannføringsløpet.
- **Elektrisk sperre ved tunnelliniøpet.** Det er ikke vist at slike sperrer fungerer på en god måte, og det er ikke sikkert at en slik sperre vil fungere ved Helle. En eventuell installasjon må anses som et forsøk. En elektrisk sperre kan i beste fall hindre laksen fra å gå inn i tunnelen, men vil ikke ha en positiv effekt på oppvandringen videre i minste vannføringsløpet. Hvis sperren ikke hindrer fisk i å vandre inn i tunnelen, kan den fungere slik at fisken vegrer seg for å passere sperren på nytt og vandre ut av tunnelen igjen. Området ved Helle benyttes som bade plass, og det er registrert innslag av saltvann opp til tunnelutløpet i perioder. De sikkerhetsmessige forholdene ved en eventuell installasjon av elektrisk sperre må vurderes svært nøye.
- **Fysiske tiltak ved vandringshindre i minste vannføringsløpet.**
- **Lokkeflommer i stedet for konstant vannføring i minste vannføringsløpet.** Lokkeflommer vil ikke påvirke laks som står inne i kraftverkstunnelen, men kan ha en positiv effekt på laks som står like utenfor tunnelåpningen og laks i minste vannføringsløpet. Minste vannføringen er i gjennomsnitt 5 m³/s fra 1. mai til 30. september og 1 m³/s resten av året.

Gjennomsnittlig vannføring på 5 m³/s ble tidligere oppnådd ved å slippe 3 m³/s i tillegg til lokkeflommer 4 dager per uke (Matzow 1995). Det er ikke kjent om lokkeflommer slik de ble sluppet tidligere med en gjennomsnittlig vannføring på 4,81 m³/s, stimulerer oppvandring i vesentlig større grad enn jevn vannføring 5 m³/s. Resultatene i denne undersøkelsen viste imidlertid at laksen oppholdt seg lange perioder inne i tunnelen ved minstevannføring 3 m³/s, og dermed ikke ville bli påvirket av lokkeflommer i stor grad, mens de ved minstevannføring 5 m³/s hovedsakelig oppholdt seg utenfor tunnelen. En større fleksibilitet med hensyn til minstevannføring og lokkeflommer bør diskuteres. Det er mulig at en kortere sesong med økt minstevannføring er tilstrekkelig, og at en dermed kan slippe en enda større minstevannføring og lokkeflommer i deler av oppvandringssesongen. En mulighet er at så snart et visst antall laks har passert Rygene, reduseres minstevannføringen for å «spare» vannet til neste år. Perioden med økt minstevannføring bør i størst mulig grad justeres etter perioden med størst lakseoppvandring. Det må utredes hvilke fleksible løsninger for minstevannføring som er mulig å gjennomføre i forhold til drift av kraftverket. Ved en eventuell etablering av en selvreproduserende stamme i vassdraget, må minstevannføringsregimet også diskuteres i forhold til om gytebestander skal etableres i minstevannføringsløpet eller bare ovenfor Rygene.

- **Periodevis stans av kraftverket med høy vannføring i minstevannføringsløpet.** Dette vil trolig ha en positiv effekt både på oppvandringen ved Helle og på andelen fisk som fullfører vandringen opp minstevannføringsløpet. Det er imidlertid usikkert hvor lang tid det er nødvendig å stanse kraftverket for å oppnå ønsket effekt. Tiltaket kan være uaktuelt på grunn av små muligheter til å magasinere vann ovenfor Helle ved stans av kraftverket.
- **Forbedringer av inngangen til trappa ved Rygene.** Resultatene fra radiomerkingen tyder på at laksen forsinkes i kulpen ved Rygene. Dette kan skyldes at laksen har problemer med å finne inngangen til trappa. I hvilken grad de ulike partier av selve trappa fungerer godt bør også vurderes.»

4.2.4 Oppvandring av voksen laks - vurdering og prioritering av tiltak

Telemetriundersøkelsene i Nidelva viser at laksevandringerne i Nidelva forsinkes av strekningen Helle-Rygene, både utenfor kraftverksutløpet ved Helle, i selve minstevannføringsløpet og ved trappa i Rygene. Denne strekningen kan derfor bli en flaskehals for reetableringen av laks i vassdraget. Et åpent spørsmål i dag er imidlertid i hvor stor grad denne strekningen påvirker oppgangen og dermed reetableringen av laks ovenfor Rygene. At fisken forsinkes ved sin vandring trenger ikke å være til

hinder for en reetablering, så lenge nok fisk er i stand til å vandre oppover og utnytte gyteområdene lenger opp. Vurderingen er vanskelig fordi vi ikke vet hvor mange fisk som stopper nedenfor Helle og i minstevannføringsløpet. En måte å undersøke hvor mange fisk som stopper i minstevannføringsløpet er å gjennomføre en gytefisketelling på strekningen Rygene-Helle. Et annet alternativ er å plassere fisketeller(e) i en eller flere av trappene i minstevannføringsløpet slik at en kan få data på hvor mye fisk som passerer trappene. Ved å få et begrep om hvor mange fisk som oppholder seg på minstevannføringsstrekningen og sammenholde det med antall fisk som har passert fiskeslusa vil en få kunnskap om problemets omfang. Vurderingen av i hvor stor grad minstevannføringsløpet er til hinder for lakseoppgangen er også vanskelig fordi hovedmengden av den laksen som idag søker opp i vassdraget ikke er vokst opp i Nidelva. Denne fisken har derfor ikke de erfaringer en naturlig produsert smolt skaffer seg under utvandringen. Denne erfaringen har vist seg å være viktig for fiskens vandring oppover i vassdraget som voksen laks (Jonsson et al. 1990). Det er sannsynlig at laks som er vokst opp ovenfor Rygene vil ha en større trang til å vandre opp minstevannføringsløpet enn laks som ikke har tilhørighet i vassdraget. Om minstevannføringsløpet vil bli til vesentlig hindring for laksenes gang oppover elva (og dermed reetableringsprosessen) vil først bli klart når vi får en vesentlig tilbakevandring av egenprodusert fisk. Vi vil derfor anbefale en vente å se holdning med hensyn på mulige fysiske tiltak i selve minstevannføringsløpet, men foreslår å gjennomføre tiltak ved Helle og i trappa ved Rygene. I tillegg bør forsøkene med lokkeflommer fortsette.

Etter vår vurdering vil altså de tre mest aktuelle tiltakene med hensyn på laksens vandring på denne strekningen foreløpig være:

- Omforme elveleiet ved tunnelutløpet ved Helle slik at det blir lettere for laksen å finne minstevannføringsløpet.
- Kontinuerlig evaluering og forbedring av laksens passasje inn i og gjennom trappa ved Rygene inntil denne fungerer tilfredstillende.
- Fortsette utprøvingen av lokkeflommer i minstevannføringsløpet og evaluere disse lokkeflommenes betydning for oppgangen av laks.

Ved fisketrappa opp til Rygene kan laksen ha problemer med å finne inngangen til laksetrappa og/eller den kan ha problemer med å passere ulike partier av selve trappa. Det foreligger foreløpig liten generell kunnskap om hva slags hydrauliske forhold som gjør at fisk finner inngangen til enkelte fisketrapper mens den kan ha problemer ved andre trapper. Videre har vi også liten generell kunnskap om hvilke hydrauliske forhold i selve trappa som gjør at enkelte partier kan være vanskeligere å passere for laksen enn andre. Inntil slik generell kunnskap foreligger må tiltak for å bedre eventuelle problemer derfor i stor grad baseres på observasjon og deretter handling ved prøve og feile metoden. Slik

observasjon og utprøving gjøres best lokalt. Alternativt må det settes igang forskning for å øke den generelle kunnskapen på området. Slik forskning kan gjennomføres i fisketrappa ved Rygene. Aktuelle problemstillinger kan være detaljerte vandringstudier av laksens vandring i relasjon til hydrauliske forhold, eller telemetristudier knyttet til laksens energiforbruk i ulike deler av trappa for å identifisere problematiske partier. Vi har anbefalt en vente å se holdning med hensyn på mulige fysiske tiltak i selve minstevannføringsløpet i påvente av at tilbakevandringen av laks som er produsert i elva øker. Den samme betraktningen kan gjøres vedrørende forskning på vandringene i nærheten av og i laksetrappa. Vi anser det imidlertid viktig at det skjer en kontinuerlig evaluering og forbedring av laksens passasje inn i og gjennom trappa ved Rygene inntil denne fungerer tilfredstillende.

Laksens passering gjennom fiskeslusa i dammen er heller ikke problemfri (Dag Matzow pers. med.). Gjennom de senere årene er det ervervet mye erfaringskunnskap om hvordan slusa skal opereres for at oppgangen av fisk skal skje best mulig. Det er viktig at denne kunnskapen systematiseres og dokumenteres for framtidig drift av lakseslusa.

