

Effekter på laks av ulike minstevannslipp i Aura

Torbjørn Forseth, Marius Berg & Anders Foldvik



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

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

NINA Kortrapport

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

NINA Temahefte

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

NINA Fakta

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

Annen publisering

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

Effekter på laks av ulike minstevannslipp i Aura

Torbjørn Forseth
Marius Berg
Anders Foldvik

Forseth, T., Berg, M. & Foldvik, A. 2017. Effekter på laks av ulike minstevannslipp i Aura - NINA Rapport 1324. 32 s.

Trondheim, mars 2017

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-3022-3

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Torbjørn Forseth

KVALITETSSIKRET AV

Gunnbjørn Bremset

ANSVARLIG SIGNATUR

Ingeborg Palm Helland (sign.)

OPPDRAGSGIVER

Statkraft Energi AS

OPPDRAGSGIVERS REFERANSE

Kontrakt Nr 4500189377

KONTAKTPERSON HOS OPPDRAGSGIVER

Vegard Pettersen

FORSIDEBILDE

Aura ved inngangen til det vanskelige oppvandringsområdet mellom Eikesdalsvatnet og Litlevatnet. Foto: Marius Berg

NØKKEWORD

- Aura, Nettet, Møre og Romsdal
- Laks
- Sjøørret
- Miljødesign
- Minstevannføring

KEY WORDS

- River Aura, Northwestern Norway
- Atlantic salmon
- Brown trout
- Environmental design
- Minimum discharge

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

Postboks 5685 Sluppen
7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00

NINA Oslo

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon: 73 80 14 00

NINA Tromsø

Framsenteret
9296 Tromsø
Telefon: 77 75 04 00

NINA Lillehammer

Fakkeltgården
2624 Lillehammer
Telefon: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Forseth, T., Berg, M. & Foldvik, A. 2017. Effekter på laks av ulike minstevannslipp i Aura – NINA Rapport 1324, 32 s.

Auravassdraget har sterkt redusert vannføring som følge av vassdragsregulering. Det er nå åpnet vilkårsrevisjon, og Statkraft har beskrevet fem ulike vannslipp som kan bedre forholdene for anadrom laksefisk. Her vurderer vi effekten av de ulike slippene på produksjon av laks, med utgangspunkt i metodikk beskrevet i «Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag».

Lave vannføringer både sommer og vinter, og særlig om vinteren, ble identifisert som viktige flaskehalser for lakseproduksjon. I tillegg har redusert vannføring i oppvandrings sesongen gjort oppvandringen til midtre og øvre deler av Aura svært vanskelig, og denne delen av vassdraget har ikke lengre naturlig produksjon av anadrom laksefisk.

Basert på flyfoto ble sammenhenger mellom vanndekt areal og vannføring kartlagt. Habitatforhold som elveklasser, substrat, skjultilgang og gytehabitat ble kartlagt for hele strekningen. Forekomst av skjul i bunnsubstrat og tilgang på gytehabitat ble brukt som grunnlag for å estimere produksjonspotensial for laksesmolt i vassdragsavsnittet, gitt reduksjon i vanndekt areal etter regulering (på grunn av redusert vannføring) og reduksjon i laveste vintervannføring. Deretter ble gevinsten i smoltproduksjon for de ulike slippalternativene estimert ut fra økningen (fra dagens situasjon) i vanndekt areal om sommeren og vinteren. De ulike alternativene ga estimerte gevinster fra 27 til 141 %.

For å reetablere naturlig rekruttering av anadrom laksefisk i hele Aura er det under alle slippalternativene nødvendig å gjøre fysiske tiltak som letter oppvandringen. I tillegg bør det gjøres tiltak på den ca 700 meter lange strekningen der elva i perioder med lav vannføring renner gjennom bunnsubstratet. Slippalternativene A 220 (slipp av Q95 for sommer og vinter) og A 202 (slipp på 3 m³/s om sommeren og 0,5 m³/s om vinteren) var de beste alternativene biologisk sett, men A 220 innebærer slippvolum som er dobbelt så stort som A 202. Vi lanserer derfor en variant av A 202 med et mindre slipp (1 m³/s) tidlig på sommeren (når slippet likevel utgjør lite av totalvannføringen) og at det sparte vannet (4,3 millioner m³) inngår i en vannbank som brukes til å sikre høy nok vannføring til oppvandring i normale og tørre år.

Produksjonskapasiteten for laksesmolt under de ulike slippalternativene kan også utnyttes ved utsetting av øyerogn eller plommeseckkyngel, enten alene eller i kombinasjon med naturlig rekruttering. Full utnyttelse av kapasiteten ved utsettinger vil kreve relativt mange stamfisk. Et annet alternativ er å transportere gytefisk forbi det vanskeligste oppvandringsområdet.

Torbjørn Forseth, Marius Berg & Anders Foldvik, Norsk institutt for naturforskning (NINA), Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim
torbjorn.forseth@nina.no

Abstract

Effects of different discharge regimes on Atlantic salmon in the River Aura – NINA Report 1324. 32 pp.

The River Aura has strongly reduced discharge due to hydropower regulation. The hydropower licenses are currently under revision, and the power company (Statkraft) has suggested five alternative discharge regimes to improve conditions for anadromous salmonids. Here, we evaluate the effects of the different discharge regimes on the production of Atlantic salmon in the river, using the principles and methods outlined in the “Handbook for environmental design in regulated rivers” (Forseth & Harby 2014).

Low minimum discharge during summer and winter were identified as important bottlenecks for production of Atlantic salmon smolts. In addition, low discharge during the upstream migration period have made migration to middle and upper parts of the river very difficult, and these parts of the river currently have no natural production of anadromous salmonids (salmon and trout).

Relationships between wetted river area and discharge were established from aerial photos. Habitat conditions such as mesohabitat type, substrate size, shelter capacity and availability of spawning areas were mapped, and used to estimate the production capacity of salmon smolts. These estimates accounted for both the effects of reduced wetted areas after regulation during summer and reductions in the minimum discharge during winter. Thereafter increases in smolt production under the different discharge regimes were estimated, and ranged from 27% to 141%.

To obtain natural salmon recruitment for the whole of River Aura, physical mitigation measures are necessary to ensure successful upstream migration under all discharge regimes. Moreover, extensive habitat measures are recommended on a c. 700 m long river stretch where the water submerge in the riverbed at low discharge.

The alternatives A 220 (Q95 discharge from the reservoir during both summer and winter) and A 202 (minimum discharge stipulations at 3 m³/s during summer and 0.5 m³/s during winter) were estimated to result in the highest increase of the salmon population, but A 220 involved twice as high discharge volumes as A 202. Moreover, none of the alternatives was sufficient for ensuring upstream migration and recruitment for the whole river. We suggest an alternative version of A 202, with reduced discharge (1 m³/s) during early summer, when discharge from the reservoir constitutes a small proportion of total water discharge. The volume saved (4.3 mill m³) could be used to ensure sufficient number of days with flows that allow upstream migration (c. 10 m³/s) during normal and low flow summers.

Alternatively, the production capacities for smolt under the different discharge regimes can be obtained by stocking of eggs or alevins, either alone or in combination with natural recruitment. Exploiting the full production capacity requires relative high annual brood stocks. A third alternative is to transport adult salmon upstream the migration barrier.

Torbjørn Forseth, Marius Berg & Anders Foldvik, Norwegian Institute for Nature Research (NINA), P.O. Box 5685 Sluppen, NO-7485 Trondheim, Norway
orbjorn.forseth@nina.no

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	4
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning.....	7
2 Vanndekt areal og vannføring.....	9
3 Diagnose for strekningen i henhold til miljødesignmetodikken	11
3.1 Vannføringsmessige forhold.....	11
3.2 Habitatkartlegging.....	11
3.2.1 Substrat og skjulmålinger	12
3.2.2 Elveklasser.....	13
3.2.3 Praktisk gjennomføring	13
3.3 Habitatdiagnose.....	17
4 Dagens produksjonspotensial.....	21
5 Smoltgevinst ved ulike vannslippalternativer.....	23
6 Vann til oppvandring.....	25
7 Fysiske tiltak	27
8 Vurderinger av de ulike alternativene	28
8.1 Naturlig rekruttering i Aura opp til Per-Nilsespranget.....	28
8.2 Kombinerte løsninger basert på fiskeutsettinger.....	30
9 Referanser	32

Forord

I denne rapporten vurderer vi på oppdrag fra Statkraft Energi AS fem ulike vannslipp i Aura, samt hvilke forsterkingstiltak som er aktuelle å kombinere med vannslippene. Arbeidet er et faglig underlag for vurdering av miljønytte av ulike vannslipp i Aura i pågående vilkårsrevisjon. Vannslippene var beskrevet av Statkraft som også gjennomførte de hydrologiske analysene og presenterte de vannføringsmessige konsekvensene av alternativene. Disse er presentert i et eget notat (Statkraft Notat 2017). Vi spesifiserte for Statkraft de beregninger og figurer vi vurderte som nødvendige for våre analyser. Personell med GIS-kompetanse i Statkraft gjennomgikk også de tre flyfotoseriene og lagde polygoner for vanndekt areal som vi deretter vurderte og behandlet videre.

Marius Berg og Torgeir Børresen Havn gjennomførte feltarbeidet i Aura, mens Marius Berg og Anders Foldvik utførte videre analyser av kartfestet informasjon. Vi takker alle bidragsytere til gjennomføring av prosjektet, og Statkraft Energi AS takkes for oppdraget.

27. mars 2017, Torbjørn Forseth

1 Innledning

Auravassdraget ligger i Oppland og Møre og Romsdal fylker. Aura har naturlig avrenning fra Aursjøen ned til Eikesdalsvatnet, mens Eira strekker seg fra Eikesdalsvatnet til Eresfjorden (**figur 1**). Auravassdraget er fraført vann for kraftproduksjon i tre runder; Aurautbyggingen i 1953, Takrenneutbyggingen i 1962 og Gryttenutbyggingen i 1975. Til sammen har disse medført en samlet reduksjon i middelvannføringen i Aura ved Litlevatnet (4 km oppstrøms Eikesdalsvatnet) på 75 % (Jensen & Johnsen 2008). Det har blitt gjennomført en rekke fiskebiologiske undersøkelser i vassdraget og detaljer om utbyggingene og konsekvensene for laks og sjørørret er beskrevet i flere rapporter (oppsummert i blant annet Jensen mfl. 2007, 2011, 2014, 2016).

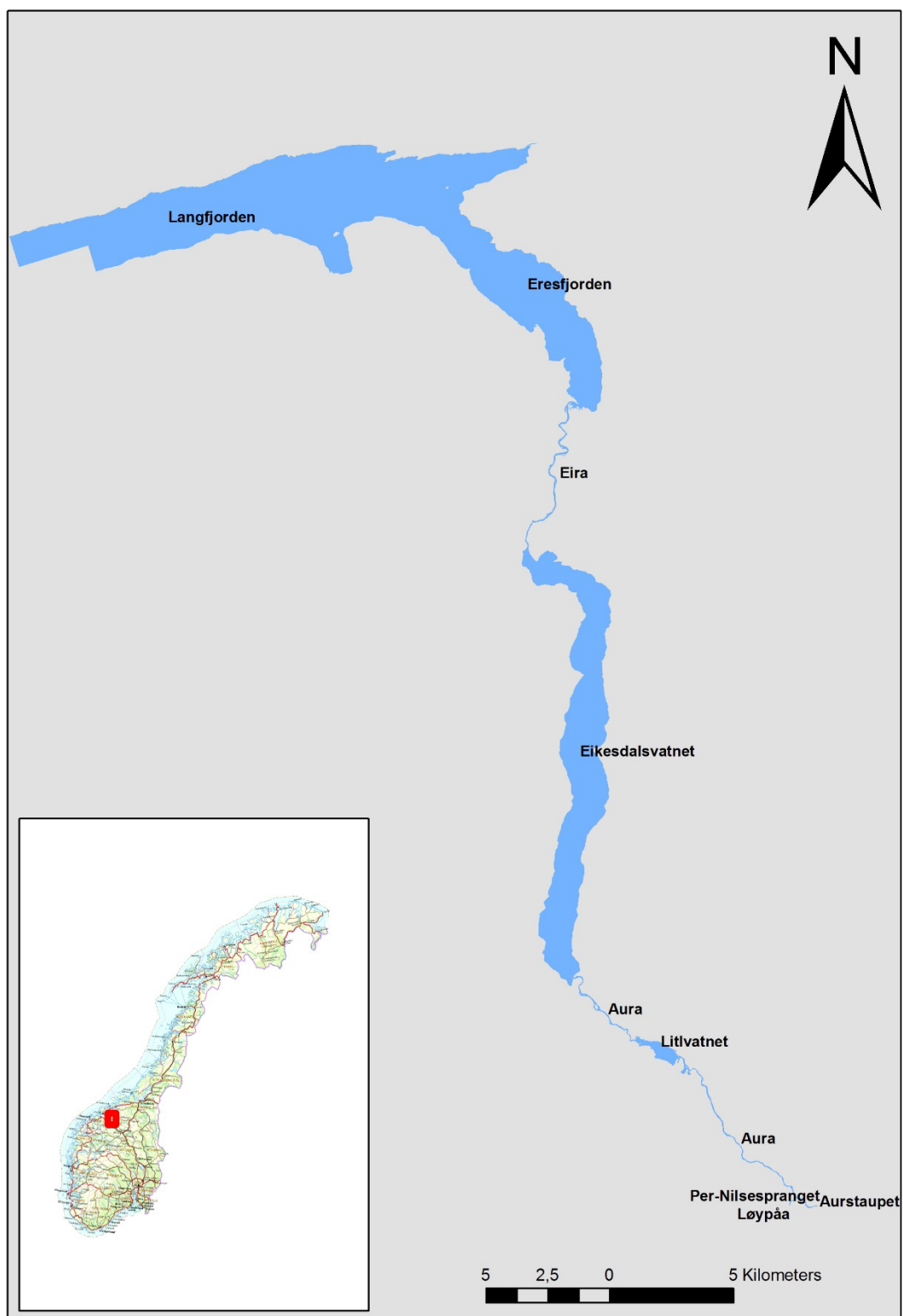
Det er åpnet for vilkårsrevisjon i Auravassdraget, og i henhold til prioriteringsrapporten fra NVE og Miljødirektoratet (Sørensen mfl. 2013) og nasjonalt vedtak av «regional plan for vassforvaltning i vassregion Møre og Romsdal» er Aura prioritert vassdrag for tiltak som kan medføre krafttap. Dette innebærer at det kan være aktuelt med minste vannslipp til Aura.

