

Rapport nr. 207

Utbygging av Mokovassdraget og dens effekter på fisk

Ulrich Pulg, Turid Myklebust Helle



LABORATORIUM FOR FERSKVANNSØKOLOGI OG INNLANDSFISKE, LFI
UNI MILJØ
THORMØHLENSGATE 49b
5006 BERGEN

TELEFON: 55 58 22 28
E-POST: lfi@uni.no

ISSN NR
ISSN-1892-889

LFI-Rapport Nr. 207

TITTEL: Utbygging av Mokovassdraget og dens effekter på fisk

DATO: 25.10. 2012

FORFATTERE:
Ulrich Pulg, Turid Myklebust Helle

GEOGRAFISK OMRÅDE:
Hordaland

Oppdragsgiver:
Grønnkraft AS

Sider: 19

Sammendrag:

Mokovassdragets nedre del (Moko/Drivo) er en svært produktiv elvestrekning for sjøaure og hører til de viktigste reproduksjonsområder for arten i Dalevassdraget. Moko ovenfor dette området er svært bratt og faller tørr i perioder. Dette området er i store deler ikke egnet som permanent fiskehabitat. Ovenfor dette fossestryket er vassdraget flatere igjen og har permanent vannføring. Her lever stasjonær aure – men dette området blir ikke rammet av utbyggingen.

Utbygging av Mokovassdraget kan ha store effekter på fisk i den nedre, anadrome, produktive delen av vassdraget. Konsekvenser er avhengig av utbyggingens utforming: Dersom vannuttaket begrenses på fossestryket som uansett ikke er egentlig fiskehabitat og dersom vannet fra utløp brukes for å bedre forholdene i Moko/Drivo unngås sannsynligvis skadevirkning på sjøaurebestanden. Det kan til og med regnes med bedre habitatforhold i den anadrome delen. Dette forutsetter at følgende kriterier legges til grunn og gjennomføres:

- Vann fra kraftverket skal ikke ledes inn i midten av Moko/Drivo eller direkte i Daleelven, men via en åpen grøft i øvre enden av Drivo. Der vil vannet bidra til bedre habitatforhold og større elveareal.
- Grøften og deler av Drivos elvefar bør tilpasses den nye vannføringen, særlig med tanke på sikring av vannspeil ved lav vannføring (lavvannskulper, tilføring av sigevann)
- I og ved grøften og Drivo bør det dessuten gjennomføres habitatforbedrende tiltak: Utlegging av gytegrus, trær/rullestein og etablering av kantvegetasjon. Dette krever at en fagkyndig fiskebiolog er med å planlegge og å gjennomføre tiltakene.
- Dale Jeger- og Fiskerforening sine planer og forarbeider om å tilføre vann fra hovedelven bør ferdigstilles senest sammen med utbygging av Mokovassdraget. Dette vil sikre vannføring i lavvannsperioder i Moko/Drivo.
- Gassovermetning (inntrekk av luft) og annen forurensing fra kraftverket skal unngås.
- I anleggsfasen skal alt forurenset vann (finsediment, overvann og elvevann) ledes gjennom et midlertidig sedimentasjonsbasseng og videre mot Daleelven – ikke inn i Moko/Drivo.

EMNEORD: Sjøaure, laks, ål, Moko, Dalevassdraget, kraft, regulering, utbygging, avbøtende tiltak

FORSIDEFOTO: Gyteplass i nedre del av Moko, Ulrich Pulg

Innhold

1	Innledning.....	4
2	Metoder.....	5
2.1	Data om kraftverk og hydrologi.....	5
2.2	Kartlegging.....	3
2.3	El-fiske.....	6
3	Resultater.....	9
3.1	Kartlegging.....	9
3.2	El-fiske.....	12
4	Diskusjon.....	13
4.1	Vurdering av situasjonen.....	13
4.2	Konsekvenser for fisk etter utbygging.....	13
4.3	Konsekvenser for fisk i anleggsfasen.....	15
5	Sammendrag.....	17
6	Referanser.....	18

1 Innledning

Formålet med dette notatet er å vurdere mulige effekter av en eventuell vannkraftutbygging av Mokovassdraget på fisk i anadrom del, altså sjøaure, laks og ål. Oppdragsgiver er Grønnkraft AS. Dalevassdraget er anadrom i nedre del og har både laks, sjøaure og ål. Ungfisk av laks dominerer i hovedelven mens ungfisk av sjøaure dominerer i deler av restfeltet og i sidebekkene. Ål finnes sporadisk i hele den anadrome delen. Mokovassdraget ligger sør for Daleelva og munner ut omtrent i midten av Daleelvas anadrome del. Nedre deler av Mokovassdraget er anadrom.

Rapporten bygger på grunnlagsdata levert av Grønnkraft AS, en biologisk grovvurdering (Oddane 2011), data fra våre forskningsprosjekter om Dalevassdraget (Gabrielsen et al. 2012) og egen kartlegging og prøvofiske. Dessuten ble lokalkjente spurt om egne erfaringer og observasjoner (Tore Wiers, Inge Sandven, Dale Jeger- og Fiskerforening). Det brukes følgende begrep for vassdragsdelene: Moko/Drivo er nederste østlige del av Mokovassdraget mot idrettsbanen (lokalt kalt «Sjampoobekken»). Drivo er den øverste delen av Sjampoobekken. Moko er den nederste delen av Sjampoobekken og fortsetter oppover mot fjellsiden i sør. Flomløpet er et hovedløp av Mokovassdraget i vest (fossestryk). Se Fig. 8.

2 Metoder

2.1 Data om kraftverk og hydrologi

Dataene som presenteres i dette kapitlet er levert fra Grønnkraft AS. De beskriver den hydrologiske og tekniske rammen for den planlagte utbyggingen og ble lagt til grunn til vurdering av biologiske effekter.

Nedbørsfelt

	Kraftverkets nedbørfelt ovenfor inntak	
Areal (km ²)	6,15	
Høyeste og laveste kote (moh)	784	155
Effektiv sjøprosent	0,0	
Breandel (%)	0	
Snaufjellandel (%)	60	
Hydrologisk regime	Vår- og høstflom. Lavvannføring på vinter	
Middelavrenning/ midlere årstilsig (1961-1990) fra avrenningskartet	0,590 m ³ /s	
	95,9 l/s km ²	
	18,6 mill m ³	

Kraftverkets største og minste slukeevne

	Maks	Min
Kraftverkets slukeevne (m ³ /s)	1,2	0,06

Antall dager med vannføring større enn maksimal slukeevne og mindre enn minste slukeevne tillagt planlagt minstevannføring i utvalgte år.

	Tørt år	Middels år	Vått år
Antall dager med vannføring > maksimal slukeevne	25	44	90
Antall dager med vannføring < planlagt minstevannføring + minste slukeevne	162	127	31

Informasjon om restfelt.

Inntaket og kraftverkets høyde (moh)	155	17
Lengde på elva mellom inntak og kraftverk)	650	
Restfeltets areal	0,25	
Tilslig fra restfeltet ved kraftverket (m ³ /s)	0,018	

Karakteristiske vannføringer i lavvannsperioden og planlagt minstevannføring.

	År	Sommer (1/5 – 30/9)	Vinter (1/10 – 30/4)
Alminnelig lavvannføring (m ³ /s)	0,011	-----	-----
5-persentil (m ³ /s)	-	0,011	0,005
Planlagt minstevannføring (m ³ /s)	-	0,011	0,005