Lokkeflommer kan være et alternativ til fysiske tiltak for å lette oppvandring av laks gjennom minstevannføringsløpet. Det er sannsynlig at lokkeflommer sluppet på riktig måte stimulerer oppgangen av laks. Det er i løpet av de siste årene gjennomført en del forsøk på slipp av lokkeflommer gjennom minstevannføringsløpet i Nidelva (Dag Matzow pers. med.). Tilsynelatende har enkelte av disse lokkeflommene hatt god effekt på oppgangen av laks inn i trappa og opp i lakseslusa ved Rygene. Det er imidlertid vanskelig å vurdere effekten av disse lokkeflommene objektivt, idet en ikke vet hvor mange fisk som til enhver tid oppholder seg i minstevannføringsløpet. Hvis det monteres en eller flere fisketellere i trappene i minstevannføringsløpet kan en få data på hvor mye fisk som til enhver tid har vandret forbi de enkelte trappene. Slike data kan gjøre det mulig å få mer kunnskap om hvordan lokkeflommer best slippes for å virke stimulerende på oppvandringen av laks gjennom minstevannføringsløpet.

4.3 Mulige tiltak på strekningen Rygene-Eivindstad

Store deler av elveløpet fra dammen ved Rygene til dammen på Eivindstad er både i dag og i historisk perspektiv dårlig egnet som oppvekst og gyteområde for laks. Strekningen fra Rygene til Bjorsund er påvirket av dammen ved Rygene. Oppdemmingen lager et basseng som egner seg dårlig som laksehabitat. Videre er strekningen fra Bjorsund til Blakstad lite egnet som laksehabitat og har sannsynligvis aldri vært noe viktig oppvekstområde for laks. Disse områdene av elva har en

ikke ubetydelig bestand av abbor og det finnes også gjedde her (Simonsen 1995; Larsen & Berger 1998). Disse fiskeartene fantes i Nidelva også på slutten av 1800-tallet. Sannsynligvis vil ikke laksunger kunne utnytte slike stilleflytende partier uten vesentlig skjulmuligheter i nærvær av konkurrenter og predatorer som abbor og gjedde. Disse områdene hadde neppe betydning som oppvekstområde for laks på 1800-tallet heller. Selv om en kan tenke seg å bedre skjulmulighetene for småfisk på denne strekningen ved utlegging av stein i passende størrelse er det usikkert om disse områdene vil kunne tas i bruk og bidra til en økt lakseproduksjon. Vi har derfor ingen forslag til habitatforbedrende tiltak på strekningen fra Rygene til Blakstad.

Deler av elvestrekninga fra Blakstad til Eivindstad dam har større vannhastighet og grovere bunnsstrat enn elva nedenfor Blakstad. Ved Espeland finnes idag de beste gyte- og oppvekstområdene i elva. Resten av denne strekningen er preget av at bunnsstratet har fått tilført sand. Forbedringer av skjulmulighetene for laksunger på denne strekningen vil sannsynligvis gi større lakseproduksjon idet laksungene må antas å kunne klare seg bedre overfor abbor og gjedde i områder med større vannstrøm og bedre skjulmuligheter.

Vandringmulighetene for oppvandrende laks skulle være gode så snart fisken er kommet forbi Rygene. Utvandrende smolt og utgytt laks må derimot passere Rygene dam og her kan det være behov for tiltak.

4.3.1 Konstruksjon av nye oppvekstområder

Det mest aktuelle tiltaket synes å være habitatrestaureringstiltak med utlegging av stein på områder mellom Froland kirke og Blakstad. En økning av vannhastigheten over bunnsstratet vil kunne føre til utvasking av sand. Dette vil kunne øke smoltproduksjonen lokalt spesielt i området fra Froland kirke til Blakstad. Særlig vil det kunne lages nye grunner som gir en innsnevring i vertikalplanet. Høyere vannhastighet vil avdekke det grovere substratet som allerede er der, men også steinen som benyttes i selve konstruksjonen vil danne skjulplasser for laksunger. Effektene av et slikt tiltak avhenger av de utlagte områdenes størrelse. På den aktuelle strekningen finnes store arealer som kan tenkes restaurert. Det er vanskelig å forutsi effekten på smoltproduksjon som følge av dette tiltaket. Hvis vi som tidligere antar at maksimal smoltproduksjon er 15 smolt/100 m² kan et slikt tiltak gi 1500 smolt per 10 000 m² areal. Ut fra vår habitatvurdering er det ca 45 000 m² godt oppvekstområde på strekningen Rygene-Eivindstad i dag. Omfattende tiltak på denne strekningen skulle derfor ha godt potensiale til å øke elvas produksjon av laks. Vi har ingen erfaringstall som kan angi kostnaden av et slikt tiltak.

4.3.2 Tiltak for å sikre fiskens utvandring over Rygene dam

Nedvandrende smolt og utgytt laks fra områder ovenfor Rygene må passere dammen på Rygene ved utvandring. Dammen har overløp som sammen med vannføringa i fisketrappa sikrer minstevannføring i elva nedenfor Rygene. Det er derfor mulig for smolt og utgytt laks å passere dammen uten å gå gjennom turbinene. Dette kan være avhengig av hvor mye vann som slippes over dammen. Før 1. mai er minstevannføringen 1 m³/s, mens den etter dette er i gjennomsnitt 5 m³/s. Hoveddelen av smoltutvandringa i Nidelva skjer sannsynligvis etter 1. mai. Det er viktig å arbeide for at smolten går ut over overløpet og ikke gjennom turbinen på kraftverket. Fallet ved overløpet vil trolig ikke medføre vesentlig dødelighet for utvandrende smolt mens utvandring gjennom turbinen sannsynligvis vil føre til noe dødelighet. Erfaringstall tilsier at dødeligheten ved at smolt passerer gjennom store Kaplanturbiner er i størrelsesorden 10-25 % (Ruggels 1980; Stier & Kynard 1986). Dødelighetstap som følge av at fisk passerer gjennom kraftverk er imidlertid vanskelig å forutsi uten å gjøre praktiske forsøk, idet fiskedødelighet ikke bare skyldes skade som følge av passering gjennom turbinen, men også andre forholdet ved kraftverket som for eksempel forhold ved tunnelen (Montén 1985). En bør gjøre forsøk for å undersøke smoltdødelighet i forbindelse med at fisken passerer kraftverket ved Rygene. Hvis utgytt laks går ut gjennom kraftverket må en sannsynligvis regne med total dødelighet av denne, idet dødeligheten ved passering gjennom turbiner øker kraftig med fiskens størrelse (Montén 1985).

Om utvandrende smolt vil gå gjennom kraftverket eller over dammen kan ikke vurderes før det vandrer ut smolt fra vassdraget. Hvis det viser seg at smolten går gjennom kraftverket og at dødeligheten ved dette er betydningsfull må en vurdere fysiske tiltak for å lede smolten over dammen. Alternativt må en vurdere endrete rutiner for vannslipp over dammen for å oppnå det samme. Det foreligger liten generell kunnskap om når og hvordan utgytt laks vandrer ut fra vassdrag etter gytting. Her er det behov for undersøkelser før en kan si noe om hvordan (og når) denne fisken vil passere dammen ved Rygene.

4.4 Mulige tiltak på strekningen Eivindstad-Bøylefoss

Elvestrekningen er ikke idag tilgjengelig for oppvandrende laks, men kan bli det ved bygging av fisketrapp eller sluse forbi Eivinstad dam. Når en ser bort fra terskelbassenget som dannes av Eivindstad dam, synes elva ovenfor dammen i mindre grad degradert på grunn av kraftutbygging enn områdene nedenfor. Registreringene viser at det finnes minst to gode gyteområder

ovenfor Eivinstad. På grunn av elvas størrelse og feltundersøkelsens omfang er det sannsynlig at det finnes flere gode gyteområder vi ikke har registrert. Gyteområder synes derfor ikke begrensende for at det skal foregå lakseproduksjon på denne strekningen. Strekingen synes å ha begrensede oppvekstområder for laks. Vi kan imidlertid ikke peke på noen områder på denne strekningen hvor det åpenbart ligger til rette for habitatforbedrende tiltak med hensyn på å konstruere større oppvekstområder for laksunger. Vi vil derfor ikke foreslå habitatforbedrende tiltak på denne strekningen i denne omgang.

Tiltakene som er aktuelle er derfor hvordan laksens vandringsveier best kan sikres.

4.4.1 Bygging av laksetrapp/laksesluse i Eivindstad dam

Bygging av laksetrapp i dammen er prosjektert og kostnadsberegnet. En grov kostnadskalkyle viser at trappa vil koste i overkant av 2 millioner. Det foreligger også et forslag om bygging av en ny type sluse (Fjørstad) som leder fisken gjennom dammen i et rør med kontroll av vanntrykket. Dette tiltaket er antatt å være rimeligere enn bygging av laksetrapp.