Statkraft har beskrevet fem ulike vannslipp i Aura (A202, A220, A302, A290 og A400; se **tabell 4**). Vi har fått i oppdrag å vurdere og besvare følgende spørsmål:

- Hvilken verdi vil de ulike vannføringsscenariene ha for laks i Aura?
- Hvilke forsterkingstiltak er aktuelle å kombinere med vannføringsscenariene?

Vurderingene våre følger prinsippene i håndboka «Miljødesign for laks i regulerte vassdrag» (Forseth & Harby 2013). Håndboka beskriver «hvordan man kan utrede, utvikle og gjennomføre tiltak som bedrer forholdene for laks i regulerte vassdrag samtidig som man tar hensyn til kraftproduksjon». Det samme helhetlige utgangspunktet tas i denne rapporten, og i tillegg til å vurdere effekten av de ulike vannslippalternativene som er utviklet av Statkraft, vurderer vi også behovet for fysiske habitattiltak, eventuelle justeringer av forslagene til vannslipp og vannforbruket. Vurderingene er basert på laks, men vil trolig i høy grad også gjelde for sjørørret.

Før regulering var Aura lakseførende opp til Aurstaupet (**figur 1**), ca 15,5 km oppstrøms utløpet i Eikesdalsvatnet (Jensen & Johnsen 2007, Jensen mfl. 2014). Nå er lakseproduksjonen begrenset til den ca 2 km nederste strekningen, opp mot et bratt område som er svært vanskelig å passere for laksefisk på lave og midlere vannføringer (Jensen & Johnsen 2007). Det er trolig en kombinasjon av vanskelige oppvandringsforhold og hyppig forekomst av lavvannsepisoder på grunn av reduserte vannføring som er årsaken til at anadrom laksefisk ikke lengre utnytter resten av Aura. De ulike slippalternativer vurderes derfor primært etter effekt på disse to flaskehalsene.



Figur 1. Oversiktskart over Auravassdraget fra Aurstaupet i Aura til utløpet av Eira i Eresfjorden.

2 Vanndekt areal og vannføring

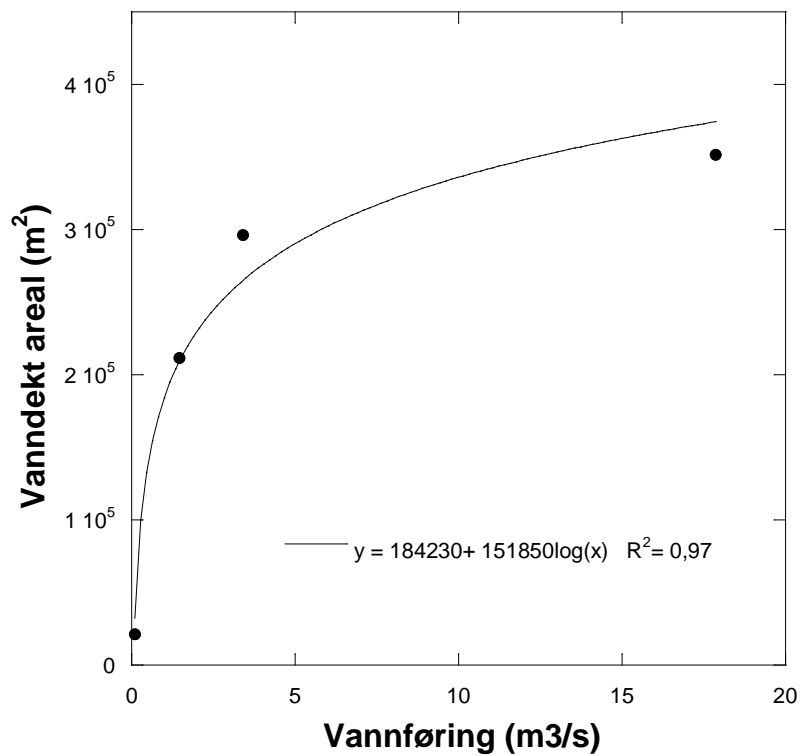
For å kunne estimere effekten av ulike vannslipp på produksjon av laksesmolt i Aura må sammenhengen mellom vanndekt areal og vannføring beregnes. Vanndekt areal definerer produksjonsarealet for laksesmolt og om bunnforholdene er relativt like i elveprofilen vil produksjonen være tilnærmet proporsjonalt avhengig av vanndekt areal (Forseth & Harby 2013). På «Norge i Bilder» ble det funnet tre flyfotoserier som dekket hele Aura og ut fra dato for flyfotoet ble det hentet data for vannføringen på målestasjonen Lille Eikesdalsvatnet (NVE vannmerke 104.1) i nedre del av Aura:

- 2006 med vannføring på 1,46 m³/s
- 2014 med vannføring på 3,4 m³/s
- 2008 med vannføring på 17,8 m³/s

På fotoserien fra 2008 framsto elvesenga som oppfylt, mens det var store tørrlagte områder på serien fra 2006 med vannføring på 1,46 m³/s. Disse tre seriene er således et godt grunnlag for å etablere en sammenheng mellom vanndekt areal og vannføring.

Personell med GIS kompetanse i Statkraft gjennomgikk de tre fotoseriene og lagde polygoner som var definert av vannlinja på hver av seriene. Skygge og dårlig billedkvalitet (særlig på 2006-serien) gjorde at det for noen mindre strekninger var vanskelig å identifisere strandlinja og grensen mellom vann og land ble skjønnsmessig inntegnet. Slike områder ble identifisert med egne polygoner. Etter å ha mottatt polygonene fra Statkraft, vurderte vi disse områdene og vi anser at den usikkerheten skjønnet innebærer ikke har vesentlig betydning for totalarealet (avviket er trolig lite). Markante tørrfallområder ute i elva ble ekskludert, men Aura har også områder med mye stor eller mindre steingrupper som stikker opp av vannet. Statkraft definerte disse i egne polygoner, merket som «stein» og «grus». Det finnes prosedyrer basert på analyser av pikselfarger som kan brukes til å estimere andel av slikt tørrfall, men dette krever en god del arbeid og god fotokvalitet. Vi gikk gjennom et tilfeldig utvalg av de identifiserte polygonene med tørrfall på de to beste fotoseriene (2008 og 2014) og satte en skjønnsmessig andel tørrfall av totalt vanndekt. Det var noe variasjon i andelen mellom områdene, men vi valgte som en forenkling å bruke 50 % tørrfall på alle identifiserte polygoner. I tillegg fant vi ved gjennomgang av billedseriene at det var områder som ikke var avmerket som også hadde noe tørrfall. Disse ble skjønnsmessig antatt å ha 10 % tørrfall. Selv om disse prosedyrene introduserer ytterligere usikkerhet i beregningene av vanndekt areal, er det lite trolig at denne usikkerheten har vesentlig betydning for våre vurderinger av produksjonspotensial på ulike vannføringer.

Vanndekt areal for Aura fra Eikesdalsvatnet og opp til Per-Nilsespranget (se nedenfor for begrunnelse for øvre grense) ble til slutt beregnet for hver av de tre vannføringene som summen av vanndekt areal av alle polygonene minus de estimerte tørrfallsarealene. Sammenhengen mellom vanndekt areal og vannføring i elver har typisk en logaritmisk form, med rask økning i areal ved lave vannføring og en utflating ettersom elvesenga fylles opp. I samsvar med dette ga en logaritmisk modell en god tilpasning for sammenhengen mellom totalt vanndekt areal opp til Per-Nilsespranget ($R^2=0,93$). Fordi vi også var avhengig av å ekstrapolere til lavere vannføringer enn 1,46 m³/s antok vi at vanndekt areal på 0,1 m³/s var 10 % av areal på 1,46 m³/s. Også med dette nye punktet fikk vi en god tilpasning til en logaritmisk modell (**figur 2**; $R^2=0,97$). Modellen underestimerer vanndekt areal noe på 3,4 m³/s og overestimerer på den høyeste vannføringen, men gitt den samlede usikkerhet i arealberegningene og de videre beregningene foretrakk vi en slik kontinuerlig funksjon over alternativer som for eksempel lineære interpolasjoner. Som vi skal vise under ble strekningen delt i 13 elvesegmenter og vi etablerte individuelle sammenhenger mellom vanndekt areal og vannføring for disse. Modelltilpasningen var generelt god (R^2 fra 0,63 til 0,99, de fleste innenfor 0,8-0,9) men ett av segmentene (nr. 6) er fra en strekning som var nesten helt tørr på 1,46 m³/s og modelltilpasningen for dette segmentet ble gjort uten estimatet for vanndekt areal på 0,1 m³/s. Modellen for dette segmentet predikerer null vanndekt areal ved 0,9 m³/s.



Figur 2. Sammenheng mellom vannføring og vanndekt areal i Aura opp til Per-Nilsespranget. Kurven er en tilpasning til en logaritmisk funksjon. De tre største arealene er estimert fra flyfoto, mens vanndekt areal på den laveste vannføringen (0,1 m³/s) er satt til 10 % av det nest laveste (1,46 m³/s)

3 Diagnose for strekningen i henhold til miljødesignmetodikken

3.1 Vannføringsmessige forhold

De relevante delene av diagnosemetodikken i «Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag» (Forseth & Harby 2013) ble benyttet som grunnlag for å identifisere viktige flaskehalser og beregne produksjonspotensialet for laks i Aura. Vassdragsreguleringen innebærer at store deler av nedbørsfeltet er fraført, slik at vannføringen i Aura er betydelig redusert. Derfor er det overveiende sannsynlig at de laveste vannføringene er viktige flaskehalser for lakseproduksjon. I det hydrologiske grunnlaget (Statkraft Notat 2017) er det gitt frekvensfordelinger av laveste ukemiddel vannføring om vinteren (1/10-31/5) og sommeren (1/6-30/9) for periodene 1976-2011 (dagens situasjon) og 1917-1952 (førsituasjon). Sommerperioden ble definert i henhold til Forseth & Harby (2013) som perioden mellom at temperaturen passerer 6 °C om våren og høsten. Median laveste ukemiddel vannføringen om vinteren har blitt redusert fra 1,01 m³/s til 0,3 m³/s, tilsvarende en reduksjon på 70 %. På samme måte har median laveste ukemiddel vannføringen om sommeren blitt redusert fra 10,72 m³/s til 1,74 m³/s, tilsvarende en reduksjon på 84 %. I henhold til Forseth & Harby (2013) klassifiseres derfor både laveste sommer- og vintervannføringer som sterke flaskehalser. Av de to regnes ofte (og særlig i kalde vassdrag) vinterflaskehalsen som sterkere enn flaskehalser som skyldes lave sommervannføringer (Harby & Forseth 2013). Det er sannsynlig at dette også gjelder i Aura, spesielt fordi vannføringene om vinteren kan bli svært lave (under 0,2 m³/s).