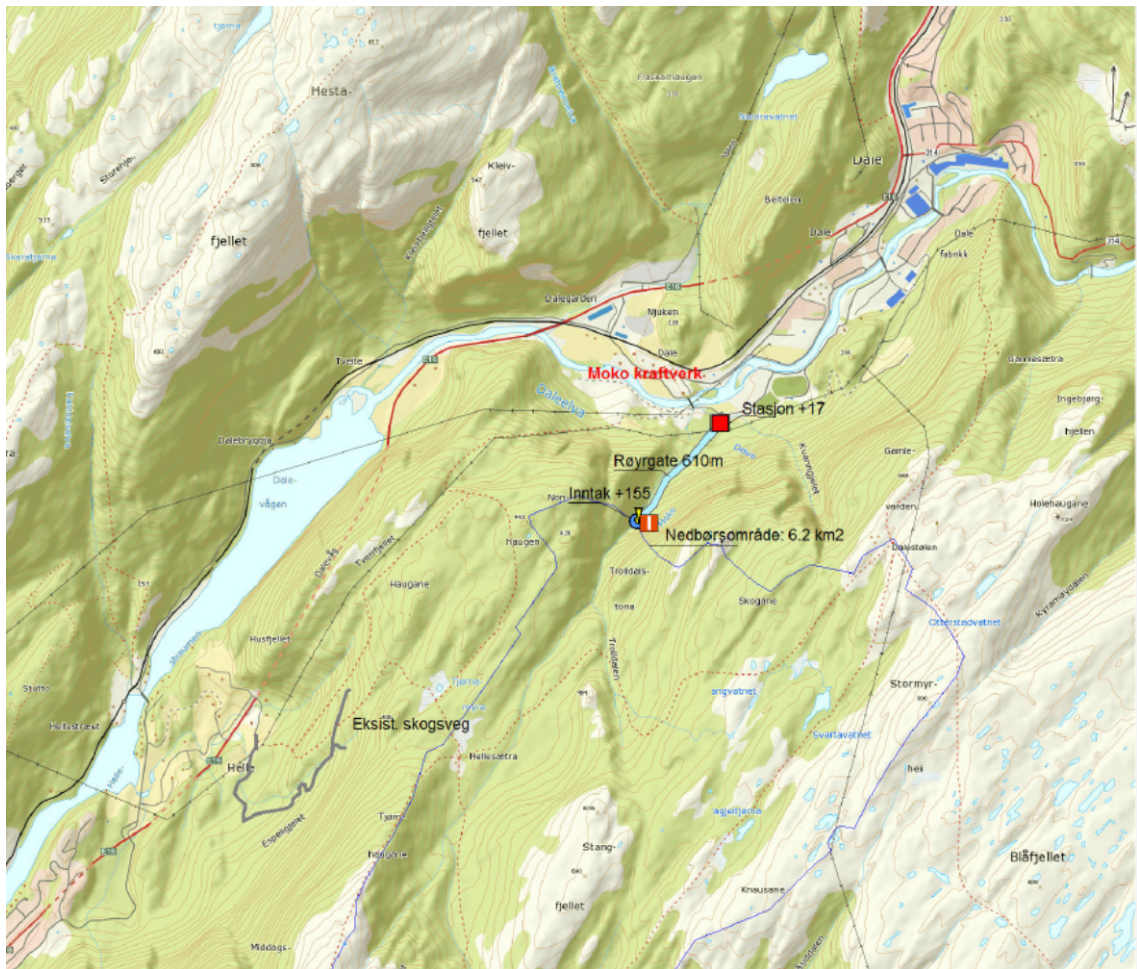


Fig. 1 Beliggenhet

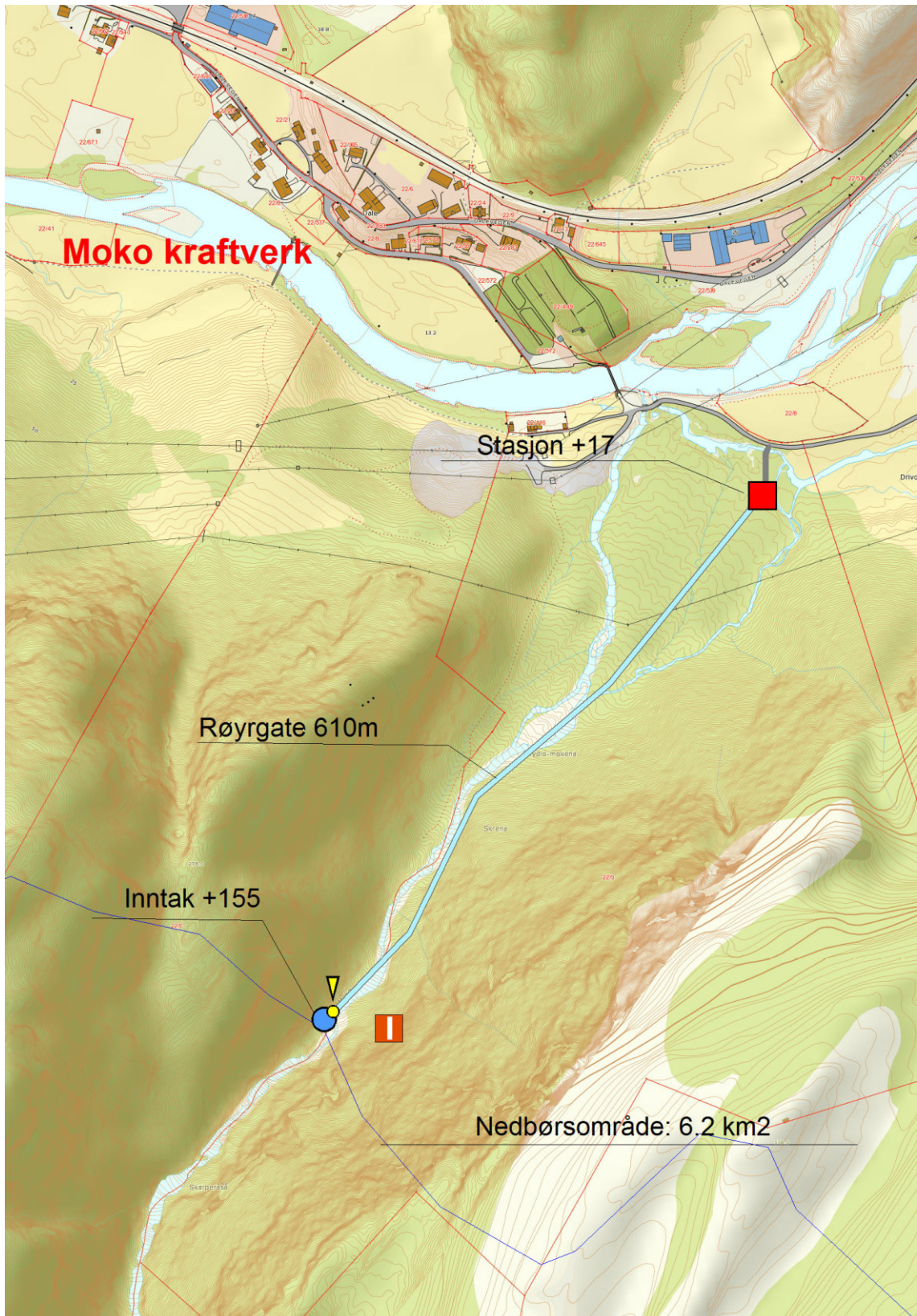


Fig. 2 Planlagt utbygging

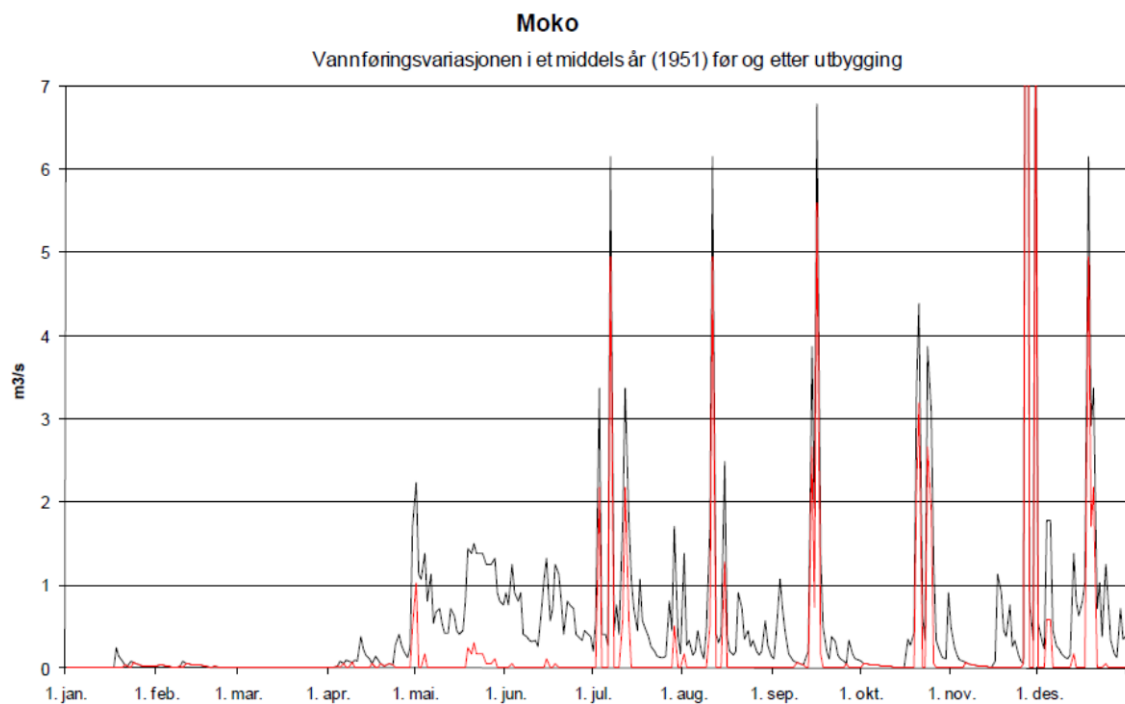


Fig. 3 Vannføringsvariasjoner i Moko

2.2 Kartlegging

Sjøaurens habitatkrav

Sjøaurens habitatkrav er beskrevet i flere studier (Crisp et al. (1989), Rubin & Glimsæter (1996), Harris & Milner (2007), Armstrong et al. (2003), Klemetsen et al. (2003), Barlaup et al. (2008), Pulg et al. (2011B)). Her skal bare det mest relevante for denne studien sammenfattes.