Hvis laksen på nytt får tilgang til oppvekstområdene mellom Eivindstad dam og Bøylefoss vil arealet for produksjon av laks i Nidelva øke. Ved vår befaring av vassdraget i 1999 fant vi små områder som kunne sies å være egnet som oppvekstområder for laksunger. Elva ble på denne strekningen undersøkt fra bredden slik at vurderingen er beheftet med stor usikkerhet. Simonsen og Matzow vurderte situasjonen annerledes enn oss og fant større områder som kunne være egnet som oppvekstområder. Da det foreligger stor usikkerhet omkring disse vurderingene er det vanskelig å anslå betydningen av tiltaket i form økt smoltproduksjon. Med all sannsynlighet vil imidlertid tiltaket gi en økning av produksjonspotensialet for laks i Nidelva. Økningen vil imidlertid ikke tilsvare den opprinnelige produksjonen på denne strekningen fordi terskelbassenget som dannes av dammen neppe er særlig egnet som oppvekstområde for laks. Vi kjenner ikke til bunnforholdene i bassenget, men forekomsten av konkurrenter og predatorer som abbor og gjedde gjør det lite sannsynlig at området kan utnyttes i noen særlig stor grad av laksunger. Terskelbassenget er ca 2 km langt og strekker seg dermed over 1/3 av strekningen fra dammen opp til Bøylefoss. En enkel betraktning tilsier derfor at restpotensialet ovenfor Eivinstad er maksimum 2/3 av det opprinnelige potensialet. Ettersom Eivindstad kraftverk utnytter et fall på ca 17 m er det åpenbart at det er stryk/fosse- strekninger som her har blitt neddemmet. Disse strekningene har sannsynligvis vært bedre oppvekstområder for laks enn de mer stilleflytende partiene nedenfor Bøylefoss. Dagens potensiale

for lakseproduksjon på denne strekningen er derfor sannsynligvis en god del lavere enn 2/3 av det opprinnelige potensialet før utbygging.

4.4.2 Tiltak i forbindelse med smoltutvandring forbi Eivindstad dam

Smolten som produseres på strekningene nedenfor Bøylefoss må passere Eivindstad dam under utvandring. Dammen har ikke kontinuerlig overløp i dag. Flomluker i dammen benyttes bare i enkelte situasjoner mens overløp sjelden forekommer. Smoltutvandringen vil derfor bli hindret av Eivindstad dam og smolten må hovedsakelig passere gjennom kraftverket. Eivindstad kraftverk har en Kaplanturbin og tre Francisturbiner. Smolt dødelighet i forbindelse med at fisk går gjennom Francisturbiner er ofte høyere og mer vanskelig å forutsi enn gjennom Kaplanturbiner (Ruggles 1980). Det bør derfor vurderes om det er mulig å manøvrere kraftverket slik at mesteparten av smolten vil passere gjennom Kaplanturbinen.

Hvis det viser seg at dødeligheten av smolt gjennom kraftverket er betydningsfull må en vurdere mulighetene for å slippe vann i et overløp over dammen under smoltutvandringen.

Da det ikke er kontinuerlig overløp over dammen må også utgytt laks gå gjennom kraftverket. En må sannsynligvis regne med total dødelighet av denne idet dødeligheten ved passering gjennom turbiner øker kraftig med fiskens størrelse (Montén 1985).

4.5 Prioriteringer av tiltak

Vi har i det foregående avsnitt vurdert flere fysiske tiltak som kan være aktuelle ved en reetablering av laks i Nidelva. Noen tiltak har vi vurdert som lite aktuelle underveis og vil ikke trekke fram disse her. Når det gjelder oppvandring av fisk forbi minstevannføringsløpet forelå det flere mulige tiltak og vi har foretatt en prioritering mellom disse i avsnitt 4.1.4. Vi vil her trekke fram de mest aktuelle tiltakene og gjøre en prioritering mellom disse.

Et viktig utgangspunkt for vurderingen er at Nidelva synes å ha en sterkt nedsatt produksjonsevne for laks selv om vannkvaliteten bedres til akseptabelt nivå. For å få en sterkest mulig selvreproduserende stamme i elva er det derfor viktig at alle opprinnelige elveavsnitt som var tilgjengelig etter hvert tas i bruk. Videre er det også viktig at produksjonspotensialet fullt utnyttes på de strekninger hvor det i dag er redusert som følge av kraftutbygging og inngrep. Det bør derfor etter vår mening satses på tiltak i alle elvas deler.

En rangering av tiltak for å øke produksjonen av laks i Nidelva vil alltid måtte knyttes til økonomiske hensyn. Alle de foreslåtte tiltakene krever ekspertise også fra andre fagområder enn biologi. Vi har ikke mulighet på dette stadiet i prosessen å innhente detaljerte kostnadsoversikter som gjør oss i stand til å veie kostnader mot resultat. Likevel foretar vi en rangering utfra grove anslag og kost/nytte effekter.

Tiltak bør prioriteres i følgende rekkefølge:

- 1) Kontinuerlig evaluering og forbedring av laksens passasje inn i og gjennom trappa ved Rygene inntil denne fungerer tilfredstillende .
- 2) Fortsette utprøvingen av lokkeflommer i minstevannføringsløpet og evaluere disse lokkeflommenens betydning for oppgangen av laks.
- 3) Konstruksjon av 4 gyteområder på strekningen Helle-Rygene.
- 4) Forbedring av ungfiskhabitat på strekningen Blakstad-Froland.
- 5) Vurdering av behov for tiltak i forbindelse med utvandring av fisk ved Rygene dam.
- 6) Omforming av elveleiet ved tunnelutløpet ved Helle slik at det blir lettere for laksen å finne minstevannføringsløpet.
- 7) Vurdere manøvrering av Eivindstad kraftverk i forbindelse med smoltutgang.
- 8) Bygging av laksetrapp/laksesluse i Eivindstad dam.

Begrunnelse for prioritering

Laksens oppvandring i nedre deler av Nidelva kan være en flaskehals for reetablering av laks i vassdraget. Den største flaskehalsen kan være ved Helle hvor laksen stopper utenfor kraftverksutløpet. Tiltak for å bedre oppvandringen i minstevannføringsløpet er derfor viktig. Vi prioriterer likevel tiltak ved Helle noe ned på lista fordi problemets omfang er usikkert, tiltaket er kostbart og effekten vanskelig å forutsi. Vi har idag en ikke ubetydelig oppgang av fisk gjennom minstevannføringsløpet. De beste gyte- og oppvekstområdene er ovenfor Rygene og det er derfor svært viktig at den fisken som har vandret opp minstevannføringsløpet også passerer det siste vandringshindret på strekningen. Vi prioriterer derfor tiltak ved Rygene øverst. Lokkeflommer virker sannsynligvis stimulerende på laksens oppgang gjennom minstevannføringsløpet. Forsøkene med lokkeflommer bør fortsette og en bør forsøke å evaluere betydningen av slike flommer. Dette tiltaket bør også ha høy prioritet.

Det er i dag tilstrekkelig med gytefisk i minstevannføringsløpet, men arealet av egnede gyteområder synes svært små. Minstevannføringsløpet har et restpotensiale for smoltproduksjon (om enn lite). Dette restpotensialet kan utnyttes ved et relativt billig tiltak som derfor prioriteres høgt.

De beste gyte- og oppvekstområdene i Nidelva ligger i dag øverst på strekningen Rygene-Eivindstad. Potensialet for habitatrestaurerende tiltak som kan øke ung-

fiskproduksjonen er også størst på denne strekningen. Tiltaket om å forbedre ungfiskhabitat på strekningen Blakstad-Froland kirke prioriteres derfor høgt selv om kostnadene kan være store.

Vi mener at vandringsveier for oppvandrende laks og nedvandrende smolt på de nedre deler av vassdraget bør prioriteres foran vandringsveier øverst i vassdraget. En forutsetning for at potensialet i de øvre deler av vassdraget skal kunne utnyttes er at vandringsveiene nederst i vassdraget fungerer. Vi prioriterer derfor tiltakene omkring fiskevandring forbi Eivindstad dam nederst på vår liste.

5 Biologiske tiltak for reetablering

Det kan tenkes flere strategier for reetablering av laksebestander i vassdrag (Johnsen et al. 1999). En strategi er å la naturen gå sin gang, med naturlig rekolonisering av ville feilvandrere samt rømt oppdrettslaks og fisk fra utsetningsforsøk i andre vassdrag. Denne strategien følges blant annet i Soknedalselva der det ikke settes ut laks. En annen strategi er å kombinere naturlig rekolonisering med fiskeutsettinger som har til hensikt å reetablere bestanden raskere, og som også gir mulighet for å styre reetableringen økologisk og genetisk. Denne strategien følges blant annet i Tovdalselva og Mandalselva.