I Forseth & Harby (2013) er det gitt klassifiseringssystemer også for andre vannføringsmessige flaskehalser. Vi har imidlertid vurdert disse som lite relevante for Aura eller for vurderingene som gjøres i denne rapporten. Det er indikasjoner fra Eira på at høy vannføring under smoltutvandringen gir bedre overlevelse i sjøen (Jensen mfl. 2007), men ingen av de foreslåtte slippene vil ha særlig effekt på vannføring om våren (se Statkraft Notat 2017). En annen viktig flaskehals for lakseproduksjonen i Aura er imidlertid vannføring i oppvandringsperioden. Reguleringsundersøkelser har vist at det i dag bare er produksjon av laks på de nederste to kilometerne av Aura (f. eks. Jensen mfl. 2007, 2015), og at det er svært vanskelig for laks å passere det bratte partiet rett oppstrøms utløpet av Bruåa, 3,5 km opp i elva. Jensen & Johnsen (2007) brukte historiske opplysninger til å vurdere oppvandringsforhold i Aura og konkluderer at dette partiet er et vandringshinder på lave og moderate vannføringer. Basert på fangststatistikk og historiske vurderinger (Jensen & Johnsen 2007) satte vi skjønnsmessig oppvandringsperioden for laks i Aura til 10. juli til 1. oktober. I det hydrologiske grunnlaget (Statkraft Notat 2017) er det gitt varighetskurve for vannføringen i oppvandringsperioden under dagens regulering (data fra 1976-2011). Vannføringen var i gjennomsnitt høyere enn 10 m³/s i 20 av 83 vandringsdager (24 %) og høyere enn 15 m³/s i 12 dager (14,5 %). Jensen & Johnsen (2007) viste at sjørret kan passere det vanskelige området på 15 m³/s, men antok at laks trenger høyere vannføringer for å passere. Vannføring i oppvandringsperioden er således en sterk flaskehals med dagens fysiske forhold i det vanskelige området.

3.2 Habitatkartlegging

Inventering av Aura ble gjennomført ved kartlegging av de fysiske forholdene i vassdraget med hensyn til egnethet for anadrome fiskesamfunn. Metodikk følger retningslinjene i Forseth & Harby (2013) med klassifisering av bunnsubstrat, mesohabitat (elveklasser), skjul og gytehabitat. Fysisk kartlegging av et vassdrag gir verdifull informasjon om de faktorene som påvirker bærekapasiteten for fisk og kan avdekke habitatmessige flaskehalser. Arealer av ulike habitat-typer inndelt i elvesegmenter og skjulmålinger danner grunnlaget for den samlede vurderingene av produksjonspotensialet for laksefisk. Den metodiske utførelsen av inventeringen i Aura og datagrunnlaget knyttet til analysene av innsamlet data er beskrevet under.

3.2.1 Substrat og skjulmålinger

Elvestrekninger som har et relativt ensartet habitat klassifiseres etter hvilke substratstørrelser som er dominerende og sub-dominerende. Bunnsubstrat blir klassifisert etter en femdelt skala. Det er viktig å merke seg at betegnelsene grus og stein er definert ut fra et størrelseskriterier som kan være forskjellige fra det som er benyttet i andre undersøkelser. Substrat deles inn i følgende kategorier:

- 1 = Silt, sand og fin grus (0-2 cm)
- 2 = Grus og småstein (2-12 cm)
- 3 = Stein (12-29 cm)
- 4 = Stor stein (≥ 30 cm)
- 5 = Fast fjell

Overnevnte kategorier er tilpasset laksens habitatkrav, men overlapper i stor grad også sjørretens preferanser til habitat (f. eks. Heggenes mfl. 1999, Armstrong mfl. 2003). Kategori 1 og 5 er tilnærmede nullområder, der det forventes svært lite ungfisk av laks. Kategori 2 er områder med gytesubstrat, mens kategori 3 og 4 er leve- og oppvekstområder for eldre yngel (parr). Hvor egnet områdene er innenfor substratklassene bestemmes ved direkte skjulmålinger, slik at substratkartleggingene primært er et utgangspunkt for slike målinger.

Sub-dominerende substrat kartlegges ved å kombinere substratkategoriene ovenfor. En slik kombinasjon gir større mulighet for å vurdere egnetheten som leveområde for fisk av ulik størrelse. Eksempelvis vil områder med grovt substrat (dominerende) som er nedauret med finsubstrat (sub-dominerende) gi færre hulrom og være mindre egnet som oppvekstområde for ungfisk (Finstad mfl. 2011) enn lignende områder uten innslag av finstoff. På tilsvarende måte som for elveklasser ble endringer i dominerende og sub-dominerende bunnsubstrat registrert ved hjelp av GPS der veipunkt og substratkategori ble notert på feltskjema.

Tilgang til skjul ved bruk av hulrom mellom steiner er viktig for vekst og overlevelse da laks og ørret tilbringer mye av oppveksten i skjul mellom steiner i substratet. Antall og størrelse på skjul kvantifiseres ved å måle hvor mange ganger en 13 mm tykk plastslange kan føres inn i hulrom mellom steiner innenfor en kvadratisk stålramme på 0,25 m². Størrelsen på hulrommene blir bestemt ut fra hvor langt ned mellom steinene plastslangen kan føres og deles opp i tre skjulkategorier; S1: 2 -5 cm, S2: 5-10 cm, og S3: > 10 cm. Tre skjulmålinger gjøres i transekt, hvorav én måling så langt ut i elva som mulig, én måling ved bredden og én midt i mellom. Stålramma blir tilfeldig kastet ut innenfor undersøkelsesområdet og det beregnes et gjennomsnittlig antall skjul for hver kategori i hvert transekt. Verdiene blir deretter summert for å gi en verdi for «vektet skjul» ($S1 + S2 \times 2 + S3 \times 3$). Vektet skjul klassifiseres ut fra følgende skala (Forseth & Harby 2013):

- 1: < 5, lite skjul
- 2: 5-10, middels skjul
- 3: > 10, mye skjul

I Aura ble skjul registrert langs transekter med 250-300 meters mellomrom på elvestrekningene mellom Aurstaupet til Eikesdalsvatnet (men ikke i Litlevatnet). Det ble gjort fem skjulmålinger langs hvert transekt, hvorav første og siste måling ble målt på de tørrlagte elvebreddene. Dette ble gjort for å kontrollere at skjulmengden ikke var vesentlig forskjellig i områder som er permanent vanndekt og områder som bare er vanndekt i perioder. Vektet skjul er sammen med tilgjengelig gyteareal og substratsammensetning benyttet i diagnosen for produksjonspotensial for smolt innenfor hvert elvesegment.

3.2.2 Elveklasser

Inndeling i elveklasser baserer seg på en metode for klassifisering av såkalte mesohabitat. Denne er tilpasset laksefisk og baserer seg på fire fysiske kriterier: Størrelsen på overflatebølger, helningsgrad, vannhastighet og dybde (**tabell 1**). Mesohabitatet skal gjenspeile hvordan de fysiske forholdene i et vassdrag påvirker leveområdene for fisk. Sammensetning og utbredelsen av ulike mesohabitat vil variere med vannføringen, og i mange tilfeller er det nødvendig å kartlegge elva på forskjellige vannføringer. For Aura kan historiske flyfoto bidra med informasjon om hvordan elveklassene endres på ulike vannstander i deler av elva. I felt ble et skifte i mesohabitat/elveklasse registrert og stedfestet ved bruk av GPS. Veipunkter, elveklasser samt andre forhold ble notert på eget feltskjema og senere overført til et GIS-verktøy for analyser. I denne rapporten ble klassering av mesohabitat primært benyttet til å vurdere om det var tilstrekkelig tilgang på egnete standplasser (dypområder) for voksenfisk under oppvandring og i ventetiden fram til gyting.

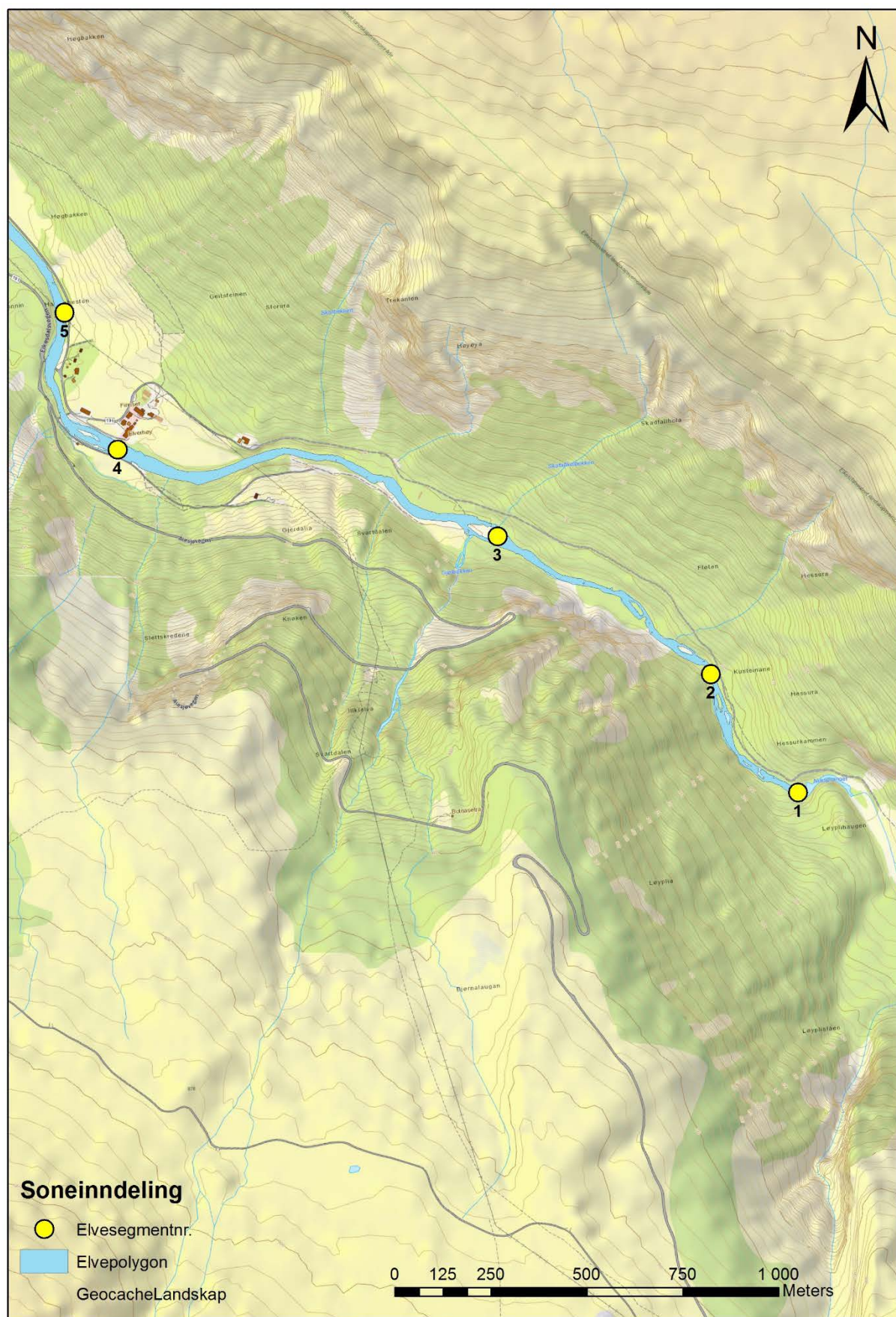
Tabell 1. Klassifisering av mesohabitat ut fra fysiske karakterer. Overflater som er glatt eller kun har små krusninger kategoriseres som glatt. Dersom overflaten har krusninger eller er brutt regnes denne som turbulent. Helningsgradient på over 4 % regnes som bratt og gradient under 4 % regnes som moderat. Vannhastigheter over og under 50 cm/s regnes som henholdsvis hurtige og langsomme. Skillet mellom grunne og dype områder er satt ved 70 cm (Borsányi mfl. 2004, Forseth & Harby 2013).