Aure (*Salmo trutta*) har stor variasjon i individuell livssyklus. Mens en del fisk er forholdsvis stasjonære og tilbringer hele sitt liv i nærheten av sin gyteplass i en elv, vandrer andre lange strekninger til næringsområder i både elv, innsjø og sjø. Sistnevnte blir ofte større og har en bedre reproduksjonssuksess. De fiskene som vandrer ut fra elv til sjøen for å spise kalles "sjøaure". Livsstrategien kalles "anadrom" (gyter i ferskvann, vandrer til næringsområder i sjøen). Habitatkravene til ungfisken er uavhengige av om fisken er anadrom eller resident. I vassdrag der fisk har tilgang til sjøen (ingen vandringshinder som fosser eller demninger) dominerer som regel sjøvandring som livsstrategi. Auren utvikler lokalt tilpassete populasjoner med genetisk forankret preferanse for anadrom eller stasjonær atferd. Den delen av et vassdrag som er tilgjengelig for aure fra sjøen kalles "anadrom del". I denne rapporten kalles aure i den androme delen "sjøaure", i strekninger ovenfor "aure". Ungfisk omtales generelt som "aure".

På Vestlandet gyter sjøauren hovedsakelig i oktober og delvis i november. Gytehabitatet har spesielle morfologiske, sedimentologiske og hydrauliske egenskaper. Gytingen skjer i

bekker og elver på rennende vann, som regel på steder hvor vannhastigheten er mellom 0,2 og 0,8 m/s og vanddypet er mellom 0,1 og 0,8 m. Gytesubstratet er grus med en gjennomsnittlig korndiameter mellom 5 og 50 mm og lite finsediment. Et gyteområde må ha løst substrat av en tykkelse/dybde som gjør at sjøaure kan lage en gytegropp og grave ned eggene. Gravedypet er avhengig av hunnfiskens størrelse siden større fisk graver dypere, og i hovedsak vil gravedypet variere fra ca 5 cm og ned til ca 25 cm. Gyteplasser ligger ofte i utløp av kulper (på et ”brekk”), der strømforholdene sørger for frisk vanntilførsel til eggene som ligger nede i grusen.

Yngelen klekker om våren, dvs. ca. 4-6 måneder etter gytingen. Klekketidspunktet er avhengig av vanntemperaturen gjennom vinteren. Etter klekking blir yngelen liggende i gytegroppen i flere uker mens den bruker næring fra plommesekken. Når yngelen er kommet opp av grusen livnærer den seg hovedsakelig av insekter og krepsdyr. Aureyngel er territoriell og forsvarer en egnet standplass, gjerne i tilknytning til grov grus, rullestein eller vegetasjon. Yngelen trenger skjul for å unnsnippe predasjon (hovedsaklig større aure og fugl som hegre, siland og laksand). Næringsrike vassdrag med høyt morfologisk mangfold, mange standplasser og mye skjul vurderes som gunstige oppvekstområder for sjøaureyngel. Både gyteareal, stryk og renner kan gi gode skjul- og oppvekstforhold. Busker og trær langs elven (”kantvegetasjon”) er gunstig, siden dette bidrar til skygge, skjul og standplasser og gir trofisk grunnlag for næringsnett. Dette gjelder også for dødt tremateriale som ligger i elven (kvister, tømmerstokker, hele trær). I løpet av de første tre årene vandrer som regel ungfiskene til sjøen. Utvandringsmønsteret kan variere både innen og mellom bekker. Noen fisk viser en klar nedvandringsatferd og smoltifiserer som laks, mens andre vandrer gradvis nedover. Noen vandrer helt ut i sjøen, og noen blir stående i munningsområdet. En del av fiskene vandrer ikke til sjøs men blir stående i elven (resident aure).

Habitatkartlegging

Fiskehabitatet ble kartlagt til den første varige vandringsbarrieren 16. juli 2012. Kartleggingsmetoden bygger på metoder av Frisell et al. (1986), Jungwirth et al. (2003), Gabrielsen & Wiers (2003), Borsanyi et al. (2004) og Pulg (2009), men har blitt justert etter forholdene i sjøaurebekker (Pulg et al 2011). Bekkearealet ble visuelt delt inn i 4 mesohabitattyper: Gyteareal, stryk, renne og kulvert. Disse ble vurdert etter de 3 habitategenskaper som anses som mest vesentlig for fiskeproduksjon ved siden av vannkvalitet og temperatur: morfologi, substrat og kantvegetasjon. Kvaliteten til disse egenskaper ble kategorisert i 4 trinn, se Tabell 1. Deretter ble alle verdier summert og delt inn i 5 vurderingskategorier: 12-11 = svært gode habitatforhold for sjøaure, 10-9 = gode habitatforhold, 8-7 = moderate habitatforhold, 6-5 = dårlige habitatforhold og 4-3 = svært dårlige habitatforhold. Kriterier for vurderingene er presentert nedenfor. Oversikt finnes i Tabell 1. Data ble presentert og analysert med et geografisk informasjonssystem (ESRI ArcGis 9.3). Habitatkartleggingen ble gjennomført rundt middels lavvannføring. Areal ble

definert ut i fra kartgrunnlag (FKB-data), ortofoto og oppmålinger ved medianvannføring i felt (lasermåler og GPS).

Mesohabitattyper

Bekkeareal dominert av grusbanker med typisk gytegrus for sjøaure ble kategorisert som gyteareal. Morfologi og substrat ble vurdert etter egnethet for reproduksjon av sjøaure (Barlaup et al. 2008, Pulg 2009). Kantvegetasjon ble vurdert etter dekningsgrad. I Tabell 1 er det vist hvordan vurderingene ble gjennomført.

Bekkeareal som ikke var dominert av grusbanker ble inndelt etter helningsgradient og dominerende vannhastighet. Partier med dominerende vannhastigheter over ca. 0,3 m/s og en gradient over ca. 0,003-0,006 ble kategorisert som stryk. Partier med lavere verdier ble kategorisert som renne. Renner hadde dessuten oftest større vanddybde. Det ble ikke skilt mellom kulp og renne. "Kulpene" ble oppfattet som brede renner. Habitategenskapene til renner og stryk ble vurdert etter morfologisk mangfold, eventuelle inngrep, skjul og standplasser (morfologi, substrat) og næringsgrunnlag (substrat, kantvegetasjon). Substrat i stryk måtte inneholde flekker med gytegrus som var store nok for en gytegrep (ca. 1 m²) for å bli vurdert som kategori 4. Gyteareal og stryk med substrat i kategori 4 er dermed de strekningene som representerer reproduksjonsarealene i vassdragene. Reproduksjon er mulig på hele arealet i gyteareal og flekkvis i stryk som har gytegrus. Kulvert ble vurdert som egen kategori. Habitategenskaper ble vurdert på samme måte som for stryk eller renner, avhengig av kulvertens gradient.