I mange vassdrag som kalkes, settes det ut fisk. Antall utsatte fisk har variert fra vassdrag til vassdrag, men har gjennomgående vært lavt (Johnsen et al. 1999). Kun i ett vassdrag (Audna) kan utsettingene karakteriseres som betydelige, og bare i ett av årene (1990) ble det satt ut så mye fisk at det tilsvarte ca. halvparten av vassdragets midlere, opprinnelige smoltproduksjon. De beskjedne utsettingene som hittil er foretatt i de vassdragene som kalkes, er i tråd med forvaltningens syn på kultiveringsvirksomhet. I handlingsplan for kalkingsvirksomheten i Norge mot år 2000 (Direktoratet for naturforvaltning 1995) heter det om kultivering:

- «All kultiveringsaktivitet i forbindelse med kalking skal gjøres etter de generelle retningslinjene som gjelder for slik virksomhet. Ved all fiskekultivering bør det være et mål å begrense utsetting til det absolutt nødvendige. Dette begrunnes både med fare for spredning av sykdommer, og fare for genetisk påvirkning av naturlige bestander. Der biotopforbedrende tiltak kan gi effekt bør dette velges framfor utsetting av fisk. Kalking er et slikt biotopforbedrende tiltak. Målet med alle kalkingsprosjekter i lokaliteter med en fiskebestand er å få til en sjølreproduserende fiskestamme. Som hovedregel bør det ikke settes ut fisk dersom fiskebestanden kan bygge seg opp igjen på egen hånd etter kalking. Dersom det må settes ut fisk, bør det som hovedregel ikke settes ut fisk av andre stammer. Behovet for slike støtteutsettinger må vurderes i hvert enkelt tilfelle. Dersom det kalkes i en lokalitet som har mistet sin naturlige fiskebestand og ny fisk skal introduseres, skal det settes ut fisk av samme art som var opprinnelig i lokaliteten. Det skal brukes fisk av lokal stamme, dvs. fisk som stammer fra samme kultiveringssone»

Dersom vi setter ut fisk med tanke på reetablering vil valg av utsettingsstadium (rogn, uføret yngel, settefisk, smolt) ha stor betydning for hvor raskt resultatene melder seg i form av tilbakevandrende laks til vassdraget. Utsetting av smolt av god kvalitet vil allerede året etter resultere i tilbakevandrende laks som kan

fiskes på, og som vil gyte i vassdraget. Ved utsetting av rogn og uføret yngel derimot vil det i beste fall ta 3-4 år før resultatene melder seg i form av tilbakevandrende laks. I de kalkede vassdragene har uføret yngel vært det mest brukte utsetningsstadiet. Mens smolten er kostbar å produsere i anlegg som krever store investeringer, behøves relativt små investeringer for å produsere uføret yngel.

Evalueringer av norske storskala utsetningsprogram indikerer at utbyttet av utsettinger i mange tilfeller er lavere enn utbyttet av naturlig gyting. I tillegg kan høsting av stamfisk fra tynne bestander av gytefisk være skadelig både for fiskebestander og fiske. Det er imidlertid dokumentert flere eksempler på vellykkete utsettinger av laksefisk ovenfor anadrome elvestrekninger både med hensyn til smoltproduksjon og tilbakevandrende gytere (Fjellheim & Johnsen 2001). Når det gjelder de kalkede vassdragene har man i de senere år kommet i gang med systematisk merking av den fisken som settes ut i Audna, Mandalselva og Tovdalselva. Her vil man etterhvert vinne erfaringer med betydningen av slike utsettinger for reetableringsprosessen av laks. Mye av den smolten som har vært satt ut har vært Carlinmerket, og effekten av disse utsettingene er godt dokumentert og har gitt ny verdifull viten om smoltutsetting i vassdrag som kalkes (Hansen et al. 1997).

Erfaringer fra kalkede vassdrag har så langt vist at laksen reetablerer i vassdrag som kalkes, men at reetableringsprosessen kan påskyndes ved utsetting av fisk (Johnsen et al. 1999). Dette gjelder særlig i vassdrag med vandringshindre som laksen av ulike grunner kan ha tungt for å passere. Liknende erfaringer har man også fra vassdrag som er rotenonbehandlet for å utrydde lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* og fra vassdrag som er bygd ut med laksetrappet. Utsetting av yngel/settefisk i et vassdrag forutsetter imidlertid etablering av et klekkeri/settefiskanlegg i vassdraget på grunn av veterinærfaglige krav. En slik investering vil være nyttig og riktig dersom utsetningsarbeidet har en viss varighet, men dersom det kun er for å opparbeide bestanden i en kort periode, kan det være riktig å søke andre løsninger.

5.1 Vurdering av nødvendigheten av utsettinger ved en reetablering av laks i Nidelva

I dette kapitlet vil det bli foretatt en gjennomgang av de ulike strekningene av elva og vurdert i hvilken grad utsetting av fisk er nødvendig for å få en reetablering av laks i vassdraget.

5.1.1 Strekingen Helle–Rygene

Denne strekingen har per i dag svært begrensede gytemuligheter for laks. I tillegg er egnede områder for oppvekst av laksunger små. Vi har foreslått at gytemulighetene for laks forbedres ved at det legges ut gytegrus på egnede partier på denne strekingen.

Med de begrensede gytemuligheter som finnes idag på denne strekingen, anses oppgangen av laks tilstrekkelig til å fylle strekingen med gytefisk og vel så det. De foreslåtte tiltakene vil sannsynligvis øke gytemulighetene. Likevel vil oppgangen av gytefisk på denne strekingen høyst sannsynlig være tilstrekkelig til å utnytte økningen i gytearealer. Vi anser det derfor ikke nødvendig med utsetting av fisk på denne elvestrekningen for å legge til rette for en reetablering.

5.1.2 Strekingen Rygene-Eivindstad dam

Denne strekingen har i dag egnede områder for gyting og oppvekst av laks. Arealet av egnede oppvekstområder er anslått til mellom 45 500 og 117 000 m². Vi har videre foreslått at disse områdene kan utvides ved habitatrestaurering.

I perioden 1992 til 2000 vandret det årlig i gjennomsnitt 138 laks (variasjonsbredde 85-216 fisk) gjennom trappa i dammen ved Rygene, med det høyeste antallet fisk registrert i 2000. Hvis denne oppgangen av fisk holder seg framover er det grunn til å tro at når vannkvaliteten blir tilfredsstillende for laks, vil det raskt etableres en bestand på denne strekingen. Både i 1998 og 1999 ble det funnet bra med årsyngel ved Espeland (Larsen et al. 2000), som er det området i elva med de største gyte- og oppvekstområdene for laks. Dette innebærer at det hadde vært vellykket gyting på disse områdene høsten 1997 og 1998. På de to andre elfiskestasjonene på denne strekingen, ved Froland kirke og Blakstad, er det ikke funnet laksunger ved elfiske i perioden 1996-99. Områdene ved Froland kirke og Blakstad er ikke vurdert til å være så egnet for gyting som områdene ved Espeland.

Behovet for gytefisk på strekingen mellom Rygene og Eivindstad kan illustreres med noen beregninger. Vi kan anta at det er ønskelig med en eggdeponering på 6 rogn/m² for at dagens oppvekstområder for laks skal fullt utnyttes på denne strekingen. Det vil da være behov for mellom 273 000 og 702 000 rognkorn. Videre kan vi anta at hver hunn gyter 1500 rognkorn/kg fisk. Dette gir et behov for gytende hunner på mellom 182-468 kg hunnfisk eller 61-156 gytende 3 kilos hunnfisk. Vi kjenner ikke kjønnsfordelingen av den oppvandrende fisken, men disse grove beregningene antyder at oppgangen av gytefisk på denne strekingen per i dag er noe i underkant av hva som behøves. En skal også huske at det drives fiske på strekingen ovenfor

Rygene slik at antall gytefisk er mindre enn antall fisk som vandrer opp. En stor del av fisken som vandrer opp i vassdraget idag er fisk med oppdrettsbakgrunn (Thorstad et al. 1997, 1999). Oppdrettsfisk har lavere gytesuksess enn villfisk (Fleming et al. 1996). Hvis reetableringen baseres på en stor andel oppvandrende fisk med oppdrettsbakgrunn må en anta at behovet for antall gytefisk blir større.

Beregningene ovenfor antyder at reetableringsprosessen kan skje raskere hvis det drives støtteutsettinger på strekningen. På den andre siden tyder disse beregningene også på at hvis antallet laks som vandrer forbi Rygene fortsetter på samme nivå også i de nærmeste årene vil det skje en ikke uvesentlig eggdeponering på denne strekningen. Støtteutsettinger vil derfor ikke være avgjørende for en reetablering. Hvis det tilrette-legges for større gyte- og oppvekstområder ved habitatforbedrende tiltak øker behovet for gytefisk. En bygging av laksetrapp/laksesluse i dammen ved Eivindstad vil sann-synligvis føre til at en del av den fisken som som i dag vandrer forbi Rygene, vil fortsette videre oppover forbi Eivindstad.