Mesohabitat	Overflate	Gradient	Vannhastighet	Vanndybde	Elvetype
B1	Glatt	Moderat	Hurtig	Grunn	Blankstryk
B2	Glatt	Moderat	Hurtig	Dyp	Blankstryk
C	Glatt	Moderat	Langsom	Dyp	Kulp
D	Glatt	Moderat	Langsom	Grunn	Grunnområder
E	Turbulent	Bratt	Hurtig	Dyp	Stritt stryk
F	Turbulent	Bratt	Hurtig	Grunn	Stritt stryk/foss
G1	Turbulent	Moderat	Hurtig	Dyp	Turbulent stryk
G2	Turbulent	Moderat	Hurtig	Grunn	Turbulent stryk

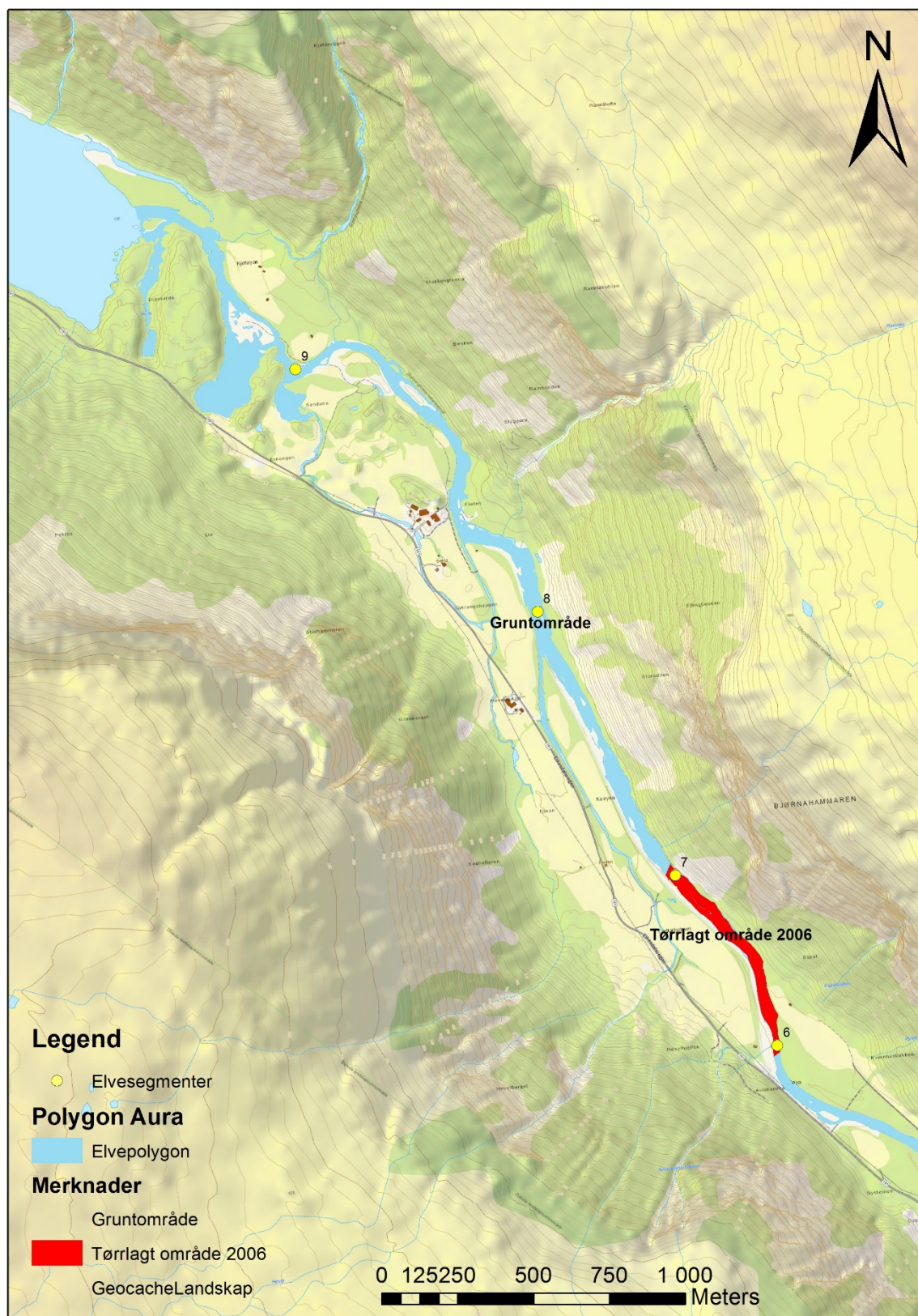
3.2.3 Praktisk gjennomføring

Inventeringen i Aura ble gjennomført i perioden 16.-18. november 2016, og vannføringen på målepunktet ved Litlevatnet varierte fra 1,53 m³/s til 2,44 m³/s. Forholdene for kartlegging ble vurdert som gunstige. Feltarbeidet ble gjennomført av to personer fra NINA ved oppstrøms vading i elveleiet, hvor skjulmålinger, substratklassifisering og gytearealer ble registrert på vannfast feltskjema. Observasjoner av potensielle vandringshindre, tørrleggingsområder og andre faktorer som kunne tenkes å påvirke fiskeproduksjon i Aura ble likeledes nedtegnet. Veipunkter ble satt med GPS for å registrere endringer i elvekarakter og bunntopografi.

Inventeringen ble utført på den 15,5 km lange elvestrekningen av Aura fra Eikesdalsvatnet til Aurstaupe (inkludert Litlevatnet). Habitatkartlegging og skjulmålinger ble ikke utført i sideelver og tilløpsbekker.



Figur 3. Inndeling av Aura med elvesegment 1-4, fra Per-Nilsespranget til Finnset (øvre).



Figur 4. Inndeling av Aura i elvesegment 5-9, fra Finnset til Litlevatnet (midtre). I kartet er tørrlagt elvestrekning fra befaringen i 2006 (Jensen & Johnsen 2007) inntegnet. I tillegg er et mindre grunnområde som kan være hinder for oppvandrende voksen laksefisk angitt i overgangen mellom sone 7 og sone 8.



Figur 5. Inndeling av Aura i elvesegment 10 - 13, fra Litlevatnet til Eikesdalsvatnet (nedre). I overgangen mellom segment 10 og 11 er dagens vandringshinder for laksefisk på lave og moderate vannføringer tegnet inn. For detaljer se Jensen & Johnsen 2007. I tillegg er et mindre grunnområde som kan være hinder for oppvandrende voksen laksefisk angitt ved utløpet i Eikesdalsvatnet.

3.3 Habitatdiagnose

Aura ble kartlagt på hele strekningen som tidligere var lakseførende. Om lag 1,5 km nedstrøms vandringshinderet i Aurstaupe ligger Per-Nilsespranget som er ei bratt storsteinet ur som kan være vanskelig å passere for fisk på lave vannføringer (Jensen & Johnsen 2007 og egne vurderinger). Rett oppstrøms spranget forsvinner i tillegg vannet i ura på lave vannføringer (Jensen & Johnsen 2007). Dette var også tilfelle under feltarbeidet høsten 2016. Basert på habitatforholdene for laks med antatt lavt produksjonspotensial, begrensede vandringsmuligheter og områder med tørrlegging, valgte vi å definere Per-Nilsespranget som øvre grense for anadrom strekning etter regulering.

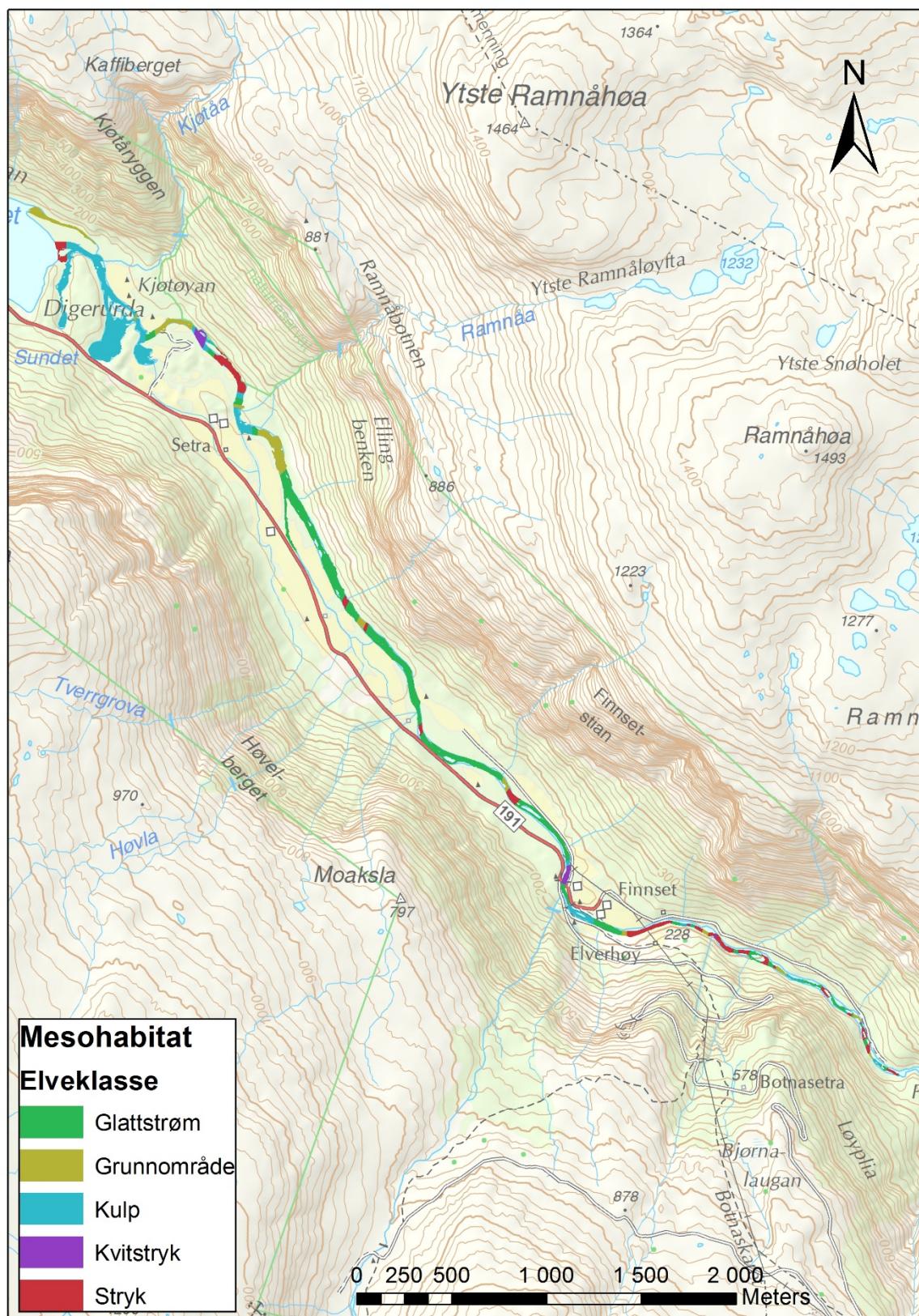
Basert på en kombinasjon av substratsammensetning, skjulmålinger og forekomsten av vandringshindre for ungfisk ble strekningen fra Per-Nilsespranget og ned til Eikesdalsvatnet delt i 13 elvesegment (Forseth & Harby 2013). Strekningen ble nummerert fra toppen og ned (**figurene 3-5**). Et stykke nedstrøms Finnset er det en strekning på ca 700 meter der mye av vannet renner ned i grunnen og som var nesten helt tørrlagt på flyfotoserien med vannføring på 1, 46 m³/s (2006). Denne strekningen ble definert som et eget segment (nr. 6). Innenfor hvert segment er habitatforholdene relativt like og ungfisk kan forflytte seg opp og ned (fra der de klekker).

For å stille diagnosen (**tabell 2**) ble gjennomsnittlig veid skjultilgang beregnet for hvert av de 13 segmentene, og deretter klassifisert (Forseth & Harby 2013) som lite (<5), moderat (5-10) eller mye (>10) skjul. Deretter ble forekomsten av gyteareal innenfor hvert segment oppsummert, uttrykt i prosent av segmentets totalareal (på 3,4 m³/s) og klassifisert (Forseth & Harby 2013) som lite (<1 %), moderat (1-10 %) eller mye (>10 %). Denne klassifiseringen ble deretter kombinert med en klassifisering av avstand mellom gyteområdene. Først ble innbyrdes avstand mellom gyteområder innenfor hvert segment målt på kart og deretter ble avstanden til nærmeste gyteområde oppstrøms og nedstrøms (om det ikke var vandringshindre mellom) segmentet målt. For segmenter uten gyteareal ble avstand målt fra midten av segmentet til nærmeste gyteområde oppstrøms og nedstrøms (om det ikke var vandringshindre) gyteområde. Gjennomsnittlige avstander ble klassifisert (Forseth & Harby 2013) som stor (>500 m), moderat (200-500 m) og liten (<200 m). Den kombinerte klassifiseringen av gyteareal og avstand ble brukt til å klassifisere gytehabitat fra lite til mye (Forseth & Harby 2013).