Tabell 1. Vurderingsskjema for habitatkartlegging

Mesohabitattype	Habitategenskap	Vurdering av habitatkvalitet
Gyteareal <ul style="list-style-type: none"> • Typisk gytegrus dominerer substratet (middels korndiameter 10 - 50 mm > 50% dekning) 	Morfologi	1 dårlig egnet: $v < 0,1$ m/s eller $v > 1$ m/s eller $d < 5$ cm
		2 mindre egnet: $v \approx 0,1-0,2$ m/s eller $v \approx 0,8-1$ m/s eller $d < 10$ cm
		3 egnet: $v \approx 0,2-0,8$ m/s, $d < 20$ cm
		4 velegnet: $v \approx 0,2-0,8$ m/s, $d > 20$ cm
	Substrat	1 dårlig egnet: $F > 20$ % eller pakket eller dekket med vegetasjon (100-75 % dekning)
		2 mindre egnet: $F > 10$ % eller delvis pakket/ dekket med vegetasjon (75-50% dekning)
		3 egnet: $F < 10$ % og lite pakket/dekket med vegetasjon (50-25 %)
		4 velegnet: $F < 10$ % og knapt pakket/dekket med vegetasjon (25-0%)
	Kantvegetasjon eller døde trær	1 lite: dekning 0-25 %
		2 middels: dekning 25-50 %
		3 mye: dekning 50-75 %
		4 tett: dekning 75 - 100 %
Stryk <ul style="list-style-type: none"> • Gytegrus dominerer ikke men kan forekomme flekkvis • Dominerende vannhastigheter > 0,3 m/s 	Morfologi	1 Standplasser, skjul og hulrom finnes knapt (0-25 % dekning) For eksempel: Kanalisering med fast forbygging, betong, plastring uten hulrom
		2 Få standplasser skjul og hulrom (25 -50% dekning) For eksempel: Utretting med løse stein som forbygging
		3 Mange standplasser, skjul og hulrom (50-75 % dekning) For eksempel: Elvestrekninger med mye rullestein og hulrom, døde trær og enkelte forbygninger
		4 Standplasser, skjul og hulrom finnes nesten overalt (75-100 % dekning) For eksempel: Strekninger preget av rullestein med hulrom, naturlige bredder, døde trær/undervannsvegetasjon.
	Substrat	1 dårlig : Bare en homogen substrattyp, fjell, sand eller betong

		2 middels: To substrattyper, fjell/steinblokker/sand og rullestein/døde trær
		3 god: tre typer, fjell/steinblokker/sand, grus og rullestein/døde trær
		4 svært god: flekkvis grus til stede og dessuten mer enn to typer substrat, fjell, steinblokker, rullestein, døde trær eller sand.
		4 tett: dekning 75 – 100 %
	Kantvegetasjon	1 lite: dekning 0-25 %
		2 middels: dekning 25-50 %
		3 mye: dekning 50-75 %
		4 tett: dekning 75 – 100 %
Renne <ul style="list-style-type: none"> Gytegrus dominerer ikke men kan forekomme flekkvis Dominerende vannhastigheter < 0,3 m/s 	Morfologi	1 Standplasser, skjul og hulrom finnes knapt (0-25 % dekning) For eksempel: Kanalisering med fast forbygging, betong, plastring uten hulrom
		2 Få standplasser skjul og hulrom (25 -50% dekning) For eksempel: Utretting med løse stein som forbygging
		3 Mange standplasser, skjul og hulrom (50-75 % dekning) For eksempel: Elvestrekninger med mye rullestein og hulrom, døde trær og enkelte forbygninger
		4 Standplasser, skjul og hulrom finnes nesten overalt (75-100 % dekning) For eksempel: Strekninger preget av rullestein med hulrom, naturlige bredder, døde trær/undervannsvegetasjon.
	Substrat	1 dårlig : en substrattype, bare finsediment eller bare fjell/betong
		2 middels: to substrattyper, finsediment og rullestein/blokker/fjell/grus/trær
		3 god: tre typer, finsediment og rullestein og blokker/grus/trær
		4 svært god: mer enn tre typer, finsediment og rullestein og grus og blokker/trær
	Kantvegetasjon og døde trær	1 lite: dekning 0-25 %
		2 middels: dekning 25-50 %
		3 mye: dekning 50-75 %
		4 tett: dekning 75 – 100 %
Kulvert	Ble vurdert på samme måte som stryk eller som renne, avhengig av gradient	
<ul style="list-style-type: none"> Vassdrag lukket 		

F = finsedimentandel [korndiameter < 1 mm]

v = strømhastighet ved medianvannføring og i 40 % av vanddyp sett fra overflaten

d = vanddyp

2.3 El-fiske

For å undersøke tettheten av ungfisk ble det gjennomført et kvantitativt elektrisk prøvofiske (27.08.2012) med tre gangers overfiske på stasjon 1 i henhold til standard metode beskrevet av Bohlin et al. (1989). Resten av Moko/Drivo opp til idrettsbanen ble elfisket med transekt el-fiske etter Forseth et al (2008, engangsoverfiske men hele bekkens lengde). All fisk samlet inn ved elektrisk fiske ble artsbestemt, lengdemålt og satt tilbake.

Estimering av ungfiskproduksjon

Antall fisk som kan produseres i et vassdrag er ved siden av vannkvalitet, antall gytefisk, areal og ungfisktetthet avhengig av habitatbetingelser, og er godt egnet for å vurdere eventuelle endringer i vassdragsmiljøet (Elliot 1994, Jungwirth et al. 2003). Vannforskriften baserer sin evaluering på kvalitetselement fisk i elver med morfologiske endringer som hovedpåvirkning på nettopp endringer i fiskeproduksjon.

Å estimere fiskeproduksjon i et vassdrag krever omfattende undersøkelser og kostbare redskap som f.eks. smoltfeller, og vil som oftest ikke være mulig å finansiere. Det er derfor

vanlig å modellere ungfiskproduksjonen ut i fra el-fiske-stikkprøver i et bestemt areal som oppskaleres til hele vassdragsareal. Ved slik oppskalering bør det tas hensyn til at ungfisktettheter ofte varierer svært mye mellom forskjellige mesohabitatyper og habitatkvaliteter (Einum et al. 2005, Forseth et al. 2008). Modellering av smoltproduksjon er fristende siden dette gir et årlig estimat av et viktig livsstadium. I motsetning til laks har sjøaure en varierende livshistorie hvor det er vanskelig å generalisere med tanke på utvandringsmønstre. Dette gjør at smoltestimater for sjøaure basert på el-fiske eller fangst-gjenfangst metodikk innebærer en stor grad av usikkerhet.

For å omgå disse problemene ble det valgt et alternativ som baserer seg på resultatene til Forseth et al (2008). Målet var å etablere en modell som gir et lettfattelig tall som representerer habitatbetingelsene i et vassdrag. Modellen beregner antall ungfisk som en forventer å finne i vassdraget ved tidspunktet for el-fiske (september/oktober 2010, flere årsklasser). Ungfisktetthet blir oppskalert avhengig av tilhørende mesohabitat, dets arealandel i vassdraget og dets habitatkvalitet. Det viktigste grunnlaget for ungfiskestimatet er kvalitet og kvantitet av de forskjellige habitattypene så vel som målte ungfisktettheter. Det forutsettes at målt ungfisktetthet er representativt for habitattypen i hele vassdraget.

I de undersøkte bekkene ble all fisk under 19 cm (antatt alder 0+, 1+, 2+) kategorisert som ungfisk. Det betraktes som sannsynlig at en stor del av de fiskene med lengder fra 9-19 cm (1+, 2+) vil vandre ut som smolt i følgende år. Andel eldre ungfisk kan derfor gi et estimat for å sammenligne ungfiskestimatet med smoltmodeller som ellers er brukt, eller med smoltmålinger der de finnes. Smoltestimater for sjøaure er som nevnt ovenfor knyttet til stor variasjon og usikkerhet. For å vurdere habitatbetingelsene i vassdragene tas det derfor utgangspunkt i ungfiskestimatet.

Elfiskedata varierer pga. mange faktorer (fangbarhet, temperatur mm) og har derfor stor varians. Ungfiskestimatet gjenspeiler elvehabitatets kvalitet og størrelse. Resultatene fra ungfiskmodellen kan derfor bare betraktes som et redskap for å angi en størrelsesorden for ungfiskproduksjonen, og som gjør det mulig å sammenligne elvehabitatbetingelser og -størrelser mellom vassdrag eller før og etter en endring.

Tabell 2. Skjema for beregning av antall ungfisk i et vassdrag

Grunlagsdata			Estimat
Ungfisktetthet [ind./100m ²]	Mesohabitatyper [areal, m ²]	Habitatkvalitet [kartlegging, 3-12]	Antall ungfisk i det anadrome elvearealet ved et tidspunkt

Følgende fremgangsmåte ble brukt for å beregne ungfiskestimatet: Ungfisktetthet ble oppskalert med arealet av den tilsvarende habitattype i vassdraget (ved median vannføring). Siden ungfisktetthet varierte avhengig av habitatkvalitet ble oppskaleringen gjennomført atskilt for to undergrupper: For habitater med en kvalitetsverdi 10-12 og for de med 3-9. Disse to undergruppene ble definert på grunnlag av datafordelingen som vises i Pulg et al.