På strekningen Rygene-Eivindstad dam bør utviklingen i oppvandringen av laks og i ungfiskbestanden følges nøye i en reetableringsfase slik at eventuelle tiltak kan settes inn hvis det er nødvendig. Eventuelle tiltak kan være utsetting av rogn, yngel eller ulike stadier av settefisk. Et alternativ kan også være å fange laks nedenfor Rygene og sette denne ut oppstrøms Rygene slik at den kan gyte selv. Erfaringer med flytting/utsetting av stamfisk tyder på at når flyttingen skjer nær gytetidspunktet vil fisken bli på utsettingsstedet dersom det er skjulmuligheter i nærheten. Gytingen vil senere finne sted i nærheten. Dette kan derfor være et godt alternativ til utsetting av yngel/settefisk.

5.1.3 Strekningen Eivindstad dam-Bøylefoss

Strekningen mellom Eivindstad og Bøylefoss var opprinnelig tilgjengelig for laksen i Nidelva. Ved bygging av Eivindstad dam i 1939-40 ble strekningen utilgjengelig for oppvandrende laks. Det har derfor ikke vært oppvekst av laksunger i dette området de siste 50-60 årene. Det foreligger imidlertid konkrete planer om bygging av laksetrapp eller laksesluse i Eivindstad dam slik at denne strekningen blir tilgjengelig for laksen igjen. Situasjonen ovenfor Eivindstad kan sammenliknes med elvestrekninger hvor det skjer en kolonisering av laks etter bygging av laksetrapp. Uten at tiltak settes i verk må en regne med at gjenoppbyggingen av laksebestanden på denne strekningen vil ta lang tid. I Vefsna tok det mange år før laksen ble registrert i de øverste deler av de elvestrekningene som var åpnet med bygging av trapper (Berg 1966). Laksetrappa i Målselvfossen ble

åpnet i 1910 og allerede samme sommer ble de første laksene fanget ovenfor trappa. Noen vesentlig oppgang i laksefisket i vassdraget ble imidlertid ikke registrert før på 1920-tallet (Berg 1964). Erfaring med reetablering av laks i vassdrag som er behandlet med rotenon for å utrydde parasitten *G. salaris*, tyder på at reetableringen skjer raskere dersom det settes ut fisk (Johnsen et al. 1997). For å få en raskere oppbygging av laksebestanden på strekningen ovenfor Eivindstad kan det derfor være aktuelt med utlegging av rogn, eller utsetting av yngel eller ulike stadier av settefisk. Et alternativ til dette kan også her være utsetting av gytefisk som fanges lenger ned i vassdraget.

5.2 Vurderinger i forbindelse med utsettinger

Hvis utsetting av fisk skal finne sted i Nidelva i forbindelse med reetablering av laks er det to spørsmål som det må tas stilling til.:

- Hva slags stamfisk skal danne grunnlaget for fiskeproduksjonen?
- Hva slags fisk skal settes ut og hvor skal denne fisken skal produseres?

Laksestammen i Nidelva ansees å være utdødd (se kapittel 2) slik at utsettinger av fisk i vassdraget ikke kan baseres på stedegen stamme. Fisken som går opp i vassdraget er en blanding av ville feilvandrerer, rømt oppdrettslaks og fisk fra utsettingsforsøk i andre vassdrag. Vi har begrenset kunnskap om hvor stor andel disse ulike fiskegruppene utgjør av dagens lakseoppgang, men andelen rømt oppdrettsfisk synes høy (Thorstad et al. 1998, 2000).

Det kan tenkes flere strategier for reetablering av laksebestander i vassdrag. En strategi er å la naturen gå sin gang, med naturlig rekolonisering basert på den laksen som går opp i vassdraget. En annen strategi er å kombinere naturlig rekolonisering med fiskeutsettinger som har til hensikt å reetablere bestanden raskere, og som også gir mulighet for å styre reetableringen økologisk og genetisk. Fiskeutsettingene kan være basert på (i) fisk som vandrer opp i vassdraget, (ii) fisk fra nærliggende laksestammer, eller (iii) fisk fra et bredt spekter av stammer.

Denne problematikken har blitt vurdert i forbindelse med reetablering av laks i Mandalselva og Tovdalselva (Hindar & Johnsen 1999). Her foreslo man å følge strategi (ii) med hensyn til valg av fisk for utsetting, og strategi (i) i den grad det ikke var mulig å skaffe nok stamfisk etter strategi (ii). Man valgte deretter å bruke fisk fra Storelva (Vegårvassdraget) som utgangspopulasjon for utsetting i Tovdalselva, og fisk fra Bjerkreimselva som kilde for utsetting i Mandalselva. Gjennom denne strategien håper man å ivereta både genetiske og økologiske hensyn (Hindar & Johnsen 1999).

Den genetiske vurderingen bak dette valget er basert på populasjonsgenetiske undersøkelser av laks fra vassdrag på Sørvestlandet og Sørøstlandet. I et genetisk slektskapstre ser elvene på på Sørvestlandet og Sørøstlandet (med unntak av Imsa og Numedalslågen) til å gruppere seg hver for seg. Hvorvidt de utdødde bestandene i Mandalselva og Tovdalselva representerer den vestlige eller østlige grenen er ukjent (Hindar & Johnsen 1999). Det samme gjelder for den utdødde bestanden i Arendalsvassdraget. I Tovdalselva har man valgt å satse på Storelvstammen som er nabovassdrag til Arendalsvassdraget. Ut fra genetiske betraktninger kan det derfor være naturlig å satse på denne stammen også i Arendalsvassdraget hvis man velger en strategi med styrt reetablering. Forholdene vil da ligge godt til rette for å skaffe utsetningsmateriale av denne stammen for utsetting ettersom det bygges opp en stamfiskpopulasjon av denne stammen på Finså klekkeri i Mandalsvassdraget. Et annet alternativ er å satse på laks fra Skiensvassdraget som er nært beslektet med laksen fra Storelva.

De økologiske hensyn bak valget for strategi ved reetablering i Tovdalselva og Mandalselva baserer seg på at stammen som brukes ved reetableringen kommer fra vassdrag som delvis har økologiske forhold som likner på de to utsetningsvassdragene, og delvis også laksebestander som likner økologisk på de bestandene som eksisterte i de to elvene (Hindar & Johnsen 1999).

Vi har noe kunnskap om Nidelvlaksen i tidligere tider fra Dannevig's undersøkelser i elva. I årene 1911-13 gjorde han undersøkelser av sjørret og laks i vassdraget (Dannevig 1914), og i et arbeide om vekslinger i fangsten av laks gir han opplysninger om laksen i Nidelva basert på et skjellmateriale samlet inn i årene 1922-26 (Dannevig 1930). Av et totalt materiale på 1 049 laks fant han 281 ensjøvinterfisk, 652 tosjøvinterfisk, 111 tresjøvinterfisk og 5 firesjøvinterfisk. Blant fiskene med høg sjøalder var det et stort antall fisk som hadde gytt tidligere. Gjennomsnittsvekta på laksen Dannevig undersøkte i 1912 og 1913 var 3,6 kg. Hvis Dannevig's materiale var representativt for laksen i elva må Nidelva kunne karakteriseres som et typisk mellomlaksvassdrag med innslag av storlaks. Vassdraget skiller seg derfor fra Mandalselva og Tovdalselva som opprinnelig hadde en dominans av smålaks (ensjøvinterfisk) (Huitfeldt-Kaas 1946). Om denne forskjellen i historisk bestandssammensetning mellom Arendalsvassdraget og de andre vassdragene i området skal tillegges noen vekt ved et valg av stamme for utsetting er usikkert. Siden begynnelsen på 1900-tallet har Arendalsvassdraget gjennomgått betydelige reguleringsinngrep som kan ha stor betydning for hva slags egenskaper en eventuell framtidig stamme vil få.

Stammevalget ved en reetablering i Nidelvassdraget avhenger altså av om en velger såkalt «naturlig» eller «styrt» reetablering. I Nidelva nedenfor Rygene er det ingen mulighet til å ha kontroll på hva slags fisk som

gyter. Gyte- og oppvekstområdene på strekningen nedenfor Rygene er så begrensede at støtteutsettinger ikke er aktuelle. På denne strekningen synes derfor naturlig reetablering å være eneste alternativ.

Lakseslusa i Rygene gjør det mulig å sortere hva slags fisk som går opp i vassdraget og gyter lengre opp. Fisk som av utseendemessig karakter åpenbart er oppdrettsfisk kan tas ut og slås ihjel. Det er imidlertid neppe praktisk mulig å sortere ut annen fisk med oppdrettsbakgrunn. Den eneste måten å ha full kontroll på hva slags fisk som slipper opp er ved utsetting av merket fisk. Når denne fisken vender tilbake kan en være mer selektiv i hva slags fisk en tillater å passere slusa. Selv om det skulle være praktisk mulig å etablere en slik kontrollordning, vil en strategi med at bare fisk av kjent bakgrunn tillates å vandre opp og gyte sannsynligvis forsinke reetableringsprosessen. Den mest praktiske måten å forsøke å styre utviklingen på strekningen Rygene-Eivindstad synes derfor ved utlegging av rogn eller utsetting av fisk av valgt stamme. Hvis disse utsettingene settes igang samtidig med en eventuell fullkalking av vassdraget har en muligheten til å påvirke den genetiske sammensetningen av bestanden. Den utsatte fisken vil imidlertid måtte konkurrere med avkom av annen laks som gyter i vassdraget.

Hvis en velger å bygge laksetrapp/laksesluse i Eivindstad dam kan også reetableringen styres på denne strekningen. Dette gjøres sannsynligvis best ved å starte utsettinger av rogn eller fisk før trappa/slusa bygges.

Det kan argumenteres biologisk og økologisk for en styrt reetablering av laks i vassdrag hvor bestanden er utdødd. Spesielt i vassdrag med stort innslag av rømt oppdrettsfisk vil en styrt reetablering kunne være gunstig. Rømt oppdrettslaks har redusert genetisk variasjon og det kan derfor tenkes at reetableringsprosessen kan gå raskere på sikt hvis en benytter utsetting av villfiskavkom med større genetisk variasjon. Dette kan gi en raskere lokal tilpasning av den utsatte fisken til vassdraget, noe som kan være viktig for bestandens produktivitet på sikt. Rømt oppdrettsfisk har også vesentlig lavere gytesuksess enn villfisk (Fleming et al. 1996). En stor andel av rømt oppdrettsfisk blant gytefisken i et vassdrag kan derfor være uheldig med hensyn på å utnytte vassdragets bæreevne for lakseproduksjon. Vi vil med bakgrunn i disse betraktningene anbefale at det vurderes en styrt reetablering på områdene ovenfor Rygene i Nidelva.

De veterinærfaglige kravene til fiskeutsettinger i laksevassdrag er i dag slik at det bare er ved utsetting av øyerogn at produksjonen kan skje i anlegg som ikke er beliggende i vassdraget selv. Øyerogna desinfiseres før transport for å unngå spredning av fisesykdommer. Utsetting av ufóret yngel, settefisk eller smolt krever derfor at det finnes eller kan bygges et anlegg i vassdraget.

Oppsummering

Det er sannsynligvis ikke nødvendig med utsetninger for å få en reetablering av laks i Arendalsvassdraget hvis vannkvaliteten økes til et akseptabelt nivå. Utsetninger av fisk vil imidlertid gjøre at reetableringsprosessen går raskere. Spesielt gjelder dette hvis en velger å ta ibruk strekningen Eivinstad-Bøylefoss som lakseproduserende strekning. Uten utsetninger må en forvente at reetableringen på denne strekningen vil ta lang tid. Spørsmålet om utsetninger skal brukes til å påskynde reetableringsprosessen vil derfor være avhengig av hvilke målsettinger en setter for hvor raskt, og hvordan reetableringen skal skje, og for hvor mye penger en er villig til å bruke for å nå dette målet.

Hvis en velger en strategi med «styrt» reetablering av laks i vassdraget er det nødvendig med utsetninger. Hvor lenge utsettingene trenger å finne sted avhenger av hvordan reetableringsprosessen utvikler seg og delvis også hvor raskt man ønsker en reetablering. Rognutsetninger kan sannsynligvis skje med basis i produksjon utenfor vassdraget hvis det finnes overskudd av rogn av aktuell stamme i andre anlegg. Utsetninger av yngel, settefisk eller smolt må skje i vassdraget og krever derfor vesentlig større investeringer. Et valg mellom disse alternativene vil derfor være avhengig av de økonomiske forutsetningene for reetableringen.

Hvis en velger en strategi med «naturlig» reetablering trenger man ikke å sette ut fisk. I dette tilfellet kan reetableringsprosessen sannsynligvis påskyndes i de øvre deler av elva ved at gytefisk fanges i området Helle - Rygene og settes ut lenger opp. Det er svært sannsynlig at området Helle-Rygene har et overskudd av gytefisk på grunn av laksens problemer med å passere denne strekningen idag.

5.3 Forslag til fiskebiologiske undersøkelser i en reetableringsperiode

Det er viktig at en reetableringsprosess av laks i Nidelva følges opp med biologiske undersøkelser slik at en kan vurdere tiltak og eventuelt endre strategier underveis. Undersøkelser av utviklingen i Nidelva bør samordnes med de reetableringsprosjektene som foregår i andre Sørlandsvassdrag slik at en kontinuerlig kan høste av de erfaringer som gjøres i de vassdragene hvor prosessen har kommet lenger.

Når det gjelder mer konkrete undersøkelser så vil vi foreslå:

- Reetableringen bør følges av et mer intensivt program for ungfiskundersøkelser enn dagens undersøkelser i forbindelse med kalkingovervåkingen. Et elfiskeprogram bør skreddersys for å følge ut-

viklingen på de mest interessante delene av elva. Elfiske bør vurderes supplert med andre metoder for undersøkelse (f.eks. snorkling) for å undersøke utviklingen på de dypere deler i den store elva.

- Reetableringen bør følges opp med et program for innsamling av skjellprøver av voksen laks slik at en kan vurdere innslaget av fisk med oppdrettsbakgrunn.
- Eventuelle fysiske tiltak bør følges opp med spesielle undersøkelser for å kunne evaluere og korrigere tiltakene underveis og for å kunne trekke generell kunnskap ut av de foreslåtte tiltakene.
- Smolt dødeligheten i forbindelse med passering gjennom kraftverkene må evalueres.
- En bør forsøke å evaluere lokkeflossers betydning for oppgangen av laks gjennom minstevannføringsløpet. Det er idag vanskelig å vurdere effekten av disse lokkeflossene objektivt, idet en ikke vet hvor mange fisk som til enhver tid oppholder seg i minstevannføringsløpet. Hvis det monteres en eller flere fisketellere med videoovervåking i trappene i minstevannføringsløpet kan en få data på hvor mye fisk og hva slags fisk som til enhver tid har vandret forbi de enkelte trappene. Slike data kan gjøre det mulig å få mer kunnskap om hvordan lokkeflosser best slippes for å virke stimulerende på oppvandringen av laks. Hvis det bare monteres teller i en trapp bør telleren plasseres i trappa ved Refsnesfossen.
- Det bør gjennomføres gytefiskregistreringer på strekningen Helle-Rygene. En slik undersøkelse vil gi grunnlag for å si noe om hvor stor del av den oppvandrende laksen som vandrer forbi Rygene. Slike registreringer vil også vise om det er mulig å satse på strategi med flytting av gytefisk oppover i vassdraget. Hvis det gjennomføres registrering av oppvandrende fisk f.eks. i laksetrappa i Refsnesfossen, kan dette gi den samme informasjonen.
- En radiotelemetriundersøkelse av oppvandrende laks ovenfor Rygene kan være nyttig. Foruten kunnskap om laksens vandring på denne strekningen vil en også få kunnskap om hvilke områder laksen velger for gyting. Kunnskap om laksevandringen ovenfor Rygene vil også være viktig for å vurdere fysiske tiltak som trappebygging i Eivinstad dam. I tillegg vil en slik undersøkelse kunne gi kunnskap om når og hvordan utgytt laks vandrer ut fra vassdraget. Slik kunnskap vil være nyttig for å vurdere tiltak ved Rygene dam.
- Hvis det bygges sluse eller trapp i Eivinstaddammen bør det etableres en overvåkningsordning av denne.

6 Tidsperspektiv

Tidsperspektivet for en reetablering av laks i Nidelva avhenger av en rekke faktorer som kan være vanskelig å forutsi i forkant. Vi vil likevel forsøke å komme med noen betraktninger omkring dette.

Hunnlaksens generasjonstid (dvs. tiden det tar fra rogn gyttes til fisken kommer tilbake til vassdraget som gyte-moden fisk) vil ha stor betydning for hvor raskt en laksebestand kan reetableres i et vassdrag. Generasjonstida avhenger av hvor lenge laksen står på elva før den smoltifiserer og går ut, og hvor lenge den går i sjøen før den kommer tilbake for å gyte.

Laksens smoltalder avhenger hovedsakelig av veksthastigheten som igjen er sterkt knyttet til vanntemperaturen og vekstsesongens lengde. I tidligere tider var gjennomsnittlig smoltalder i Nidelva omtrent 2,5 år (Dannevig 1914, 1930). Det vil si at det hovedsakelig var 2- og 3-årig smolt i vassdraget. Vi vet ikke hvordan reguleringene i vassdraget har påvirket vanntemperaturen og vekstforholdene, men antar at smoltalderen ikke er vesentlig forandret sammenliknet med før regulering. Skal en få en stor andel 1-årig smolt må vekstforholdene være svært gode, og dette anser vi som mindre sannsynlig. Hovedsakelig 2- og 3-årig smolt samsvarer med erfaringer fra andre reetableringsvassdrag på Sørlandet. Dette innebærer at en ikke kan forvente noen større smoltutvandring fra Nidelva før 2-3 år etter at vannkvaliteten har blitt god nok til suksessfull gyting og oppvekst eventuelt etter utlegging av rogn eller utsetting av plommeseckkyngel eller en-somrig settefisk. Hvis en setter ut eldre fisk vil selvsagt tida fram til smoltutvandring bli kortere.

I tidligere tider var mesteparten av gytelaksen i Nidelva tosjøvinterfisk (mellomlaks), men innslaget av ensjøvinterfisk (smålaks) var også betydelig (Dannevig 1914, 1930). Dannevig gir ikke detaljerte opplysninger om kjønnsfordelingen til gytelaksen, men det framgår at han i et utvalg av smålaks fanget ved Blakstad i 1911 fant at halvparten av ensjøvinterfisken var hunnfisk. Vanligvis vil en forvente en overvekt av hannfisk blant ensjøvinterfisk og en overvekt av hunnfisk blant tosjøvinterfisk i vassdrag med stort innslag av mellomlaks. Den opprinnelige stammen i Nidelva er utdødd og hva slags sjøalder som kan forventes i forbindelse med en reetablering er usikkert. Hvis en satses på styrt reetablering må en forvente at stammevalget kan påvirke sjøalderen, i allefall i den første tiden i en reetableringsfase. Hva slags laksetype som blir framtreddende i Nidelva etter hvert er mer usikkert. Hvis mesteparten av hunnfisken kommer tilbake som smålaks (ensjøvinterfisk) må en forvente at vellykket gyting eller utlegging av rogn gir seg utslag i økt antall voksen hunnfisk tilbake til elva etter 4-5 år. Hvis mesteparten av hunnfisken kommer tilbake som mellomlaks (tosjøvinterfisk) vil tilbakevandringen skje etter 5-6 år. En kan derfor ikke

forvente noen vesentlig tilbakevandring av egenprodusert hunnfisk før 4-6 år etter at vannkvaliteten har blitt bedret til et akseptabelt nivå.

Hvis for eksempel vassdraget fullkalkes fra høsten 2002 (eller vannkvaliteten på annen måte ansees som akseptabel) kan vi se for oss følgende tidsforløp:

- Vellykket gyting/utlegging av rogn: november 2002
- Klekking/utsetting av plommeseckkyngel/ensomrig settefisk: vår-sommer 2003
- Utvandring av 2-årig smolt: vår 2005
- Utvandring av 3-årig smolt: vår 2006
- Oppgang av ensjøvinterfisk: sommer/høst 2006
- Oppgang av en- og tosjøvinterfisk: sommer/høst 2007

Vi har tidligere i denne rapporten anbefalt at en bør vurdere en styrt reetablering på områdene ovenfor Rygene i Nidelva. Dette innebærer at en bør starte med utlegging av rogn eller utsetting av plommeseckkyngel eller ensomrig settefisk så snart vannkvaliteten er akseptabel. Et slikt utsettingsprogram bør pågå til at det skjer en betydelig tilbakevandring og gyting av voksen laks som resultat av utsettingene. Det vil si at et utsettingsprogram minst bør ha en varighet på 5-6 år. Hvis oppbyggingen av en gytebestand på områdene ovenfor Rygene tar lenger tid kan det være nødvendig å forlenge utsettingsprogrammet.

Tidsperspektiv for fysiske tiltak

I kapittel 4 kom vi med forslag til aktuelle tiltak i Nidelva i forbindelse med en reetablering av laks i vassdraget. Med bakgrunn i betraktningene ovenfor gir vi her en kort vurdering av tidsperspektivet for de ulike tiltakene.

Nidelva har i dag en ikke ubetydelig oppgang av laks. Tiltakene for å bedre oppvandring av fisk gjennom minstevannføringsløpet og forbi Rygene forutsetter derfor ikke at vannkvaliteten i vassdraget er akseptabel med hensyn på reproduksjon før de settes i verk. Disse tiltakene kan derfor settes igang umiddelbart. Når det gjelder tiltak 1 og 2 er dessuten disse allerede delvis igang.

Vedrørende de foreslåtte habitattiltakene utlegging av gytegrus i minstevannføringsløpet og habitatrestauring i området Blakstad til Froland kirke er forsåvidt gjennomføring av disse tiltakene heller ikke avhengig av vannkvaliteten. En evaluering av tiltakenes vellykkethet er imidlertid avhengig av at vannkvaliteten er god nok til vellykket reproduksjon og oppvekst av laksunger. Erfaringer fra utlegging av gytegrus i Gråelva (Berger et al. 2001) tilsier at en får gyting samme år som grusen legges ut. Hvor vellykket tiltaket blir med hensyn på produksjon av ungfisk vil kunne evalueres med ungfiskundersøkelser de påfølgende årene. På samme måte vil det være mulig å evaluere habitatforbedrende tiltak i området Blakstad til Froland kirke med hensyn på tetthet av ungfisk når vannkvaliteten i vassdraget er god nok. Hvis det satses på habitatforbedrende tiltak i stort

omfang i dette området vil det kanskje være naturlig å gjennomføre dette trinnvis for å høste erfaringer underveis. Med bakgrunn i laksens generasjonstid kan en ikke forvente effekter av disse tiltakene på oppvandringen av voksen laks før tidligst 4-5 år etter at tiltakene er gjennomført.

Vi har tidligere pekt på at en vurdering om det er nødvendig med tiltak for å sikre utvandring av smolt over Rygene dam ikke kan gjennomføres før en faktisk har en vesentlig smoltutgang fra vassdraget. Dette kan i beste fall først forventes 2-3 år etter at vannkvaliteten har blitt god nok til vellykket gyting og oppvekst av ungfisk. Det samme tidsperspektivet gjelder for manøvrering av kraftverket ved Eivindstad i forbindelse med smoltutgang. Når det gjelder undersøkelser om hvordan og når utgytt fisk passerer Rygene dam kan slike settes igang tidligere da det allerede er oppgang av gytefisk forbi dammen.

Hvis en hovedsakelig tar sikte på at områdene ovenfor Eivindstad dam skal besettes av fisk som er vokst opp på strekningen, trenger ikke laksetrapp/laksesluse stå ferdig før 3-4 år etter at disse områdene er tatt i bruk til produksjon av ungfisk. Hvis en derimot ønsker at noe av den fisken som idag går opp i vassdraget skal ha mulighet for å gå opp til Bøylefoss må tiltaket skyves fram i tid.

7 Referanser

- Berg, M. 1964. Nord-Norske lakseelver. - Johan Grundt Tanum forlag, Oslo, 300 s.
- Berg, M. 1966. Nord-Norske laksetrupper. - Fisk og Fiskestell, Direktoratet for jakt, viltstell og ferskvannsfiske, nr. 3, 52 s.
- Berger, H.M., Lamberg, A., Fleming, I.A., Hindar, K. & Fjeldstad, H.P. 2001. Etablering av gyteområder for sjøaure og laks i Gråelva i Stjørdal i Nord-Trøndelag 1999-2000. - NINA Oppdragsmelding 678.
- Borgstrøm, R. 1976. Rygene kraftverk. Virkninger på fiskebestandene og fisket. Foreløpig utredning. - Notat.
- Borgstrøm, R. 1977. Rygene kraftverk. Tilegg til tidligere utredning. - Notat.
- Bremset, G. 1999. Young Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and brown trout (*Salmo trutta* L.) inhabiting the deep pool habitat, with special reference to their habitat use, habitat preferences and competitive interactions. - Dr. scient. thesis, NTNU, Trondheim.
- Bremset, G., Hvidsten, N.A., Heggberget, T.G. & Johnsen, B.O. 1993. Forbedring av oppvekstområder for laksefisk i Gaula. - NINA Forskningsrapport 041: 1-18.
- Brittain, J.E., Saltveit, S.J., Arnekleiv, J.V., Hvidsten, N.A. & Johnsen, B.O. 1993. Steinsetting i vassdrag, virkning på bunndyr og fisk. i: Faugli, P.E., Erlandsen, A.H., Eikenæs, O. (red.), Inngrep i vassdrag; konsekvenser og tiltak - en kunnskapsoppsummering. - NVE publikasjon 13-1993: 511-533.
- Dannevig, A. 1914. Undersøkelser over ørret og laks i Nidelvens nedre løp 1911-1913. - Nyt Magazin for Naturvidenskaberne 52: 173-216.
- Dannevig, A. 1930. Laks. Vekslinger i fiske og bestand. - Årsberetning vedkommende Norges fiskerier 1929 - Nr. IV.
- Direktoratet for naturforvaltning 1995. Handlingsplan for kalkingsvirksomheten i Norge mot år 2000. - DN-rapport 1995-8: 1-74.
- Fjellheim, A. & Johnsen, B.O. 2001. Experiences from stocking salmonid fry and fingerling in Norway. - Nordic Journal of Freshwater Research (akseptert for publisering).
- Fleming, I. A. 1996. Reproductive strategies of Atlantic salmon: ecology and evolution. - Rev. Fish Biol. Fish. 6: 379-416.
- Fleming, I.A., Jonsson, B., Gross, M.R. & Lamberg, A. 1996. An experimental study of the reproductive behaviour and success of farmed and wild Atlantic salmon (*Salmo salar*). - Journal of Applied Ecology 33: 893-905.
- Halleraker, J.O., Daae, C.T., Fjeldstad, H.P. 2000. Økologisk optimalisert vannføring i regulerte vassdrag. - SINTEF Rapport STF22A00411. 30s.
- Hindar, A., Lamberg, A. & Thorstad, E. 1999. Revidert kalkingsplan for Arendalsvassdraget. - NIVA rapport 4107-99.

- Hindar, A., Walseng, B., Lindstrøm, E.-A., Brandrud, T.E., Larsen, B.M. & Skiple, A. 1997. Arendalsvassdraget. - I: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1996. - DN-Notat 1997-1: 28-41.
- Hindar, K. & Johnsen, B.O. 1999. Reetablering av laks i forbindelse med kalking - reetablering av laks i Tovdalselva og Mandalselva. Årsrapport 1998. i: Johnsen, B.O. (red.) Reetableringsprosjektet. Årsrapport 1998. - Utredning for DN 1999-7.
- Harby, A. & Arnekleiv, J.V. 1994. Biotop improvement analysis in the river Dalåa with the river simulator. - Proceedings from the 1st International Symposium on Habitat Hydraulics, Trondheim: 513-520.
- Hansen, L.P., Staurnes, M., Fugelli, K. & Haraldstad, Ø. 1997. Overlevelse og vandring av laks utsatt som smolt i Audna og Lygna. - NINA Oppdragsmelding 469: 1-17.
- Hesthagen, T. & Hansen, L.P. 1991a. Estimates of the annual loss of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in Norway due to acidification. - Aquacult. Fish. Man. 22: 85-91.
- Hesthagen, T. & Hansen, L.P. 1991b. Tap av laks i forsurede lakseelver i Norge - NINA Utredning 094: 1-12.
- Hesthagen, T., Ousdal, J.-O. & Bergheim, A. 1986. Smolt production of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and brown trout (*Salmo trutta* L.) in a small Norwegian river influenced by agricultural activity. - Polskie Archiwum Hydrobiologii 33: 423-432.
- Huitfeldt-Kaas, H. 1946. Tribes of salmon in Norway. - Nytt Magasin for Naturvidenskapene 85: 115-157.
- Hvidsten, N.A. & Hansen, L.P. 1987. Vårflommens betydning for overlevelse hos utvandrende laksesmolt i Gaula, Surna og Eira. - DN-Reguleringsundersøkelsene, Rapport 11-1987: 1-20.
- Hvidsten, N.A. & Jensen, A.J., Johnsen, B.O. & Jensås, J.G. 1996. Bestand og rekruttering av laks i Orkla. - NINA Oppdragsmelding 389: 1-27.
- Jensen, A.J. & Johnsen, B.O. 1999. The functional relationship between peak spring floods and survival and growth of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*). - Functional Ecology 13: 778-785.
- Johnsen, B.O., Jensen, A.J. & Møkkelgjerd, P.I. 1997. Reetablering av laks i rotenonbehandlede vassdrag. I: Hartvigsen, R. (red) Effektene av rotenon på fiskefaunaen i norske laksevassdrag: Rapport fra konsensusmøtet. - NINA Oppdragsmelding 497: 16-22.
- Johnsen, B.O., Nøst, T., Møkkelgjerd, P.I. & Larsen, B.M. 1999. Rapport fra reetableringsprosjektet: Status for laksebestander i kalkede vassdrag. - NINA Oppdragsmelding 582: 1-79.
- Jonsson, B., Jonsson, N. & Hansen, L.P. 1990. Does juvenile experience affect migration and spawning of adult Atlantic salmon? - Behav. Ecol. Sociobiol. 26: 225-230.
- Jonsson, N., Jonsson, B. & Hansen, L.P. 1998. Long term study of the ecology of wild Atlantic salmon smolts in a small Norwegian river. - Journal of Fish Biology 52: 638-650.
- Landmark, A. 1876. Beskrivelse over Nisserelvans vassdrag. - Rapportskjema, fiskeriinspektøren. 3s.
- Larsen, B.M. & Berger, H.M. 1998. Arendalsvassdraget. Fisk. i: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1997. - DN-Notat 3-1998: 47-50.
- Larsen, B.M. & Berger, H.M., Enerud, J., Kleiven, E. & Kvellestad, A. 2000. Arendalsvassdraget. Fisk. i: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1999. - DN-Notat 2-2000: 42-44.
- Lotspeich, F.B. & Everest, F.H. 1981. A new method for reporting and interpreting textural composition of spawning gravel. - United States Department of Agriculture and Forestry Service Research Note PNW-369. Pacific Northwest Forest and Range Experimental Station Corvallis, OR.
- Løkensgard, T. 1977. Rygene kraftverk. Utbyggingens virkning på fisket. - DVF, Fiskerikonsulentene i Øst-Norge, Notat.
- Matzow, D. 1995. Rygene kraftverk i Nidelva, Aust-Agder. Vurdering av gassovermetning, minstevannføring og fisketrapp. - Fylkesmannen i Aust-Agder, Miljøvernavdelingen. Notat 1-1995: 1-16.
- Montén, E. 1985. Fisk och turbiner. - Vattenfall, Stockholm. 116 s.
- Muniz, I.P., Leivestad, H. & Bjerknes, V. 1979. Fiskedød i Nidelva (Arendalsvassdraget) våren 1979. - SNSF-prosjektet, TN 48/79.
- Ruggles, C.P. 1980. A review of the downstream migration of Atlantic salmon. - Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 952: 39 s.
- Simonsen, J.H. 1993. Fisketrapp og fiskesluse i Rygenefossen. - Rapport. 19 s.
- Simonsen, J.H. 1995. Nidelva. Fiskeribiologiske undersøkelser 1993-1994 og 1989-1990. - Rapport. 60 s.
- Sivertsen, A. 1989. Forsuringstruede anadrome laksefiskebestander og aktuelle tiltak. - NINA Utredning 010: 1-28.
- Stier, D.J. & Kynard, B. 1986. Use of radio telemetry to determine the mortality of Atlantic salmon smolts passed through a 17-MW Kaplan turbine at a low-head hydroelectric dam. - Trans. Am. Fish. Soc. 115: 771-775.
- Sættem, L.M. & Boman, E. 1985. Tilslamming av Nidelva og Rore på grunn av kanaliseringsarbeider ved utvidelse av Evenstad kraftstasjon 1983. Rapport nr. 3. Fiskeribiologiske studier i nedre del av Nidelvassdraget i tidsrommet 18. august 1983 til 11. mai 1984. Oppfølgende undersøkelser av fysiske, kjemiske og bakteriologiske forhold. - Fylkesmannen i Aust-Agder, Miljøvernavdelingen. 74 s.

Thorstad, E., Kroglund, F., Økland, F. & Heggberget, T.G. 1997. Vurdering av luftovermetning, trefiberutslipp og oppvandring av laks ved Rygene kraftverk i Nidelva, Aust-Agder. – NINA Oppdragsmelding 494: 1-36.

Thorstad, E.B., Økland, F. & Kroglund, F. 1998. Vandring hos laks og sjørøret ved Rygene kraftverk i Nidelva, Aust-Agder - telemetriundersøkelser 1997. - NINA Oppdragsmelding 545: 1-25.

Thorstad, E.B., Økland, F., Berger, H.M. & Kroglund, F. 2000. Vandring hos laks ved Rygene kraftverk i Nidelva, Aust-Agder - telemetriundersøkelser 1999. - NINA Oppdragsmelding 654: 1-30.

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-1205-6

681

**NINA
OPPDRAGS-
MELDING**

NINA Hovedkontor
Tungasletta 2
7485 TRONDHEIM
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 73 80 14 01

NINA
Norsk institutt
for naturforskning