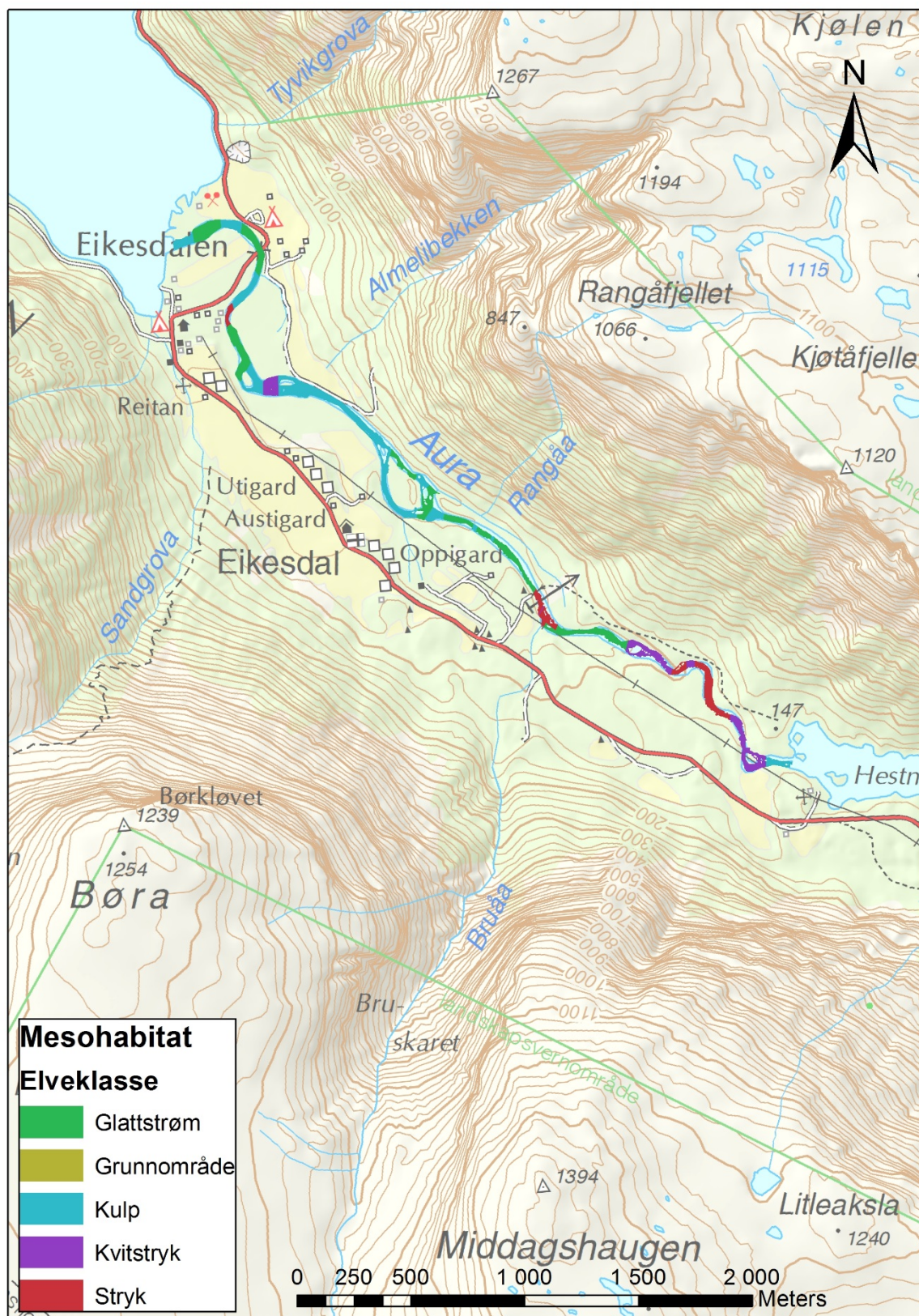
I den endelige klassifiseringen av produktivitet ble klassifiseringen av skjulforekomst og gytehabitat kombinert til klassene lav-, moderat- og høyproduktive segmenter (**tabell 2**). Av de 13 segmentene ble bare ett klassifisert som lavproduktivt, fem som moderat produktive og sju som høyproduktive (fordelt over hele strekningen). Dette viser at Aura habitatmessig har et stort produksjonspotensial for laks, og at det vil være lite å vinne på å gjøre habitatforbedrende tiltak. Skjultilgangen er generelt god, det var ingen tegn til gjenauring av hulrom og det er bra med gyteareal fordelt utover hele strekningen. Mesohabitatkartleggingen viste at elva er relativt variert sammensatt i elveklasser (**figur 6 og 7**).

Tabell 2. Diagnose for 13 segment (Segm.) i Aura opp til Per-Nilsespranget basert på diagnose-systemet i Forseth & Harby (2013). Skjul er gjennomsnittlig vektet skjul som ble klassifisert (Skjulklasse) fra lite til mye. % Gyteareal er gytearealet i prosent av vanndekt areal av segmentet som klassifiseres fra lite til mye, og som kombineres med avstand mellom gyteområdene (klassifisert fra liten eller moderat) til en samlet klassifisering av gytehabitatet (Gytekasse). Til slutt kombineres skjul- og gytekasse til en vurdering av produktivitet for laksesmolt (fra lav til høy).

Segm.	Areal m ² 2014	Skjul	Skjulklasse	% Gyteareal	Gyteareal klasse	Avstand	Gytekasse	Produktivitet
1	3818	1,8	Lite	14,2	Mye	Liten	Mye	Moderat
2	6989	5,4	Moderat	9,7	Moderat	Liten	Mye	Høy
3	15 246	7,9	Moderat	15,9	Mye	Liten	Mye	Høy
4	5866	4,6	Lite	0,0	Lite	Moderat	Lite	Lav
5	23 005	8,6	Moderat	25,9	Mye	Moderat	Mye	Høy
6	14 402	7,7	Moderat	-	Lite	Liten	Moderat	Moderat
7	27 930	5,4	Moderat	71,6	Mye	Liten	Mye	Høy
8	36 822	2,3	Lite	62,9	Mye	Liten	Mye	Moderat
9	64 810	0,9	Lite	12,3	Mye	Liten	Mye	Moderat
10	13 117	13,3	Mye	0,0	Lite	Liten	Moderat	Høy
11	17 628	11,0	Mye	17,1	Mye	Liten	Mye	Høy
12	32 008	11,4	Mye	27,5	Mye	Moderat	Mye	Høy
13	34 745	6,6	Moderat	6,5	Moderat	Moderat	Moderat	Moderat



Figur 6. Kart over fordeling av ulike elveklasser (sammenslått fra mesohabitat) på ca 2 m³/s i øvre del av Aura fra Per-Nilsespranget til Litlevatnet.



Figur 7. Kart over fordeling av ulike elveklasser (sammenslått fra mesohabitat) på ca 2 m³/s i nedre del av Aura fra Litlevatnet til Eikesdalsvatnet.

4 Dagens produksjonspotensial

Diagnosen med flaskehalser og klassifiseringen av produktivitet danner grunnlag for å estimere dagens produktivitetspotensial. Vi begynte med å benytte standardverdier (minimum og maksimum) for tettheter av smolt for ulike produktivitetsklasser (Forseth & Harby 2013):

- Lavproduktive segmenter: 2-4 smolt/100 m²
- Mellomproduktive segmenter: 5-9 smolt/100 m²
- Høyproduktive segmenter: 7-13 smolt/100 m²

Disse tetthetene gjelder for sommersituasjonen og vi må finne et relevant vannføringsnivå med tilhørende vanndekt areal som tetthetene gjelder for, samt vi må ta hensyn til at redusert laveste ukemiddel sommervannføring er en vesentlig flaskehals for smoltproduksjon i Aura (se ovenfor). Vi valgte å ta utgangspunkt i 25-persentilen (Statkraft Notat 2017) for vannføring i sommerperioden (1/6-30/9). Dette innebærer at vannføringen er høyere enn dette nivået i gjennomsnitt i 75 % av sommerdagene. Implisitt i dette valget er at 25-persentilen er dimensjonerende for smoltproduksjonen, og at det var dette areal vi brukte til å oppskalere fra tettheter av smolt til mengden smolt. 25-persentilen for sommervannføring har blitt redusert fra 23,1 m³/s før regulering til 3,35 m³/s etter regulering (85 % reduksjon). Ved å bruke den etablerte modellen for vanndekt areal og vannføring (**figur 2**) ble reduksjonen i vanndekt areal estimert til 33 %. En tilsvarende beregning basert på endringen i median laveste ukemiddel sommervannføring (flaskehalsen) ga en reduksjon i vanndekt areal på 32 %. Både 25-persentilen og laveste ukemiddel sommervannføring gir altså reduksjoner i vanndekt areal på ca 30 % etter regulering. Vi antok at reduksjonen i smoltproduksjon er tilnærmet proporsjonal med endringen i vanndekt areal (Forseth & Harby 2013), og redusere standard tetthetene med 30 %:

- Lavproduktive segmenter: 1,4-2,8 smolt/100 m²
- Mellomproduktive segmenter: 3,5-6,3 smolt/100 m²
- Høyproduktive segmenter: 4,9-9,1 smolt/100 m²

Dette er altså smolttettheter korrigert for at lavvannsepisoder om sommeren er en flaskehals og bidrar til redusert produksjon.

I oppskaleringen fra korrigerte smolttettheter til smoltproduksjon brukte vi de etablerte sammenhengene mellom vannføring og vanndekt areal for hvert segment til å estimere vanndekt areal ved 25-persentil sommervannføring (3,35 m³/s) i dagens situasjon. Produktet av vanndekt areal i hver av segmentene og smolttetthetene (uttrykt som antall pr m²) blir det vi kaller teoretisk produksjonspotensial (**tabell 3**). I denne kapasiteten har vi ikke tatt hensyn til at redusert vintervannføring etter regulering er en sterk flaskehals som reduserer produksjonspotensialet betydelig.

For å korrigere for redusert vintervannføring etter regulering brukte vi modellen for vanndekt areal og vannføring til å beregne vanndekt areal ved median laveste ukemiddel vintervannføring før (1,01 m³/s) og etter (0,3 m³/s) regulering. Reduksjonen i vanndekt areal ble estimert til 43 %, og vi antok at smoltproduksjonen blir redusert proporsjonalt til reduksjonen i vanndekt areal. Vi kunne nå estimere produksjonspotensial for smolt på de enkelte segmentene og hele strekningen (**tabell 3**).

Estimatene antyder en smoltproduksjon på hele strekningen på mellom 6000 og 10 000 smolt. Dette er smoltproduksjonen som kunne ha forekommet på strekningen om gytefiskene hadde fri tilgang til hele elvestrekningen. Den faktiske smoltproduksjonen er i dag begrenset til strekningen fra utløpet i Eikesdalsvatnet til vandringshinderet rett oppstrøms utløpet av Bruåa. Dette tilsvarer segmentene 11-13, og estimert smoltproduksjon i denne strekningen er i størrelsesorden 2000-3000 smolt. Gjennomsnittlig tetthet av toårs laksunger på fem stasjoner i perioden 2006-2015 var knappe to fisk per 100 m² (Jensen mfl. 2016). Gjennomsnittlig smoltalder i Eira er 2,9 år.

Antar vi samme smoltalder i Aura, at 70 % av toåringer overlever vinteren fram til smoltutvandring våren etter og oppskalerer med arealet på de tre nedre segmentene, får vi en gjennomsnittlig smoltproduksjon på ca 1 000 smolt. Dette er omtrent halvparten av vår nedre grense for produksjonspotensial for samme området. Det er imidlertid viktig å merke seg at det i tidsseriene til Jensen mfl. (2016) er tre år uten fangst av toårs laks på noen av de fem stasjonene, noe som tyder på at dagens produksjon kan være begrenset av manglende eller lite gyting også i denne delen av Aura.

I denne rapporten er det ikke de estimerte nivåene for produksjonspotensial som er viktige, men de relative forskjellene i potensial mellom slippalternativene (se under). Det er betydelig usikkerhet i de oppgitte smolttallene.

Tabell 3. Estimert av teoretisk produksjonspotensial, produksjonspotensial og realisert produksjon i dag i ulike segmenter i Aura opp til Per-Nilsespranget. Q25 er 75-persentilen for sommervannføring (m^3/s), og vanndeckt areal på denne vannføringen er også gitt. Alle produksjonstallene er gitt som intervall fra minimum (Min) til maksimum (max).