(2011). Beregnet ungfisketall for hver mesohabitattype og kvalitet blir til slutt summert til et samlet ungfiskeestimat for vassdraget.

Slike beregninger har en usikkerhet siden forskjellig fangbarhet og årsvariasjoner spiller inn. Likevel gir metoden et rimelig godt estimat for sjøaurehabitatet siden mesohabitattype og habitatkvalitet er de vesentlige oppskaleringsfaktorene og det er de som skal vurderes.

3 Resultater

3.1 Kartlegging

Mokovassdraget er anadrom i nedre del (350 m Moko/Drivo og 150 m Moko). Både sjøaure, laks og ål kan vandre inn fra Daleelva og i Moko/Drivo finnes mange gyte- og oppvekstområder særlig for sjøaure, i mindre grad for laks og for ål bare oppvekstområder. Gyteareal for sjøaure finnes på ca. 30 % av elvearealet. Resten består av stryk og renner med mye skjul (85 % dekning). Hovedbekken er 350 m lang mellom 2 og 6 m bred, ca. 3 m i gjennomsnittet (ved medianvannføring, se Fig. 7). Gradienten er 1,4 %. Mot fotballbanen blir bekken smal (1 m) og har betydelig mindre vannføring. Her finnes renner med mer monoton karakter og mindre skjul (60 % dekning, se Fig. 6). I gjennomsnitt er dekning av områder med skjul 76 % av det totale elvearealet. Kantvegetasjon finnes på ca. 70 % av elvebredden. Moko fortsetter mot sør (150 m), også her er bekken smalere, rund 1 m (Fig. 5).

Mot fjellsiden i sør ligger det en svær steinur. Vassdraget deler seg i mange mindre løp som delvis sildrer gjennom uren og forsvinner i undergrunn. Det kan identifiseres to hovedløp: Moko og et flomløp (se Fig. 4). Uren er bratt, hovedløpenes gradienter er henholdsvis 13,7 % (flomløp) og 13 % (Moko). Det finnes flere bratte trinn mellom 1 og 2 m i elveløpene som kan virke som vannstandsavhengige vandringshinder, dvs. de er sannsynligvis bare passerbare for gytefisk ved gunstige vannføringer, når oppstuingseffekter sørger for at fisk kan hoppe eller ta i bruk sideløp gjennom skogen. Et sikkert vandringshinder som stopper all anadrom gytefisk finnes først etter ca. 400 m (se Fig. 8). Substratet på uren er preget av grove rullestein > 50 cm. Gytemuligheter finnes bare unntaksvis på små grusflekker. Ved svært lave vannføringer og ved frost er det sannsynlig at vannet forsvinner fullstendig i undergrunnen eller bunnfryser. Observasjoner av lokale interesserte (Tore Wiers, muntlig) og hydrologiske beregninger (Fig. 3) bekrefter dette.

Oversiktstabell – Moko/Drivo anadrom del med permanent vannføring

Areal (medianvannføring)	1300 m ²
Lengde (Moko+Drivo)	500 m
Gyteareal	30 %
Stryk	25 %
Renne	45 %
Dekning skjul	76 %
Samlet habitatkvalitet	God (10)
Ungfisktetthet (Drivo/Moko)	219 ind/100 m ²
Ungfiskestimat for Drivo/Moko	2800
Ungfisktetthet Moko flomløp	5 ind/100 m ²
Ungfiskestimat Moko flomløp	50



Fig. 4 Flomløp ca. 300 m ovenfor munning



Fig. 5 Del av Moko rett ovenfor Drivo



Fig. 6 Øvre enden av Drivo (rør under idrettsbane)



Fig. 7 Nedre partier av Moko/Drivo med gyteplasser og gode habitatforhold (stasjon 1)

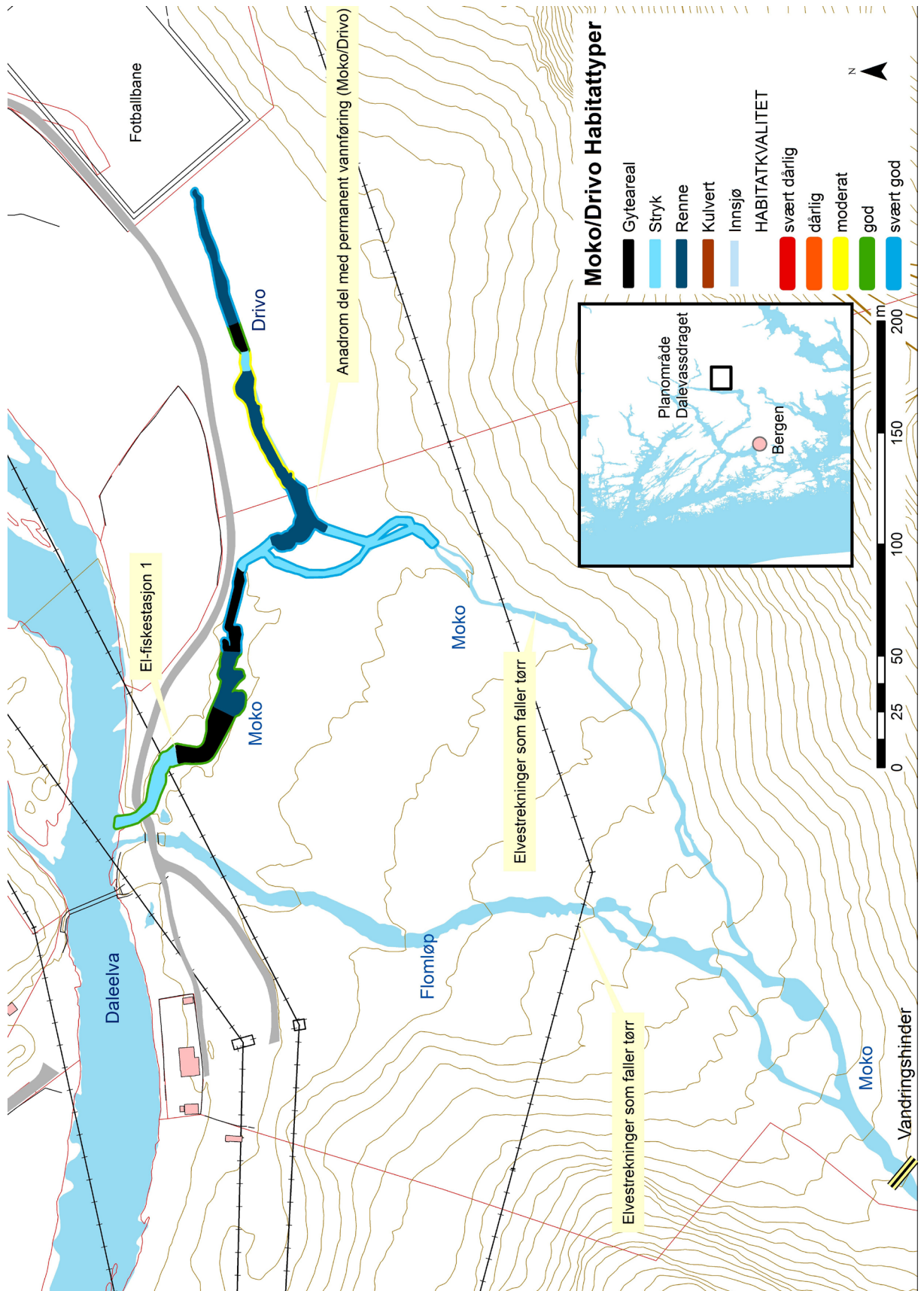


Fig. 8 Kartlegging av Mokovassdraget

3.2 El-fiske

I Moko/Drivo ble det tatt 645 fisk derav 2 laks, resten var aure, alle var under 17 cm. 272 fisk ble tatt på stasjon 1 som ble fisket kvantitativt etter Bohlin et al. (1989). Beregnet tetthet der var 303 ungfisk per 100 m². Temperatur ved fiske var 8,0 grader, ledningsevne 17 µS/cm. Fangsteffektivitet ble beregnet til 53 %. Resten av fiskene ble tatt i transektfiske etter Forseth et al. 2008, i et representativt utvalg av alle habitattyper i vassdraget. Samlet sett ble gjennomsnittlig ungfisktetthet beregnet til 219 fisk/100 m². Fiskene ble delt opp i forskjellige aldersklasser ut i fra lengdefordelingen (Fig. 9). Det ble tatt alle lengdeklasser som tilsvarer 0+ til 2+.