Segm	Q25	Areal m ²	Teoretisk produksjonspotensial		Produksjonspotensial (korrigert for vinter)		Realisert produksjon i dagens situasjon	
			Smolt Min	Smolt Max	Smolt Min	Smolt Max	Smolt Min	Smolt Max
1	3,35	3146	110	198	62	112	0	0
2	3,35	6393	313	403	178	228	0	0
3	3,35	13 344	654	841	371	477	0	0
4	3,35	5315	74	149	42	84	0	0
5	3,35	20 189	989	1837	561	1042	0	0
6	3,35	10 103	354	636	200	361	0	0
7	3,35	25 361	1243	2308	705	1309	0	0
8	3,35	34 891	1221	2198	692	1246	0	0
9	3,35	58 780	2057	3703	1167	2100	0	0
10	3,35	12 226	599	1113	340	631	0	0
11	3,35	16 278	798	1481	452	840	739	840
12	3,35	26 607	1304	2421	739	1373	739	1373
13	3,35	30 356	1062	1912	602	1084	602	1084
Sum		262 989	10 779	19 201	6111	10 887	2081	3297

5 Smoltgevinst ved ulike vannslippalternativer

Statkraft har beskrevet fem (A 202, A 220, A 302, A 290, A 400; **tabell 4**) ulike vannslippregimer (Statkraft Notat 2017). Tre av disse innebærer slipp av vann fra Aursjødammen, mens to har slipp fra bekkeinntaket i Løypåa. Fordi Løypåa har utløp i Aura ovenfor Per-Nilsespranget (som vi i praksis anser som toppen av anadrom strekning) har slippsted ikke betydning for våre vurderinger. To av alternativene (A 202 og A 220) innebærer faste sommer og vinterslipp fra Aursjøen. A 220 innebærer slipp tilsvarende Q95 for felt som naturlig renerer til Aura ved Aursjø dam. De to alternativene med slipp fra inntak Løypåa (A302 og A 400) er i utgangspunktet også faste slipp, men når tilsiget til inntaket er lavere enn kravet kan bare tilsiget slippes. Disse to alternativene innebærer altså en klimatisk-statistisk risiko for at vannføringene blir lavere enn de beskrevne nivåene i tørre år eller perioder. Det siste alternativet (A290) innebærer ikke faste slipp, men slipp fra Aursjøen som sikrer Q95 ved målestasjonen ved utløp av Litlevatnet. Det er i tillegg et tak på tappingen fra Aursjøen, som innebærer at vannføringen kan bli noe mindre enn de beskrevne nivåene når det er svært lite vann i restfeltet. Dette alternativet innebærer også at den faktiske vannføringen ved målepunktet vil være relativt stabilt likt de beskrevne nivåene i perioder av året, særlig i tørre år. Alternativ A 220 er basert på slipp tilsvarende Q95 (5-persentilen) for sum av alle regulerte felt til Aura og innebærer det største slippvolumet, og de andre alternative har i praksis i varierende grad lavere slipp enn Q95. Statkraft har beregnet en rekke hydrologisk-statistiske verdier med tilhørende figurer for de ulike alternativene (Statkraft Notat 2017), og disse var grunnlaget for våre vurderinger. Mange av beregningene er gjort etter ønske fra oss.

Tabell 4. Beskrivelse av de ulike slippalternativene (A 202, A 220 osv.) slik de er beskrevet av Statkraft med middelvannføringer for hele året samt sommer- og vinterperiodene, sammenlignet med naturlige forhold (NAT) før regulering og dagens situasjon (A 0). Tabellen er hentet fra Statkraft, Notat (2017).

Krav	Beskrivelse av slippscenariene	Middelvannføring ved Lille Eikesdalsvatn (Referanseperiode 1976 – 2011)		
		Hele året	Sommer (1/6 – 30/9)	Vinter (1/10-31/5)
		[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
NAT	Naturlige forhold (før regulering) *Ref.periode 1917–1952.	25,18*	55,74*	8,30*
A 0	Dagens manøvreringsreglement	6,31	11,86	3,53
A 202	Som A0 med minstevannføring som tappes fra dam Aursjøen Qmin = 3 m ³ /s juni – september, 0,5 m ³ /s resten av året.	7,65	14,86	4,03
A 220	Som A0 med minstevannføring som tappes fra dam Aursjøen. Qmin tilsvarer Q95 for sum av alle regulerte felt: vinter (okt – mai) 0,91 m ³ /s og sommer (juni– sept) 6,37 m ³ /s	9,05	18,23	4,44
A 302	Som A0 med minstevannføring som tappes fra inntak Løypåa: Qmin = 3 m ³ /s juni – september, 0,5 m ³ /s resten av året (ved tilsig til Løypåa lavere enn kravet, skal alt tilsig tappes)	7,28	14,09	3,86
A290	Som A220, men vannføring måles og kravet er referert til utløp av Lille Eikesdalsvatn: Vinter 1,13 m ³ /s og Sommer 7,71 m ³ /s. Det er tak på maksimal tapping fra Aursjøen hvis kravet ved Lille Eikesdalsvatn ikke er oppfylt. Tak settes som i A220.	7,15	13,87	3,78
A 400	Som A0 med minstevannføring som tappes fra inntak Løypåa. Det forutsettes at vann også hentes fra Breimega vest for Løypåa. Qmin = Qmax = 1,6 m ³ /s (maks 8,5 MW) (ved lavere tilsig enn kravet, skal alt tilsig slippes).	7,49	13,45	4,49

For å estimere effekten av de ulike slippalternativene på smoltproduksjonen tok vi utgangspunkt i **tabell 3**, der vi estimerte dagens produksjonspotensial segment for segment. Vi fulgte samme hovedprinsipper og følgende prosedyre:

- Fra det hydrologiske grunnlaget (Statkraft Notat 2017) hentet vi 25-persentilen for sommervannføring.
- Vanndekt areal på denne vannføringen i hvert segment ble beregnet ut fra vannføring og modellene for vanndekt areal.
- *Teoretisk smoltproduksjon* i hvert segment ble beregnet som produktet av korrigerede smolttettheter (pr. m²) og areal.
- Fra det hydrologiske grunnlaget (Statkraft Notat 2017) hentet vi median laveste ukemiddel vintervannføring før regulering (1,01 m³/s) og under de ulike slippalternativene.
- Vanndekt areal på disse to vannføringen for hele elvestrekningen ble beregnet fra den samlede vannføring og vanndekt areal modellen og den prosentvise endringen (fra før regulering til slippalternativet) ble beregnet.
- Det ble som i tidligere beregninger antatt at endringer i smoltproduksjonen er proporsjonal til endringen i vanndekt areal, slik at for eksempel en 20 % reduksjon i areal gir 20 % redusert smoltproduksjon. Alternativene A 220 og A 290 innebærer at laveste ukemiddel vintervannføring blir høyere enn før regulering, og smoltproduksjonen ble økt tilsvarende den prosentvise økningen i vanndekt areal (henholdsvis 6 og 4 %).

Denne prosedyren beregner altså *produksjonspotensialet* under de ulike slippalternativene, gitt at gytefisken fritt kan vandre hele strekningen, og kan sammenlignes direkte med estimatet for dagens produksjonspotensial. Gevinstene av slippene framkommer i beregningene dels fordi vanndekt areal om sommeren (på 25-persentil vannføringen) øker, og dels fordi tapet på grunn av lave vintervannføringer blir redusert eller faller bort (**tabell 5**). Alle alternativene øker også median laveste ukemiddel sommervannføring. Forskjellene mellom de ulike alternativene er imidlertid mye mindre enn for vintersituasjonen og laveste sommervannføring er trolig i mindre grad en flaskehals enn det laveste vintervannføring er. Vi valgte derfor ikke å ta hensyn til økt laveste ukemiddel sommervannføring i beregningene, men tar opp igjen temaet i det konkluderende kapitlet. Den viktigste flaskehalsen om sommeren er vannføring til oppvandring, og dette vil bli tatt opp nedenfor.

Alternativ A 220 ga den største gevinsten med en økning i produksjonspotensial på 141 %, fulgt av alternativ A 202 med en økning på 89 % (**tabell 5**). Alternativ A 400 ga minst gevinst med en økning i produksjonspotensial på 27 %.

Tabell 5. Estimat av smoltproduksjonspotensial (minimum og maksimum) i Aura opp til Per-Nilsespranget med dagens vannføringsregime (i dag) og under de ulike slippalternativene (A 202, A 220 osv.). Estimaten for dagens situasjon er gitt under forutsetning at fisken fritt kan vandre opp til Per-Nilsespranget, noe som ikke er tilfelle. For hver av alternativene er Q25, som er 75-persentilen for sommervannføringen, og tilhørende vanndekt areal gitt. Arealendring er forskjellen mellom vanndekt areal ved median laveste ukemiddel vintervannføring før regulering og vanndekt areal med de nye laveste ukemiddel vannføring under de ulike slippalternativene. Smoltgevinsten er regnet relativt i forhold til dagens produksjonskapasitet (1 dag) og ikke dagens realiserte produksjon.

Slippalt.	Q25	Areal	Arealendring %	Smolt Min	Smolt Max	Gevinst Min	Gevinst max	Gevinst %
I dag	3,35	262 989	-43	6111	10 887			
A 202	6,35	307 800	-8	11 555	20 594	5444	9707	89
A 220	9,72	337 633	+6	14 708	26 220	8596	15 333	141
A302	4,99	290 911	-26	8841	15 755	2730	4868	45
A 290	7,71	321 399	+4	13 683	24 391	7572	13 504	51
A 400	4,95	290 347	-16	10 023	17 860	3911	6973	27

6 Vann til oppvandring

Dersom man ønsker å reetablere naturlig rekruttering av anadrom laksefisk i Aura opp til Per-Nilsespranget må gytefiskene kunne vandre opp elva i løpet av oppvandringsperioden og nå gyteplassene før gytetida. Jensen & Johnsen (2007) oppsummerte og vurderte alle tilgjengelige historiske opplysninger om laksen og laksefisket i Aura for å kunne anslå hvor høye vannføringer som er nødvendig for å sikre oppvandring i hele Aura. De konkluderer skjønnsmessig at uten fysiske tiltak må vannføringen minst være 25-35 m³/s i oppvandringsperioden (siste del av juli og hele august) for at laks skal kunne vandre hele tilgjengelige strekning i Aura. Også med tiltak (blant annet foreslås fisketrapp i det vanskeligste området) bør vannføringen være 15-20 m³/s i oppvandringsperioden. Slike vannføringsnivå vil kreve svært store slipp, særlig uten tiltak, med tilhørende svært høye kostnader i form av redusert kraftproduksjon (på grunn av de store fallhøydene i Aurareguleringen).

En utfordring er at miljøforholdene etter de ulike reguleringene (Aura i 1953, takrenna i 1962 og Grytten i 1975) har blitt gradvis vanskeligere og at det har vært mange episoder med svært lave vintervannføringer med fiskedød, særlig etter 1975. Slike episoder kunne også oppstå før regulering (se gjennomgang i Jensen & Johnsen 2007), men var sjeldne. I perioden 1976-2011 (35 år) har det vært to år med laveste ukemiddel vannføringer under 0,1 m³/s, tolv år med vannføringer mellom 0,1 og 0,3 og ti år med laveste ukemiddel mellom 0,3 og 0,5 m³/s (Statkraft Notat 2017). Det er overveiende sannsynlig at de svært lave vannføringene i mange år, kombinert med isdannelser og vann som forsvinner i elvebunnen, kan ha gitt svært høy dødelighet på ungfisk. En mulighet er derfor at vinterforholdene har redusert eller slått ut laksebestanden i øvre deler, og at det ikke lenger er fisk som prøver å vandre tilbake til oppvekstområder oppstrøms problemområdet. En annen mulighet er at laks ikke klarer å passere den vanskeligste strekningen på vannføringer under 25-30 m³/s, slik analysene til Jensen & Johnsen (2007) antyder. Det er rimelig å anta at både vanskelige oppvandringsforhold og stor vinterdødelighet har bidratt til at det ikke lengre er naturlig lakseproduksjon oppstrøms det bratte partiet ved utløpet av Bruåa, 3,5 km opp i Aura. Til tross for at årsakene kan være sammensatte er det rimelig å ta som utgangspunkt at dagens vannføringsnivå i kombinasjon med de fysiske forholdene gjør oppvandringen forbi det bratte området svært vanskelig.

Ingen av de vannslippene som er vurdert i denne rapporten gir vannføringer over 30 m³/s for mer enn noen få dager (fem-åtte) i gjennomsnitt for hvert år og oppvandringsperiode (10/7-1/10, 83 dager). Etter vår vurdering er det derfor nødvendig å gjennomføre tiltak som sikrer at laks kan vandre helt opp til Per-Nilsespranget på lavere vannføringer enn 25-35 m³/s om man ønsker naturlig rekruttering i hele Aura. Basert på varighetskurver i det hydrologiske grunnlaget (Statkraft Notat 2017) så vi med dette utgangspunktet nærmere på antall (og andel) dager med vannføringer over henholdsvis 10 og 15 m³/s (Jensen & Johnsen 2007) i oppvandringsperioden i dagens situasjon og med de ulike slippalternativene (**tabell 6**).

Tabell 6. Antall dager og andel av oppvandringsperioden (% av sesong) med vannføringer i Aura over henholdsvis 10 og 15 m³/s, i dagens situasjon og under de ulike slippalternativene (A 202, A 220 osv.).

Alternativ	Dager>10 m ³ /s	% av sesong	Dager>15 m ³ /s	% av sesong
I dag	19	23	12	15
A 202	28	34	15	19
A 220	50	60	23	27
A 302	26	31	15	18
A 290	19	23	12	15
A 400	23	28	14	17

I dagens situasjon er det i gjennomsnitt bare 19 dager med vannføringer over 10 m³/s og 12 dager over 15 m³/s (**tabell 6**). Størst gevinst ble funnet for slippalternativ A 220, med nesten 60 % av oppvandringsperioden med vannføringer over 10 m³/s, fulgt av alternativ A 202 med nesten 30 dager (35 % av sesongen) med vannføringer over 10 m³/s. Det dårligste alternativet (A 290) ga ingen bedring i vandringsforhold. Selv det beste alternativet (A 220) ga bare 23 dager med vannføringer (28 % av vandringsdagene) over 15 m³/s, og dette er trolig for lite til å sikre god oppvandring om 15 m³/s er en grense. Innenfor rammen av alternativene som er presentert her, velger vi derfor å ta som utgangspunkt at fysiske tiltak må sikre at oppvandringen av laks kan foregå når vannføringen er 10 m³/s dersom naturlig rekruttering i hele Aura er målet. På grunn av kompleksiteten i oppvandringen i Aura, der det i tillegg til et markant område som er spesielt vanskelig for laks å passere også er flere andre vanskelige passasjepunkt, anbefaler vi at minst halvparten av oppvandringsperioden har vannføringsforhold som tillater enkel oppvandring. Dette er en i hovedsak skjønnsmessig vurdering basert på at fisk ankommer vassdraget og utløpet av Aura til ulike tider i løpet av oppvandringsperioden (både tidlig og sent), og at de enkelte fiskene vil bruke tid på å passere elvestrengen opp til sine respektive gyteområder. I en oppsummering av publiserte studier fant Thorstad mfl. (2008) at oppvandringshastighet til laks varierte fra 1,6 til 31 km pr dag, og at vanskelige passasjerområder (både naturlige og menneskeskapte barrierer og minstevannstrekningslinjer) kan gi flere ukers forsinkelser. Det er vår vurdering, ut fra elvas utforming, at vandringshastighetene vil bli lave i Aura. Uten forsinkelser og med vandringshastigheter ned mot laveste nivå (1,6 km pr dag) vil en laks bruke nesten ni dager på å vandre helt opp til Per-Nilsespranget.

Vi kommer tilbake til alternative strategier for å oppnå bedre oppvandringsforhold i det konkluderende kapitlet.

7 Fysiske tiltak

Som vist ovenfor er de fysiske habitatforholdene gjennomgående gode for lakseproduksjon i Aura, og gevinstene av habitatforbedrende tiltak som utlegging av gytegrus og økt skjultilgang er minimale. Skal det på nytt etableres lakseproduksjon i hele Aura opp til Per-Nilsespranget må det imidlertid gjøres tiltak for å sikre oppvandring på den ca 100 m lange og bratte strekningen rett oppstrøms utløpet av Bruåa. Etter vår vurdering vil det være mulig å tilpasse en vandringsvei for laks på denne strekningen ved å kombinere flytting av stein med andre tiltak som sprenging i problemområder og etablering av mindre betongterskler. Det bør sikres at det er tilstrekkelig med dypere hvilekulper underveis. Imidlertid er tiltaksområdet bratt og adkomst for maskiner kan bli en utfordring.

Aura har klart vann og dette kan medføre at særlig stor laks kan kvie seg for å passere grunne områder. På befaringen ble ett slikt område registrert i utløpet i Eikesdalsvatnet (se også Jensen & Johnsen 2007) og et annet om lag 500 meter oppstrøms utløpet av sideelva Høvla. I slike områder bør vannet konsentreres i henhold til det såkalte elv-i-elv prinsippet (Forseth & Harby 2013). Slike avbøtende tiltak representerer relativt små fysiske inngrep i elveløpet.

Mer omfattende blir det å endre elveløpet i den ca 700 meter lange strekning nedstrøms Finnset som tørrlegges på lave vannføringer. Her forsvinner minst 1,5 m³/s ned i elvebunnen slik det var når flyfotoet ble tatt i 2006, og kanskje så mye som i overkant av 2 m³/s (Tøfte 2006). Dette innebærer at denne strekningen i praksis vil være ute av produksjon med alle de foreslåtte slippalternativene. Videre vil området hindre normal habitatsammenheng («konnektivitet») i et viktig produksjonsområde. Også oppvandringen kan bli påvirket når så mye av elvevannet forsvinner i elvebunnen. Etter vår vurdering bør det være mulig å fjerne øverste lag av bunnssubstratet, etablere et nytt, lite permeabelt lag og tilbakeføre naturlig substrat på toppen. Adkomsten for større maskiner er svært god i området. På en 600 meter lang strekning rett oppstrøms og en 900 meter lang strekning nedstrøms tørrleggingsområdet fordeles vannet selv på lave vannføringer over et bredt elveløp, og det bør vurderes om vannet også her skal samles på deler av strekningene. I lys av den økende aksepten og bruken av relativt omfattende fysiske tiltak i regulerte vassdrag i senere år, bør det være mulig å få aksept og tillatelse til et slikt tiltak.

Tetting av tørrleggingsområdet ved Finnset vil gjøre at dette området blir et produksjonsområde for smolt. For å få en viss formening av hvor stor smoltproduksjonen vil bli under de ulike slippalternativene tok vi utgangspunkt i elvepolygonet for vanndekt areal på 3,4 m³/s (flyfoto fra 2014). Til dette polygonet la vi til bufferpolygoner tilsvarende en halv meter bredere elv pr 0,5 m³/s økning i vannføring opp til 10 m³/s. Vanndekt areal ved 10 m³/s beregnet på denne måten ble en del lavere enn målt ved breddfull elv (17,8 m³/s, flyfoto fra 2008), noe som også gjenspeiler at elva blir samlet i et smalere løp. Vi brukte de beregnede arealene for 75 persentil vannføring om sommeren under de ulike slippalternativene (Q25 i **tabell 5**) til å estimere smoltproduksjonen i området etter tiltaket (etter samme prosedyre som beskrevet i **kapittel 5**). Dette er selvsagt grove estimater, men antyder smoltgevinster på minimum 300 til 650 smolt og maksimum gevinster på 600 til 1200 smolt, avhengig av slippalternativ. Dette tilsvarer gevinster på mellom 3,4 og 4,5 % for Aura totalt. Gevinsten under alternativ A 202 (som vi vurderer nærmere nedenfor) ble estimert til 3,8 % (i størrelsesorden 400-800 smolt). Det må bemerkes at en slik tørrleggingsstrekning uten tiltak kan føre til fiskedød og påvirke produksjonen både på oppstrøms og nedstrøms nærområder (fisk kan trekke inn til området), og at den totale gevinsten derfor trolig er høyere enn disse estimatene antyder.

8 Vurderinger av de ulike alternativene

I dette kapitlet starter vi med å vurdere de ulike slippalternativene i forhold til om de kan reetablere naturlig rekruttering av anadrom laksefisk i hele Aura. Dette innebærer at vi vurderer både smoltgevinster og oppvandringsmuligheter. Deretter vurderer vi alternative løsninger hvor vannslipp kombineres med fiskeutsettinger i Aura.

8.1 Naturlig rekruttering i Aura opp til Per-Nilsespranget

De ulike slippalternativene ga store forskjeller i estimert gevinst i form av økt smoltproduksjon, men var også forskjellige i hvor mange dager i oppvandringsperioden som hadde vannføring over 10 m³/s (**tabell 7**). Alternativ A 220 ga høyest smoltgevinst, med mer enn en dobling av produksjonspotensialet, fulgt av alternativ A 202 som ble estimert til å gi en gevinst på nesten 90 %. Disse hadde samme rangering også for oppvandring. Alternativene A 290 og A 302 hadde relativ lik smoltgevinst (51 og 45 %), men A 290 hadde like få vandringsdager som i dag. Dette alternativet kan også bli problematisk om vinteren dersom tappingen starter i et tørt og snødekt elveleie, fordi det kan bli vanskelig å få nok vann ned til målestedet. Alternativ A 400 ga en liten smoltgevinst og var nest dårligst for oppvandring, og vi vurderer at dette alternativet har høy risiko for at man ikke vil lykkes med å reetablere naturlig rekruttering i hele strekningen. Uten justeringer er også A 290 problematisk fordi oppvandringsforholdene vannføringsmessig blir like dårlig som i dag.

De tre gjenværende alternativene har samme interne rangering for både smoltgevinst og vandring, slik at alternativ A 220 er klart best for laks og sjøaure, fulgt av A 202 og A 302. I tillegg til at A 302 har markant lavere smoltgevinst enn de to andre, har dette alternativet bare en liten bedring i laveste ukemiddel sommervannføring sammenlignet med dagens situasjon (se «Smoltgevinst ved ulike vannslipp»). Sammenlignet med uregulert tilstand medfører dagens regulering et vanddekt areal på median laveste ukemiddel vannføring som er redusert med 35 %. I alternativ A 302 reduseres dette arealtapet til 27 %, mens A 202 reduserer arealtapet til 20 %. Selv om vi er usikker på hvor mye dette betyr for smoltproduksjonen, forsterker forskjellene at de to alternativene A 220 og A 202 er markant bedre enn A 302. Statkraft har også beregnet volumet av vann som de ulike slippalternativene innebærer (i millioner kubikk). Det beste alternativet biologisk sett (A220) innebærer et slippvolum som er dobbelt så stort som det nest beste (A 202), mens alternativ A 302 har det nest laveste vannbruket. Disse forskjellene vil gjelde også for tapt kraftproduksjon.

Tabell 7. Oppsummering av gevinster av ulike slippalternativer (A 202, A 220 osv.) i form av økt smoltproduksjon og antall vandringsdager (vannføringer på minst 10 m³/s). Sammenligningen er basert på dagens produksjonspotensial (minimumsverdier), men et estimat for dagens realiserte produksjon er også gitt. Vannbruk er det totale slippvolumet (i millioner m³) som de ulike alternativene innebærer. De ulike gevinstene er først rangert (1 er best) for smoltproduksjon og vandring, deretter summert og rangert samlet (Total rang).

Slipp alt	Smoltprod (min)	Økning %	Rangering Produksjon	Vandringsdager	% av sesong	Rangering vandring	Sum rangering	Total rang	Vannbruk Mm ³
I dag real.	2081			19	23				
I dag	6111								
A202	11 555	89	2	28	34	2	4	2	41,5
A220	14 708	141	1	50	60	1	2	1	84,7
A302	8841	45	4	26	31	3	7	3	29,5
A290	13 683	51	3	19	23	5	8	4	24,3
A400	10 023	27	5	23	28	4	9	5	33,7

På grunn av de store forskjellene i krafttap mellom de to beste alternativene har vi sett på om justeringer i alternativ A 202 kan bedre forholdene for fisk. En av de største utfordringene med alle de foreslåtte alternativene er nok vann i oppvandringsperioden. Det bør være mulig å designe tiltak i de vanskelige områdene som sikrer oppvandring ved ca 10 m³/s, men denne oppgaven, og vandring gjennom hele strekningen, vil trolig bli progressivt vanskeligere ved lavere vannføringer. Et gjennomsnitt på 29 vandringsdager som utgjør 35 % av sesongen framstår som lite for å sikre årlig rekruttering helt til topps i Aura (Per-Nilsespranget). I tørre år vil dette problemet forsterkes. A 202 innebærer faste slipp på 0,5 m³/s om vinteren og 3 m³/s om sommeren (1/6-30/9). Disse slippene kommer i tillegg til avrenningen fra restfeltet, som utgjør dagens vannføring i Aura. Slippene har stor relativ effekt om vinteren og sommeren, når avrenningen normalt er liten. Om våren derimot er effekten av slippene marginale, spesielt i våte år (se figurer i Statkraft Notat 2017). Selv i tørre år (f. eks. 1996) utgjør slippet bare under eller nær 10 % av vannføringen.

I stedet for et sommerslipp på 3 m³/s fra 1. juni lanserer vi et alternativ der det slippes 1 m³/s fram til 25. juni og deretter 3 m³/s resten av sommeren som opprinnelig. To kubikkmeter per sekund redusert vannslipp i 25 døgn utgjør et volum på 4,32 millioner m³. Denne vannmengden inngår i en vannbank som brukes til å sikre tilstrekkelig antall vandringsdager (med minst 10 m³/s) i normale og tørre somre. Vannvolumet i vannbanken kan brukes til å slippe for eksempel 5 m³/s ekstra i 10 døgn eller 3 m³/s ekstra i nesten 17 døgn. Slike slipp er trolig mest aktuelt i august (eventuelt starten av september) når oppvandringen er mest intens (se Jensen & Johnsen 2007 for en diskusjon om oppvandringstidspunkt i Aura). Under alternativ A 202 overskrider vannføringen i august 10 m³/s i gjennomsnitt i bare 30 % av dagene (ca 9 dager), men er høyere enn 6 m³/s i 67 % av dagene (18 dager). En slik strategi vil redusere krafttapet i våte år og gi bedre oppvandringsforhold i normale og tørre år, uten at det går på bekostning av smoltproduksjonen under alternativet. Vi kaller dette alternativet A 202 b.