I flomløpet ble det tatt betydelig mindre fisk, tettheten i et 300 m² stort areal var 5 fisk /100 m². Fiskene her var mellom 10 og 13 cm lang, bare en var 7 cm (Fig. 9). Alle fisk ble satt levende tilbake.

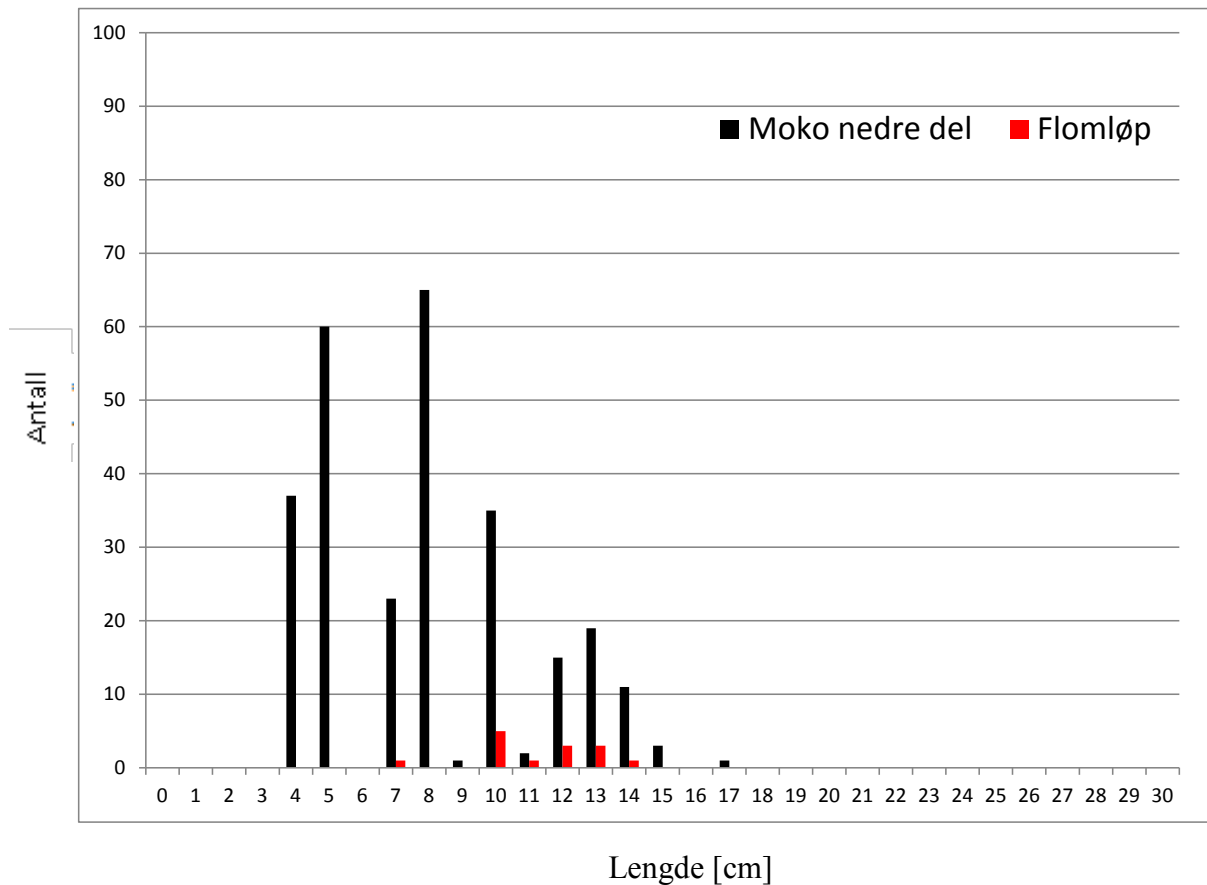


Fig. 9 Lengdefordeling av aure fanget i Moko (Stasjon 1, svart) og flomløpet (rødt).

4 Diskusjon

4.1 Vurdering av situasjonen

Mokovassdraget kan inndeles i to forskjellige deler: I den flate delen (Moko/Drivo) mot fotballbanen finnes det svært produktive gyteplasser og oppvekstområder for sjøaure (Fig. 7). Gradienten, vegetasjon, substrat og skjul er veldig gunstig for aure. Bare i Drivo finnes det litt mindre gunstige områder som er preget av mye finsediment og mindre skjul. De gode habitatforholdene nederst gjenspeiler seg i høye tettheter opp til 303 ind./100 m². Også tettheten for hele vassdraget er høy (219 ind./100m²). Samlet sett gir dette rom for ca. 2800 ungfisk i vassdraget. Regner vi med at 10-25 % kan gå ut som smolt, er det et potensial for en smoltproduksjonen på 280-700 individer - nesten alle sjøaure. Med dette er Moko/Drivo et av de viktigste områdene for sjøaureproduksjonen i Dalevassdraget. Ål ble ikke funnet under prøvafiske, men finnes nok i Mokovassdraget. Også for denne arten har den nederste delen de beste habitatforholdene. Laks bruker Mokovassdraget i liten grad. Bare sporadisk ble det funnet enkelte fisker. Trolig er bekken for liten for adulte lakser og lite attraktiv i forhold til hovedelven.

Den bratte delen av vassdraget som renner på og i steinuren betraktes ikke som egnet for fisk siden denne delen av vassdraget kan tørke ut eller bunnfryse (Fig. 4). Våre elfiskeresultater bekrefter dette siden det bare ble funnet et svært lavt antall av eldre ungfisk i dette området. Denne aldersklassen er kjent for å vandre i vassdraget og har trolig vandret opp i år. Mangel på 0+ tyder på at det enten ikke finnes gyting eller at all rogn dør i dette området. Det finnes et usikkerhetsmoment i denne vurderingen siden fisk kan ha forblitt uoppdaget dypt inne i uren og i dype sprekker. Dessuten kan eldre ungfisk vandre inn og ut, altså forlate området igjen før det tørker ut. Det kan derfor ikke utelukkes at uren bidrar til fiskeproduksjon i vassdraget. I forhold til nedre del av vassdraget betraktes denne potensielle produksjonsandelen derimot som svært liten. Selv om all fisk i vårt prøvafiske vil overleve tørrfallene, og hvis vi oppskalerer tallet for hele flomløpet, bidrar dette bare med 1,7 % i den totale ungfiskbestanden av Moko/Drivosystemet.

4.2 Konsekvenser for fisk etter utbygging

Ved utbygging som planlagt (Kap. 2.1) vil flomløpet ha enda lengre perioder med svært lite eller ikke noe vann. Hverken den planlagte minstevannføringen (5-11 l/s) eller vannføringen under 60 l/s (turbindimensjonering) er nok for å holde et vannspeil i det bratte flomløpet. Flomløpet vil bli enda mindre egnet som habitat for fisk. Dette vurderes

imidlertid som ubetydelig for fiskeproduksjonen siden denne strekningen faller tørr i perioder allerede i dag og kan ikke betraktes som varig fiskehabitat.

Effekter på den produktive delen av Moko/Drivo er avhengig av detaljutformingen: Bygges kraftverket som vist på Fig. 2 og ledes vannet rett ut i midten av Moko/Drivo, ødelegges øvre deler av dagens produktive areal (Moko, ca 150 m²). Drivo forblir nesten uforandret mens de produktive nedre deler av Moko/Drivo får mer vann i perioder. Dette skader ikke, men siden produksjon der allerede er på et svært høyt nivå vil dette knapt øke den ytterligere. Økt elveareal kan forventes i perioder, men ikke ved lave vannføringer. Kraftverket er dimensjonert for vannføringer mellom 0,06 og 1,2 m³/s. Flaskehalsen ved lav vannføring vil derfor ikke fjernes. Samlet sett betraktes denne løsningen som negativ for sjøauereproduksjonen siden en liten del av bekken ødelegges (Moko, 150 m²) og resten forbedres ikke i nevneverdig grad.

Ledes vannet derimot i en åpen grøft mot øst inn i øvre enden av dagens Drivo vil effektene være gunstig for fisk (se Fig. 10). På denne måten vil øvre deler av Drivo få mer vann i perioder. Dette vil bedre habitatforholdene der siden det kan forventes utspyling av finsediment og bedre substratkvaliteten. I perioder med vann vil også vanddekkets areal øke – men ikke i lavvannsperioder. For å unngå tørrlegging av grøften og å optimalisere produksjon i Drivo og den nye grøften, bør elvefaret tilpasses den forandrete vannføring. Elvefaret bør utformes slik at det har lavvannskulper som holder vann gjennomgående. Muligens vil også grunnvann sige inn i grøften siden den avskjærer uren som en dreneringsgrøft. Dette kan hjelpe for å unngå tørrfalling i grøften. Dale Jeger- og Fiskerforening har planer om å lede vann fra Daleelven inn i Drivo (gjennom et allerede installert rør under idrettsbanen). Dette tiltaket vil kunne sikre vann også i lavvannsperioder og fremstår derfor som en varig økning av bekkearealet og fiskeproduksjonen. Planen lar seg med fordel kombinere med løsningen som er beskrevet ovenfor. Det gjenstår bare å ferdigstille innløp og utløp til dette røret og dette bør realiseres sammen med utbygging av Mokovassdraget.

I Drivo bør det gjennomføres habitatforbedrende tiltak siden habitatforholdene ikke er gunstige der. Også selve grøften til Drivo kan tilrettelegges som fiskehabitat. Først og fremst bør det legges ut gytegrus og rullestein for å bedre reproduksjonsmuligheter i øvre del av bekken. Substratet skal bestå av grus (16-64 mm, ca. 40 % av arealet) og rullestein (10-20 cm, også ca. 40 % av arealet). Det skal etableres gjennomgående kantvegetasjon langs breddene. Mellom grøften og Drivo trengs det en liten voll for å holde vannet i grøften også den bør dekket med kantvegetasjon. Grøftens gradient bør være ca. 0,005-0,01 for å skape gunstige strømbetingelser. Avstand mellom kraftverk og Drivos øvre ende er ca. 200 m. Det kreves derfor en fallhøyde på 1-2 m. Øvre enden av Drivo ligger på høydekote 16 (FKB-data). Kraftverksutløpet er planlagt på kote 17. Fallet er altså tilstrekkelig. Høydeforholdet bør imidlertid sjekkes på stedet ved videre prosjektering siden høydekoter på kart er ganske grove. Eventuelt bør kraftverksutløpet flyttes til kote 17,5 eller 18 for å få nok fall nedenfor – i hvert fall ikke lavere enn 17 moh. Regner vi med en

bredde på 2 m ved medianvannføring vil grøften tilsvare en økning i elvearealet på 400 m². Ytterlige 250 m² økning kan forventes i Drivo. 150 m² forsvinner (Moko direkte ved kraftverksutløp). Dette tilsvarer en netto økning av det produktive elvearealet på 500 m² eller + 38 %. I nedre deler av Drivo/Moko forventes ingen negative effekter for fisken, men verken tetthet eller areal vil bli nevneverdig større siden den biologiske kapasitetsgrensen sannsynligvis er nådd og elven har mye vann her allerede i dag (fra Moko og sigevann). Samlet sett forventes større sjøaureproduksjonen i Moko/Drivo og uendrete levevilkår for ål dersom tiltakene gjennomføres som beskrevet. Med dette oppfylles kravene etter vannforskriften og dessuten støttes arbeidet med bevaring av laks og sjøaure i Dalevassdraget (Gabrielsen et al. 2012).

Forutsetningen for denne effekten er at habitattiltakene utføres på en god faglig måte, følges opp og justeres ved behov. Kraftverksdrift må dessuten ikke føre til gassovermetning (inntrekk av luft i inntak) eller annen forurensing. Gassovermetning kan redusere og i verste fall ødelegge fiskeproduksjonen i hele Moko/Drivo.

Kraftverket kan dessuten føre til forandrete temperaturforhold, særlig relevant er faren for nedkjøling om sommeren med effekter på produksjon. Når man sammenligner middeltemperaturer for år, sommer, vinter, juli og august på NVE sin nettbaserte database (www.nve.atlas.no) for nedbørsfeltet over 155 moh (relevant for temperatur etter utbygging) og hele nedbørsfeltet (relevant for temperaturen i dag) så finnes det ingen forskjeller. Årsak er at inntaket ligger forholdsvis lavt og at største delen av nedbørsfeltet ligger ovenfor (96 %) det planlagte inntaket. Elvestrekningen som legges i rør er ca. 600 m lang (elvens total lengde 7000 m), nordvendt og bratt med kort oppholdstid av vannet. Det forventes derfor ingen vesentlige temperaturendringer.

4.3 Konsekvenser for fisk i anleggsfasen

Effekter på fisk i anleggsfasen er sterkt avhengig av hvordan utbyggingen foregår. Finsediment, forurensing, fyllinger, periodiske tørrlegginger eller vandringshinder som rammer den produktive delen av vassdraget kan virke ødeleggende for fisk.

Tas det hensyn til følgende kriterier vil negative effekter derimot være minimale:

- Overvann fra anleggsområdet og forurenset ellevann skal ikke ledes i den produktive delen av Moko/Drivo men bør ledes mot et midlertidig sedimentasjonsbasseng og så videre i Daleelva. Sedimentasjonsbassenget bør dimensjoneres slik at mobilisert finsediment og eventuell forurensing (også ved uhell) kan fanges opp og fjernes. Bassenget bør ligge rett nedenfor anleggsområdet eller ved nedre del av flomløpet og kan være en enkel grop.
- Permanent vannføringen (av rent vann) inn i Moko/Drivo systemet bør sikres
- Fyllinger og andre uønskete inngrep (graving, kjøring, vasking av maskiner o.l.) i Moko/Drivo systemet skal unngås.

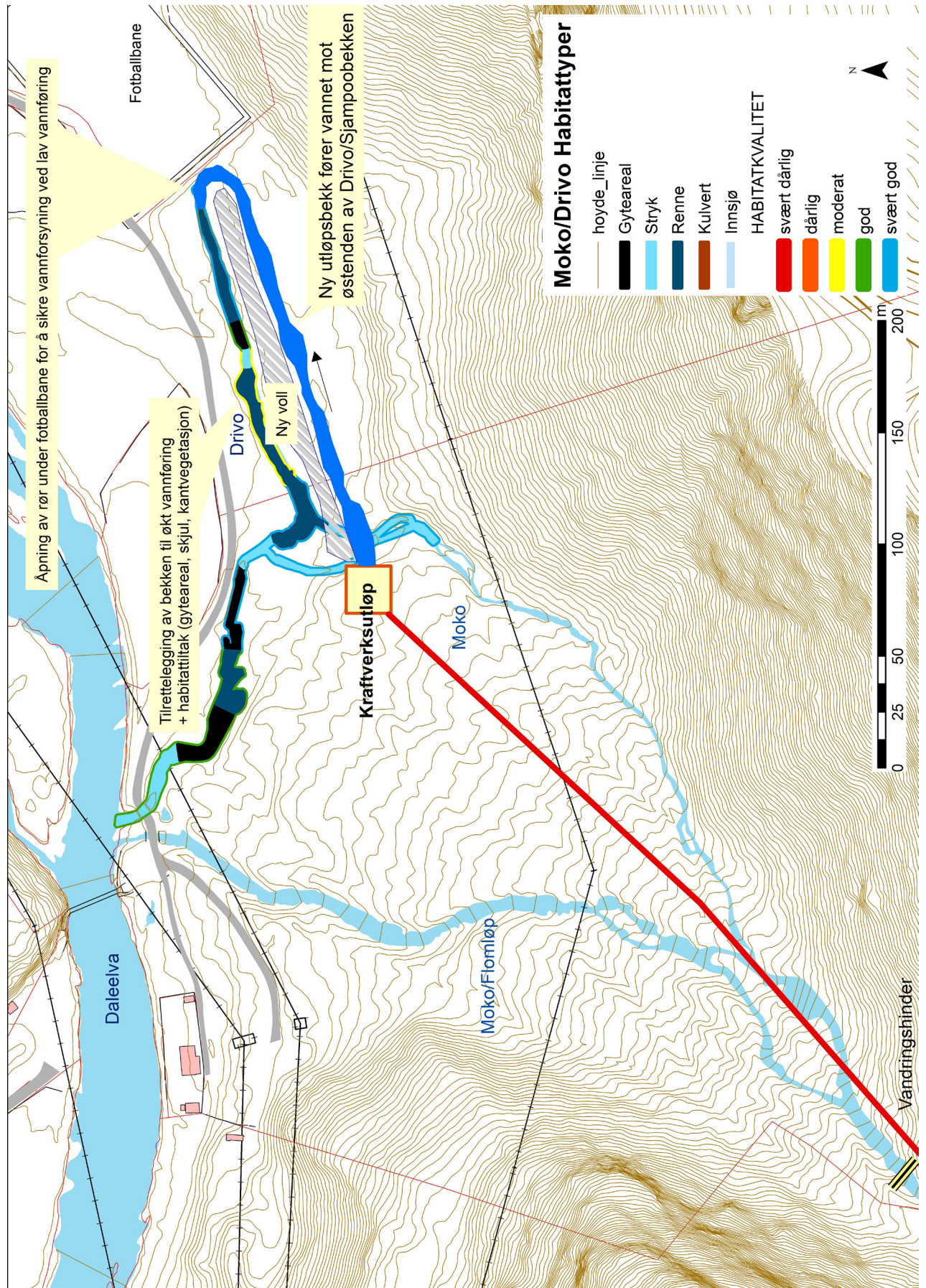


Fig. 10 Tiltak for å sikre det produktive fiskehabitatet nederst i Mokovassdraget.

5 Sammendrag

Mokovassdragets nedre del (Moko/Drivo) er en svært produktiv elvestrekning for sjøaure og hører til de viktigste reproduksjonsområder for arten i Dalevassdraget. Moko ovenfor dette området er svært bratt og faller tørr i perioder. Dette området er i store deler ikke egnet som permanent fiskehabitat. Ovenfor dette fossestryket er vassdraget flatere igjen og har permanent vannføring. Her lever stasjonær aure – men dette området blir ikke rammet av utbyggingen.

Utbygging av Mokovassdraget kan ha store effekter på fisk i den nedre, anadrome, produktive delen av vassdraget. Konsekvenser er avhengig av utbyggingens utforming: Dersom vannuttaket begrenses på fossestryket som uansett ikke er egent som fiskehabitat og dersom vannet fra utløp brukes for å bedre forholdene i Moko/Drivo unngås sannsynligvis skadevirkning på sjøaurebestanden. Det kan til og med regnes med bedre habitatforhold i den anadrome delen. Dette forutsetter at følgende kriterier legges til grunn og gjennomføres:

- Vann fra kraftverket skal ikke ledes inn i midten av Moko/Drivo eller direkte i Daleelven, men via en åpen grøft i øvre enden av Drivo. Der vil vannet bidra til bedre habitatforhold og større elveareal.
- Grøften og deler av Drivos elvefar bør tilpasses den nye vannføringen, særlig med tanke på sikring av vannspeil ved lav vannføring (lavvannskulper, tilføring av sigevann)
- I og ved grøften og Drivo bør det dessuten gjennomføres habitatforbedrende tiltak: Utlegging av gytegrus, trær/rullestein og etablering av kantvegetasjon. Dette krever at en fagkyndig fiskebiolog er med å planlegge og å gjennomføre tiltakene.
- Dale Jeger- og Fiskerforening sine planer og forarbeider om å tilføre vann fra hovedelven bør ferdigstilles senest sammen med utbygging av Mokovassdraget. Dette vil sikre vannføring i lavvannsperioder i Moko/Drivo.
- Gassovermetning (inntrekk av luft) og annen forurensing fra kraftverket skal unngås.
- I anleggsfasen skal alt forurenset vann (finsediment, overvann og elvevann) ledes gjennom et midlertidig sedimentasjonsbasseng og videre mot Daleelven – ikke inn i Moko/Drivo.

6 Referanser

- Armstrong, J. D., Kemp, P.S., Kennedy G.J.A., Ladle, M., Milner, N.J. 2003: Habitat requirements of Atlantic salmon and brown trout in rivers and streams. *Fisheries Research* 62 (2003) 143-170.
- Barlaup, B.T., Gabrielsen, S. E., Skoglund, H., Wiers, T. 2008: Addition of spawning gravel – a means to restore spawning habitat of Atlantic salmon, anadromous and resident trout in regulated rivers. *River research and applications*, 24, 543-550
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G., and Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing – theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173:9-43.
- Borsanyi, P., Knudsen, A., Harby, A., Ugedal, O., Kraxner, C. 2004: A Meso-scale Habitat Classification Method for Production Modelling of Atlantic Salmon in Norway. *Hydroécol. Appl.* (2004) 14 Vol. 1, pp. 119-138
- Braun-Blanquet, J. 1928: *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. Springer-Verlag Berlin 1928. Auflage 1951 Springer-Verlag Wien u. New York.
- Crisp DT, Carling PA. 1989. Observation on siting, dimensions and structure of salmonid redds. *Journal of Fish Biology* 34: 119–134.
- Einum, S., Nislow, K.H. 2005: Local-scale density-dependent survival of mobile organisms in continuous habitats: an experimental test using Atlantic salmon, *Oecologia* (2005) 143: 203–210
- Elliot, J. M. 1994: *Quantitative Ecology and the Brown Trout*. Oxford University Press. Oxford, New York, Tokyo.
- Finstad, A.G., Einum, S., Forseth T., Ugedal, O. 2007: Shelter availability affects behaviour, size-dependent and mean growth of juvenile Atlantic salmon. *Freshwater biology* 52, 1710–1718
- Forseth, T. & Forsgren, E 2008: *El-fiskemetodikk – Gamle problemer og nye utfordringer*. NINA Rapport 488, 74 s.
- Frisell C.A., Liss W.J., Warren C.E., Hurley M.D., 1986, “A hierarchical framework for stream habitat classification: viewing streams in a watershed context”, *Environmental Management*, Vol.10, 199-214
- Gabrielsen, S-E., Wiers, T. 2003: Registrering av sjøarevassdrag i Masfjorden kommune, Hordaland. Masfjorden kommune

- Gabrielsen S.-E., Barlaup B.T., Halvorsen G. A., Sandven O.R., Wiers T., Lehmann G.B., Skoglund H., Skår B., Wiers T., Pulg U., Vollset K. 2012: "LIV" – livet i vassdragene. Langsiktige undersøkelser av laks og sjøaure i Daleelva i perioden 2006-2011. LFI UNI RESEARCH rapport 185. Bergen.
- Harris, G., Millner (Hrsg.) 2007: Sea trout: Biology, Conservation and Management. Blackwell publishing. Oxford, UK.
- Jonsson, B., Jonsson, N. 2011: Ecology of Atlantic Salmon and Brown Trout. Fish and Fisheries series, Volume 33. Springer Heidelberg, London, New York. DOI 10.1007/978-94-007-1189-1
- Jungwirth, M., Haidvogel, G., Moog, O., Muhar, S., Schmutz, S. 2003: Angewandte Fischökologie an Fließgewässern, Facultas Universitätsverlag, Wien
- Klemetsen A., Amundsen P.-A., Dempson J. B., Jonsson B., Jonsson N., O'Connell M. F., Mortensen E. 2003: Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): a review of aspects of their life Histories. Ecology of Freshwater Fish 2003: 12: 1–59
- Oddane, B. 2011: Moko småkraftverk – Biologisk utredning. Ecofact rapport 117.
- Pulg, U. 2009: Laichplaezte der Bachforelle (*Salmo trutta*) in der Moosach – die Bewertung ihrer Funktionsfaehigkeit, ihre Degradierung und ihre Restaurierung. Dissertation am lehrstuhl fuer Landschaftsoekologie der Technischen Universitaet München. München <http://mediatum2.ub.tum.de/node?id=680304>
- Pulg, U., Barlaup, B., Gabrielsen S.-E. & Skoglund, H. 2011A: Sjøaurebekker i Bergen og omegn. LFI-rapport nr. 181, 295 s. Uni Research, Uni Miljø LFI, Bergen. www.miljo.uni.no/?page_id=1063
- Pulg, U., Unfer, G., Barlaup, B., Trepl, L. Sternecker, K. 2011B: RESTORATION OF SPAWNING HABITATS OF BROWN TROUT (*Salmo trutta*) IN A REGULATED CHALK STREAM. River Research and Applications, published online DOI: 10.1002/rra.1594
- Rubin J.F., Glimsäter C. 1996: Characteristics and rehabilitation of spawning habitats of the sea trout in Gotland (Sweden), Fisheries Management and Ecology, 2004, Band 11, S. 15-22
- Rubin, J-F.1994: Survival and development of sea trout eggs in Baltic Sea water. Fisheries Research 20, s. 1-12