En forutsetning for at man skal lykkes med å oppnå god naturlig smoltproduksjon både under slippalternativ A 202 b og de andre slippene er at det gjøres oppvandringstiltak som sikrer effektiv oppvandring i vassdraget ved vannføringer på 10 m³/s. Dette innebærer fysiske tiltak både i den bratte strekningen oppstrøms samløp Bruåa samt i noen mindre problemområder, og at det gjennomføres «elv i elv» tiltak i de to grunne områdene samt rett oppstrøms og nedstrøms tørrleggingsområdet. Det finnes betydelig kompetanse om slike tiltak i Norge. Videre er det viktig at det porøse området nedstrøms Finnset tettes, slik at det meste av minstevannføringen går over elvebunnen. Dette bør gjøres slik at habitatforholdene blir lik eller bedre etter tiltaket. Som antydnet ovenfor anser vi dette som gjennomførbart ved å fjerne bunnsubstratet, plastre grunnen og legge substratet tilbake. Uten fysiske tiltak er det etter vår vurdering bare under alternativ A 220, med en lignende vannbankordning som foreslått ovenfor for A 202 b, at det kan oppnås naturlig lakseproduksjon i hele Aura.

Selv etter tilretteleggende tiltak for vandring i Aura vil det være begrensede vandringsmuligheter for laks under de vurderte vannføringsforholdene. Oppvandring krever godt motiverte fisk, og dette kan oppnås med å ha fisk som er klekket og oppvokst oppstrøms de vanskelige partiene. Dette kan gjøres ved at bestanden reetableres ved rognutlegginger eller utsetninger av plomme-sekkyngel i disse områdene så snart det nye vannføringsregimet er innført (se nedenfor for rogn-behov), men tilpasset tidspunkt for når de fysiske vandringstiltakene er gjennomført slik at tilbakevandrende gytefisk fra utleggingene kan vandre opp.

Dersom det innføres vannslipp i Aura og de foreslåtte fysiske tiltakene gjennomføres er det naturlig å vurdere størrelsen og innretningen av dagens utsettingspålegg for smolt i vassdraget.

8.2 Kombinerte løsninger basert på fiskeutsettinger

Et alternativ til å reetablere naturlig rekruttering i Aura opp til Per-Nilsespranget er å bruke fiskeutsettinger til å utnytte vassdragets produksjonskapasitet for laksefisk. I henhold til nasjonale retningslinjer for utsetting av anadrom fisk (Miljødirektoratet 2014) skal langvarige smoltutsettinger bare brukes når produksjonsforholdene gjør at yngre stadier ikke kan benyttes. De ulike vannslippalternativene vil i ulik grad redusere eller fjerne flaskehalser for fiskeproduksjon i Aura slik at det vil være mulig å sette ut yngre stadier enn smolt, som er eneste utsettingsstadium som er omfattet av gjeldende utsettingspålegg.

I senere år har pålegg om utsetting av smolt blitt erstattet med utsetting av øyerogn i en rekke regulerte vassdrag. Forutsatt at man får tak i nok stamfisk er det enkelt og rimelig å produsere øyerogn i kultiveringsanlegg. Utlegging av øyerogn må imidlertid foregå i løpet av senvinteren og våren, noe som kan være problematisk i vassdrag med isdekke som i Aura. Et alternativ er utsetting av plommeseekkyngel om våren, men det er mindre dokumentasjon av effekten av utsettinger på dette stadiet. Disse alternative kultiveringsstrategiene til smoltutsettinger bør eventuelt utredes videre.

Uten fysiske tiltak som bedrer oppvandringsmulighetene må man i utgangspunktet basere seg nesten utelukkende på utlegging av øyerogn eller utsetting av plommeseekkyngel. Bare alternativ A220 vil ut fra dagens kunnskap kunne gi noe oppvandring og naturlig rekruttering i våte somre.

Tabell 8. Oppsummering av gevinster av ulike slippalternativer (A 202, A 220 osv., inklusive A 202b) i form av økt smoltproduksjon og rangert (samme som i **tabell 7**). I tabeller er det videre gitt estimater for rognbehov og tilhørende antall (avrundet) stamfiskhunner (med gjennomsnittsvekt på 3,5 kg), beregnet ut fra estimert smoltproduksjon under de ulike alternativene. Kombinert med tiltak for å lette oppvandringen vil slippalternativene i ulik grad gi naturlig rekruttering som kan redusere behovet for utsettinger. Vannbruk er det totale slippvolumet (i millioner m³) som de ulike alternativene innebærer.

Slipp alt	Smoltprod (min)	Økning %	Rangering Produksjon	Rognbehov (x1000)	Antall hunner (3,5 kg)	Naturlig Rekruttering (etter tiltak)	Vannbruk
I dag real.	2081						
I dag	6111						
A202	11 555	89	2	290-520	60-100	År om annet	41,5
A202b	11 555	89	2	290-520	60-100	Årlig	41,5
A220	14 708	141	1	380-666	70-130	Årlig	84,7
A302	8841	45	4	220-390	48-80	År om annet	29,5
A290	13 683	51	3	350-610	70-120	Sjelden	24,3
A400	10 023	27	5	250-450	50-90	År om annet	33,7

Gitt at utsettingene dimensjoneres til de estimerte produksjonskapasitetene for smolt, vil den relative gevinsten for alternativene og rangeringene bli de samme som ovenfor (**tabell 7 og 8**). For å kunne antyde noe om volum på utsettingene tok vi utgangspunkt i smoltgevinstene for de ulike alternativene (minimum og maksimum) og regnet tilbake fra smolt til rogn ut fra standard overlevelsestall (Hindar mfl. 2007). Rognbehovet varierer fra 220 000 til 666 000 rogn, tilsvarende mellom ca. 1 og 2 rogn pr. m² vanndekt areal under de ulike slippalternativene. De to beste alternativene (A 220 og A 202) vil kreve henholdsvis 70 til 130 og 60 til 100 stamfiskhunner á 3,5 kg for at produksjonskapasiteten for smolt skal kunne utnyttes (**tabell 8**). Dersom de foreslåtte fysiske tiltakene gjennomføres (se **kapittel 7** og ovenfor) vil imidlertid disse to alternativene (A

220 og A 202b) trolig gi tilstrekkelig naturlig rekruttering til at utsetting av øyerogn eller plomme-sekkyngel er overflødig. Basert på tilgjengelig kunnskap og skjønn vurderer vi at alternativene A 302 og A 400 etter tiltak vil gi naturlig rekruttering år om annet (våte somre) og rognbehovet reduseres noe. For alternativ A 290 er det fare for at naturlig rekruttering vil forekomme så sjeldent at det er nødvendig med full kultivering.

En langsiktig bærekraftig utnyttelse av økt produksjonskapasitet som følge av nye vannslipp og utsetting av tidlige livsstadier vil kreve et betydelig antall stamfisk. Antall stamfisk som bør benyttes er ikke bare avhengig av samlet rognbehov for å oppnå ønsket egg tetthet (se ovenfor), men må også være høyt nok til å sikre tilstrekkelig genetisk variasjon og unngå utilsiktede genetiske effekter som Ryman-Laikre effekt. I henhold til den nylig publiserte veileder for utsetting av fisk for å ivareta genetisk variasjon og integritet (Karlsson mfl. 2016) bør man bruke like mange hanner som hunner. Veilederen gir også en god del andre råd for hvordan vellykket fiskekultivering bør gjennomføres.

Alternativet som innebærer full kultivering (A 290) for å utnytte produksjonskapasiteten vil kreve i størrelsesorden 140 til 220 stamfisk (like mange hunner som hanner), mens alternativene der kultiveringen støtter naturlig rekruttering (A 302 og A 400) skjønnsmessig krever 50 til 100 stamfisk (antar at halvparten av rekrutteringen i gjennomsnitt skjer naturlig). Siden gytebestandsmålet ikke har blitt nådd på mange år (Anon. 2016) vil det være problematisk å årlig ta ut så mange stamfisk fra Eira. En løsning er å gradvis bygge opp en såkalt levende genbank for Aura, som sikrer nok stamfisk med god genetisk representasjon slik at bestandens genetiske integritet sikres (Karlsson mfl. 2016). For å sikre et godt utvalg av stamfisk å velge blant kan det være en god løsning å etablere en fangstfelle for voksenfisk, for eksempel nederst i den bratte strekningen oppstrøms utløpet av Bruåa.

Vi vet ikke i hvilken grad laksen i Aura var genetisk forskjellig fra laksen i Eira, men det vil uansett være best å bruke Eiralaks som utgangspunkt for kultivering i Aura.

En fangstfelle for oppvandrende voksenfisk åpner også for et tredje alternativ, der man i stedet for fiskekultivering transporterer fisken opp med bil for naturlig gyting oppstrøms vandringshindret. Et slikt tiltak vil kreve hyppig røkting av fella og gode transportløsninger. Det har vært og er flere tilfeller der slike transportløsninger benyttes, men erfaringene er at slike etter hvert erstattes av fysiske vandringsløsninger.

9 Referanser

- Anon. 2016. Vedleggsrapport med vurdering av måloppnåelse for de enkelte bestandene. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 9b, 849 s.
- Armstrong, J.D., Kemp, P.S., Kennedy, G.J.A., Lande, M. & Milner, N.J. 2003. Habitat requirements of Atlantic salmon and brown trout in rivers and streams. *Fisheries Research* 62, 143-170.
- Borsányi P., Harby A., Ugedal O. & Craxner C. 2004. A meso-scale habitat classification method for production modelling of Atlantic salmon in Norway. *Hydroécologie Appliquée* 14, 119-138.
- Forseth, T. & Harby, A. (red.) 2013. Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag. NINA Temahefte 32, 1-90.
- Forseth, T. & Harby, A. (eds.). 2014. Handbook for environmental design in regulated salmon rivers. NINA Special Report 53. 90 s.
- Finstad, A.G., Armstrong, J.D. & Nislow, K.H. 2011. Freshwater habitat requirements of Atlantic salmon. I *Atlantic salmon ecology* (Ø. Aas, S. Einum, A. Klemetsen and J. Skurdal, red.). Blackwell Publishing Ltd, 67-88.
- Heggenes, J., Bagliniere, J.L. & Cunjac, R.A. 1999. Spatial niche variability for young Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) in heterogenous streams. *Ecology of Freshwater Fish* 8, 1-21.
- Hindar, K., Diserud, O., Fiske, P., Forseth, T., Jensen, A. J., Ugedal, O., Jonsson, N., Storeid, S.-E., Arnekleiv, J. V., Saltveit, S. J., Sægrov, H. & Sættem, L. M. 2007- Gytebestandsmål for laksebestander i Norge. NINA Rapport 226, 78 s.
- Jensen, A.J. & Johnsen, B.O. 2007. Krav til vannføring for å reetablere en laksebestand i Aura. – NINA Rapport 275, 36 s.
- Jensen, A.J., Finstad, B., Hvidsten, N.A., Jensås, J.G, Johnsen, B.O., Lund, E. & Solem, Ø. 2007. Fiskebiologiske undersøkelser i Auravassdraget. Rapport fra prosjektperioden 2004-2006. NINA Rapport 241, 63 s.
- Jensen, A.J., Berg, M., Bremset, G., Eide, O., Finstad, B., Hvidsten, N.A., Jensås, J.G., Johnsen, B.O. & Lund, E. 2011. Fiskebiologiske undersøkelser i Auravassdraget. Rapport fra prosjektperioden 2008-2010. NINA Rapport 659, 77 s.
- Jensen, A.J., Berg, M., Bremset, G., Eide, O., Finstad, B., Hvidsten, N.A., Jensås, J.G., Lund, E. & Ulvan, E.M. 2014. Fiskebiologiske undersøkelser i Auravassdraget. Sluttrapport for perioden 2009-2013. NINA Rapport 659, 77 s.
- Jensen, A.J., Berg, M., Bremset, G., Finstad, B., Havn, T.B. & Jensås, J.G. 2016. Fiskebiologiske undersøkelser i Auravassdraget. Årsrapport for 2015. NINA rapport 1249, 52 s.
- Karlsson, S., Bjørn, B., Holthe, E., Lo, H. & Ugedal, O. 2016. Veileder for utsetting av fisk for å ivareta genetisk variasjon og integritet. NINA Rapport 1269, 25 s.
- Miljødirektoratet 2014. Retningslinjer for utsetting av anadrom fisk. Miljødirektoratet, Veileder M186-2014, 12 s.
- Statkraft Notat 2017. Beregning av vannføring ved Lille Eikesdalsvatnet ved ulike slipp scenarier.
- Sørensen, J., Brodtkorb, E., Haug, I., Fjellanger, J. 2013. Vannkraftkonsesjoner som kan revideres innen 2022. Nasjonal gjennomgang og forslag til prioritering. Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) Rapport nr. 49/2013, 311 s.
- Thorstad, E.B., Økland, F., Aarestrup, K. & Heggberget, T. 2008. Factors affecting the within-river spawning migration of Atlantic salmon, with emphasis on human impacts. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 18, 345-371.
- Tøfte, L. 2009. Regulerte vassdrag som mister vatn til grunnen. Årsrapport 2008 for prosjektet. SINTEF Arbeidsnotat. 47 s.



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

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

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

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-3022-3

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Hogskoleringen 9, 7034 Trondheim

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

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>

Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger