

2122

NINA Rapport

## Fiskefaglige undersøkelser på anadrom strekning i Barduelva 2019-2021

Martin-A. Svenning, Knut Langeland og Øyvind Kanstad-Hanssen



## **NINAs publikasjoner**

### **NINA Rapport**

Dette er NINAs ordinære 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 engelsk, som NINA Report.

### **NINA Temahefte**

Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. Heftene har vanligvis en populærvitenskapelig form med vekt på illustrasjoner. NINA Temahefte kan også utgis på engelsk, som NINA Special Report.

### **NINA Fakta**

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. 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 forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler og i populærfaglige bøker og tidsskrifter.

# Fiskefaglige undersøkelser på anadrom strekning i Barduelva 2019 - 2021

Martin-A. Svenning, Knut Langeland & Øyvind Kanstad-Hanssen

Svenning, M-A., Langeland, K. & Kanstad-Hanssen, Ø. 2022.  
Fiskefaglige undersøkelser på anadrom strekning i Barduelva  
2019-2021. NINA rapport 2122. Norsk institutt for naturforskning.

Tromsø, april 2022

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-4910-2

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Jon Museth

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Per Fauchald (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Statkraft Energi AS

OPPDRAGSGIVERS REFERANSE

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Sjur Gammelsrud

FORSIDEBILDE

Barduelva (nedstrøms kraftverket) © Foto: M-A. Svenning

NØKKELOORD

- Måselvvassdraget
- Barduelva (anadrom strekning)
- Troms fylke
- Måselv kommune
- anadrom laksefisk
- konsekvensutredning
- overvåkingsrapport
- etterundersøkelse

KONTAKTOPPLYSNINGER

**NINA hovedkontor**  
Postboks 5685 Torgarden  
7485 Trondheim  
Tlf: 73 80 14 00

**NINA Oslo**  
Sognsveien 68  
0855 Oslo  
Tlf: 73 80 14 00

**NINA Tromsø**  
Postboks 6606 Langnes  
9296 Tromsø  
Tlf: 77 75 04 00

**NINA Lillehammer**  
Vormstuguvegen 40  
2624 Lillehammer  
Tlf: 73 80 14 00

**NINA Bergen**  
Thormøhlens gate 55  
5006 Bergen  
Tlf: 73 80 14 00

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

## Sammendrag

Svenning, M-A., Langeland, K. & Kanstad-Hanssen, Ø. 2022. Fiskefaglige undersøkelser på anadrom strekning i Barduelva 2019-2021. NINA rapport 2122. Norsk institutt for naturforskning.

Miljødirektoratet har pålagt Statkraft Energi AS å gjennomføre en undersøkelse/utredning etter miljødesignmetodikken for å kartlegge reguleringseffektene på anadrom strekning i Barduelva og avdekke eventuelle flaskehals for produksjonen av anadrom laksefisk.

De fleste gytefiskene observeres helt øverst i Barduelva, og i de fleste årene er det tilstrekkelig med gytefisk for å deponere minst 2 egg/m<sup>2</sup> i denne elvestrekningen. Dersom hele elva vurderes som produksjonsområde ble gytebestandsmålet oppnådd i et av de tre årene, men dersom produksjonsområdet reduseres med en tredjedel blir gytebestandsmålet oppnådd alle tre årene. Vi vurderer derfor ikke mangel på gytefisk som en viktig flaskehals i Barduelva.

Til tross for dette viser registreringen av ungfisk, både ved tradisjonelt strandnært testefiske og ved bruk av elfiskebåt, at tettheten av laksunger er lav i Barduelva. Dette er i samsvar med at mangel på gode skjulområder og egnet bunnsstrat ble identifisert som en av flaksehalsene for fiskeproduksjonen i Barduelva.

Det er imidlertid de store og hyppige variasjonene i vannføring gjennom store deler av året, med påfølgende hyppige tørrlegginger av viktige leveområder for ungfisk, som utgjør den viktigste flaksehalsen for fiskeproduksjonen i elva. Det ligger i dag ingen andre krav til driften av Bardufoss kraftverk enn at det skal sikres en minstevannføring på 2 m<sup>3</sup>/s om sommeren og 0,3 m<sup>3</sup>/s om vinteren. Dette innebærer at kraftverket kan driftes fritt innenfor et vannføringsintervall fra 96 m<sup>3</sup>/s (full last) ned til henholdsvis 2 eller 0,3 m<sup>3</sup>/s. Statkraft etterstreber imidlertid å praktisere en selvpålagt minstevannføring på 11 m<sup>3</sup>/s, men våre analyser viser at lavere vannføringer enn dette likevel inntreffer relativt hyppig. Analysene av vannføringsdata viser at det er store variasjoner i vannføringen gjennom døgnet i store deler av året, bortsett fra periodene der snøsmelting og store regnflommer bidrar til tapping av vann gjennom inntaksdammen til Bardufoss kraftverk. I tillegg til at vannføringen kan variere mye gjennom døgnet, kan store endringer i vannføring skje svært hurtig, dvs. i løpet av noen få minutter.

De beste oppvekstområdene for ungfisk, dvs. områder med middels til god tilgang på skjul, er i stor grad de samme områdene som utsettes for tørrlegging når vannføringen nedstrøms kraftverket minker. Selv om Statkraft forsøker å unngå vannføringer under 11 m<sup>3</sup>/s, viser kartleggingen vår at viktige leveområder for ungfisk blir tørrlagt hver gang vannføringen faller under 40 m<sup>3</sup>/s. I og med at slike tørrlegginger inntreffer opptil flere ganger i døgnet, og gjennom store deler av året, blir tilgangen på gode leveområder og faren for stranding av yngel en helt avgjørende flaksehals for produksjonen av anadrom fisk i Barduelva. Vannføringsregimet ved Bardufoss kraftverk, spesielt de hurtige endringene ved moderate til lave vannføringer, er derfor etter vår mening den viktigste flaskehalsen for ungfiskproduksjonen i Barduelva.

Det finnes ingen fly-fotoserier (norge-i-bilder) som viser elvearealet nedenfor Bardufoss kraftverk ved vannføringer lavere enn 37 m<sup>3</sup>/s. For å kunne beregne elvearealet ved lavere vannføringer enn dette, har vi derfor antatt en noenlunde lineær sammenheng mellom elveareal og vannføring, basert på fire fotoserier ved vannføringer på 37, 69, 92 og 150 m<sup>3</sup>/s. Sammenhengen mellom elveareal og vannføringer lavere enn 37 m<sup>3</sup>/s er derfor noe usikre. I tillegg er oppløsningen på lagrede driftsdata for Bardufoss kraftverk, og for tapping fra luker i inntaksdam, for lav til å foreta grundige analyser av hvor raskt vannføringen - og dermed vannstanden - vil endres ved lastreduksjoner i kraftverket. For å påvise en mer pålitelig sammenheng mellom driftspraksis med raske endringer i vannføring, vannstand og vanndekte arealer, anbefaler vi at det iverksettes nye målinger som kan belyse behov og eventuelle muligheter for mykere overganger ved regulering av produksjonen i kraftverket.

Martin-A. Svenning ([martin.svenning@nina.no](mailto:martin.svenning@nina.no)) og Knut Langeland ([knut.langeland@nina.no](mailto:knut.langeland@nina.no)), Norsk institutt for naturforskning, Framsenteret, Postboks 6606 Langnes, 9296 Tromsø. Øyvind Kanstad-Hansen ([oyvind.hansen@skandnat.no](mailto:oyvind.hansen@skandnat.no)), Skandinavisk naturovervåking, Postboks 127, 8411 Lødingen.

# Innhold

<b>Sammendrag</b> .....	<b>3</b>
<b>Innhold</b> .....	<b>4</b>
<b>Forord</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Innledning</b> .....	<b>6</b>
<b>2 Områdebeskrivelse</b> .....	<b>8</b>
2.1 Vassdragsbeskrivelse .....	8
2.2 Vassdragsreguleringen i Barduelva .....	9
<b>3 Metoder og datagrunnlag</b> .....	<b>10</b>
3.1 Hydrologiske variasjoner og vanntemperatur .....	10
3.1.1 Hydrologisk variasjonsanalyse .....	10
3.1.2 Vanndekte arealer og vannføring .....	16
3.1.3 Vanntemperatur.....	19
3.2 Habitatkartlegging .....	21
3.2.1 Elveklasser .....	21
3.2.2 Bunnssubstrat .....	24
3.2.3 Skjul.....	27
3.3 Kartlegging av gytegroper .....	29
3.4 Bestandsdata .....	29
3.4.1 Ungfisk .....	29
3.4.2 Voksen fisk .....	38
<b>4 Diagnose</b> .....	<b>45</b>
4.1 Habitatklasser .....	45
4.1.1 Endret vannføring og mekaniske og geomorfologiske prosesser .....	45
4.1.2 Skjul og bunnssubstrat .....	46
4.1.3 Gytehabitat.....	46
4.2 Hydrologiske flaskehalsar .....	47
4.2.1 Vannføring, vanndekt areal og vannføring gjennom året.....	47
4.2.2 Betydning av vannføring for fiskevandring.....	48
4.2.3 Vanntemperatur.....	48
4.3 Informasjon fra bestandsdata.....	49
4.4 Samlet vurdering – produksjonsforhold og flaskehalsar.....	50
<b>5 Tiltak og designløsninger</b> .....	<b>52</b>
<b>6 Referanser</b> .....	<b>53</b>

## Forord

Barduelva har utspring fra Altevatnet og renner inn i Måselva halvannen km nedafor Måselvfossen. Den anadrome strekningen i Barduelva utgjør bare 3 km, dvs. fra Bardufossen og ned til samløpet med Måselva, og danner dermed ei av sideelvene til Måselvvassdraget.

Miljødirektoratet påla, i brev av 4.4.2019, Statkraft Energi AS å gjennomføre undersøkelser på den anadrome strekningen av Barduelva. I pålegget ber Miljødirektoratet om at effekter av reguleringsinngrep og kraftverksdrift i Barduelva kartlegges og at eventuelle flaskehalsar for produksjonen av anadrom laksefisk identifiseres.

Martin-A. Svenning (NINA-Tromsø) og Øyvind Kanstad-Hanssen (Skandinavisk naturovervåking) har i felleskap gjennomført registreringer i felt og utarbeidet rapporten. Knut Langeland (NINA-Tromsø) har vært ansvarlig for GIS-arbeidet.

Oppdragsgiver har vært Statkraft Energi AS, med Sjur Gammelsrud som kontaktperson. Torbjørn Strømshid ved Bardufoss kraftverk har bidratt med hydrologiske data. Vi takker begge for konstruktive tilbakemeldinger gjennom hele prosjektperioden.

Vi takker også Vidar Bentsen, Ole Kristian Berggård, Sondre Bjørnset, Vemund Gjertsen, Emil Jamfall, Jon Museth og Frode Næstad for hjelp under ulike deler av feltarbeidet.

Vi takker Statkraft Energi AS for oppdraget.

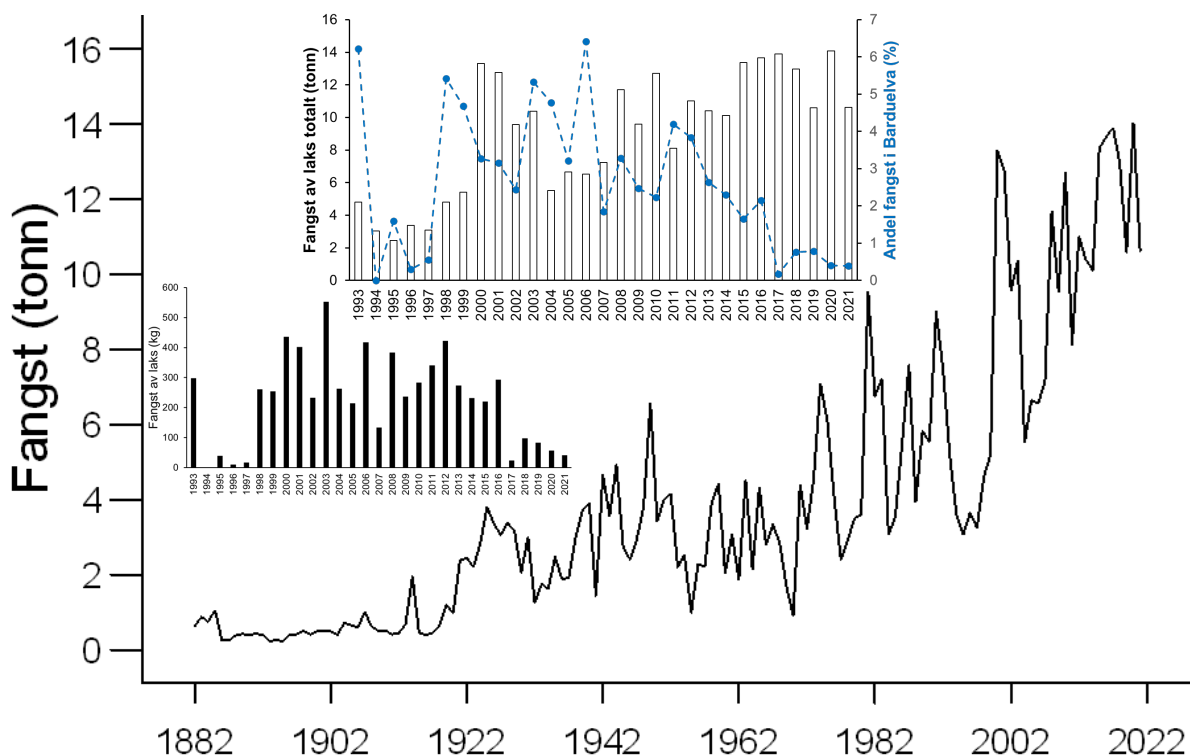
November 2022

Martin-A. Svenning  
(prosjektleder)

# 1 Innledning

Målselvvassdraget (Målselva) er det største vassdraget i Troms fylke, med nærmere 100 km lakseførende strekning, og har flere viktige sideelver (Svenning mfl. 2021). Det er klassifisert som nasjonalt laksevassdrag og renner ut i indre del av Malangen, som også er klassifisert som nasjonal laksefjord. Målselva er regnet som ei svært produktiv lakseelv (Svenning mfl. 2021). I de siste 10 årene har fangstene variert fra 10 til 14 tonn, og med gjennomsnittlige årlige fangster på 12 tonn (**figur 1**). Vassdraget har i samme periode vært rangert blant de 6-7 beste lakseelvene i Norge, og den fjerde beste når det gjelder fangster av storlaks (> 7 kg). Det høye innslaget av storlaks gjør vassdraget også svært attraktivt for sportsfiskere. I tillegg var Målselva den beste sjørretelva i Norge i årene 2012-2017 med gjennomsnittlige årlige fangster på over 4 tonn. I de siste årene har sjørretfangstene avtatt noe, og i hvert av årene 2020 og 2021 ble det fanget bare i overkant av 1.8 tonn sjørret.

Barduelva renner inn i Målselva ca. 1.5 km nedafor Målselvfossen og den anadrome strekningen av Barduelva utgjør bare 3 km, dvs. fra samløpet med Målselva og opp til Bardufossen (se **figur 2**). På midten av 1800-tallet ble det fanget en god del laks i Barduelva, men innføringen av kilenotfisket i Malangen i 1860 førte, ifølge Berg (1964), til nedgang i fangstene. I 1875 ble fangsten i Barduelva anslått til 100 laks eller om lag 450 kg. Berg (1964) viste imidlertid også til uttalelser fra fiskeriinspektørens årsmeldinger for 1976-1979 der det ble rapportert at det under Bardufossen ble tatt 9-10 tønner laks årlig, tilsvarende i overkant av 1100 kg laks. Dersom en antar at snittstørrelsen på laksen var ca. 4.5 kg, tilsvarer dette i overkant av nærmere 235 laks årlig. Berg hevdet også at fangstene av laks gikk noe tilbake på grunn av stadig økende mengde kilenøter i fjord- og kystområdene i Malangen. Før fisketrappa ble etablert i Målselvfossen i 1910, mente Berg (1964) likevel at det meste av laksen i Målselvvassdraget ble fanget i Barduelva. I årene 2000-2016 ble det fanget rundt 200 laks årlig i Barduelva, mens det i de siste årene er fanget bare noen ti-talls laks årlig, tilsvarende mindre enn 1 % av fangstene i Målselva (**figur 1**).



**Figur 1.** Årlig rapporterte fangster av laks i Målselvvassdraget fra 1882 til 2021. I den innfelte øverste figuren vises de årlige fangstene av laks i Målselvvassdraget fra 1993 til 2021, samt andelen av Måselvlaksen som ble fanget i Barduelva. I den nederste innfelte figuren vises årlig rapporterte fangster i Barduelva i perioden 1993 til 2021.



Den øverste delen av den ca. 3 km lange strekningen fra samløpet med Målselva har en del brukbare gyte- og oppvekstområder for anadrome laksefisk (Berg 1964). Det gjelder spesielt på begge sider av - og rundt 'Holmen' – like nedfor Bardufossen. Berg (1964) mente at avstengningen av kraftverket om nettene førte til at gyteplassene ble tørrlagte, samt at yngelen strandet og omkom. Stranding er en av de meste omtalte problemene i elver med hurtige variasjoner i vannføring, og kan ramme både rogn og yngel (Harby mfl. 2004; Forseth og Harby 2013). Det er vanskelig å kvantifisere eventuelle negative effekter på laksebestanden i Barduelva, men grunneierne hevder at laksebestanden har gått tilbake etter at kraftverket ble satt i drift. Ifølge Heggberget (1981) ble det fra grunneierforhold sagt at det ble fanget 30-40 laks i 1975, men at fangstene avtok ytterligere utover 1970-tallet.

Det ble også hevdet fra grunneierne at fangstene i 1979 var svært lave på grunn av lav vannføring og tilslamming i elva i forbindelse med reparasjoner i inntaksdammen. Ifølge Heggberget (1981) førte dette til at magasinområdet ble tørrlagt, og at utrasing av løsmasser kunne skape problemer for fisket og for produksjon av fisk nedenfor inntaksmagasinet. Våren 1979 ble det derfor elektrofisket på seks stasjoner langs den anadrome strekningen av Barduelva, for å bedømme mengde og sammensetning av ungfiskbestanden før nedtappingen begynte (se detaljer i Heggberget 1981). Elektrofisket ble gjentatt i august 1979, etter at nedtappingen var utført, men før magasinet var oppfylt. Resultatene fra elektrofisket indikerte imidlertid at nedtappingen ikke hadde påført skader på ungfiskbestanden av laks i Barduelva (Heggberget 1981). Det ble heller ikke påvist ekstremt høyt innhold av slam på den anadrome strekningen, og det ble derfor antatt at slamavsetningen ikke påvirket oppvandringen av laks nevneverdig. Heggberget (1981) påpekte imidlertid at tettheten av laksunger i Barduelva var meget lav, og at dette hadde sammenheng med reguleringen, og derav manglende rekruttering av laks. Siden det årlig ble observert store mengder laks som overvintret i avløpstunellene til Bardufoss kraftverk, konkluderte Heggberget (1981) med at den lave rekrutteringen kunne skyldes vanskelige forhold for gyting og rognutvikling, samt at laksyngelen/-ungene omkom på grunn av hyppige vannstandssvingninger. Antagelsen om at det fantes brukbare gyteområder for laks i deler av Barduelva (se Berg 1964) indikerte også at den lave rekrutteringen ikke skyldes mangel på gyte- og oppvekstområder. Heggberget (1981) konkluderte med at den sikreste måten å kompensere ødelagte reproduksjonsforhold for laks i Barduelva på var utsetting av laksesmolt.

Etter reguleringen av Bardufossen ble det registrert fisk inne i avløpstunnelen til kraftverket, og det ble etter hvert satt opp ei elektrisk fiskesperre i bjelkestengslene ytterst i tunnelene. Det er imidlertid usikkert om fiskesperra fungerer, noe som kan studeres dersom det settes opp videokameraer som overvåker utløpstunellene. Det er også uklart om anadrom fisk kan vandre opp fossen når det slippes eller renner vann over dammen i Bardumagasinet, og som kan bli stående igjen (og omkomme) når dette området tørrlegges igjen.

Selv om den anadrome strekningen i Barduelva utgjør en liten del av Målselvasvassdraget, er vassdraget omfattet av direktivene rundt nasjonale vassdrag, dvs. de skal prioriteres spesielt ved oppfølging av reguleringskonsesjoner, samt at kunnskapsgrunnlaget for forvaltningen skal være best mulig. Miljødirektoratet har derfor pålagt Statkraft Energi AS å gjennomføre en undersøkelse etter miljødesignmetodikken for å kartlegge reguleringseffektene på anadrom strekning i Barduelva.

Med bakgrunn i pålegget fra Miljødirektoratet er formålet med undersøkelsen i Barduelva følgende:

- kartlegge regulerings effekter og flaskehals i Barduelva, samt foreslå løsninger
- gjennomføre ungfiskundersøkelser med utgangspunkt i tidligere stasjonsnett
- utføre gytefisketelling ved hjelp av drivtelling
- måle hulromskapasitet, samt kartlegge habitat og gyteområder for anadrom fisk
- foreslå mulige avbøtende tiltak, dersom det påvises at den tørrlagte strekningen mellom Bardufossen og kraftverksutløpet har negativ påvirkning på anadrom fisk

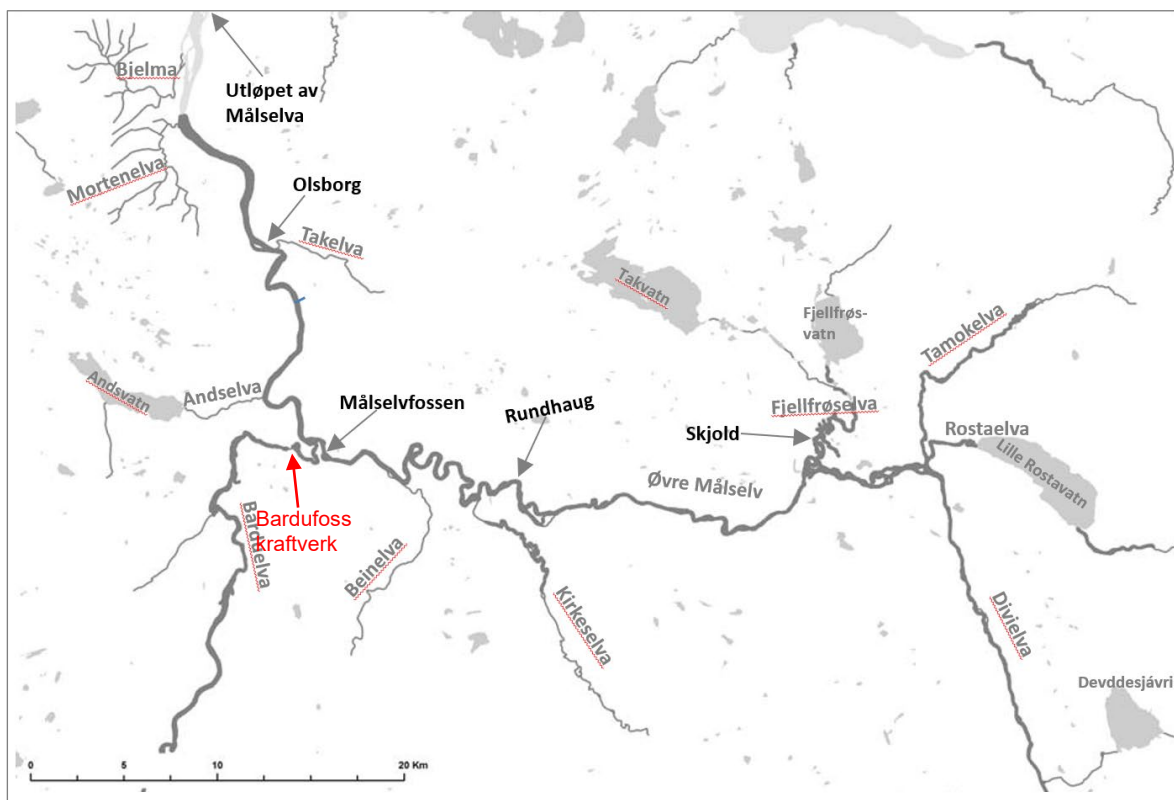
## 2 Områdebeskrivelse

### 2.1 Vassdragsbeskrivelse

Måselvvassdraget ligger i kommunene Måselv, Bardu og Balsfjord i Troms fylke. Hovedelva starter ved samløpet av Rostaelva og Divielva og munner ut i Måselvfjorden/Malangen (**figur 2**), tilsvarende en elvestrekning på om lag 89 km. Elvestrekningen fra Måselvfossen ned til sjøen (41 km) har et fall på bare 4 m, og elva renner svært stille og elvebunnen domineres av slam og sand (Svenning & Johansen 2001). Både gyte- og oppvekstvilkårene for laks er derfor dårlige i dette partiet.

Nedslagsområdet til Måselvvassdraget dannes av Måselva (3431 km<sup>2</sup>) og Barduelva (2289 km<sup>2</sup>) tilsvarende et totalt nedslagsfelt på 5720 km<sup>2</sup> (Berg 1964). De to elvene danner det største vassdraget i Troms og der Barduelva bidrar med 41 % av nedslagsfeltet. Barduelva har utspring fra Altevatnet og renner inn i Måselva 1.5 km nedafor Måselvfossen. Den anadrome strekningen i Barduelva utgjør bare 3 km, dvs. fra samløpet med Måselva og opp til Bardufossen.

Flere av sideelvene som renner ut i Måselva, både nedenfor og ovenfor Måselvfossen (se **figur 2**), har anadrom fisk. Dette er detaljert beskrevet i Svenning mfl. (2021).

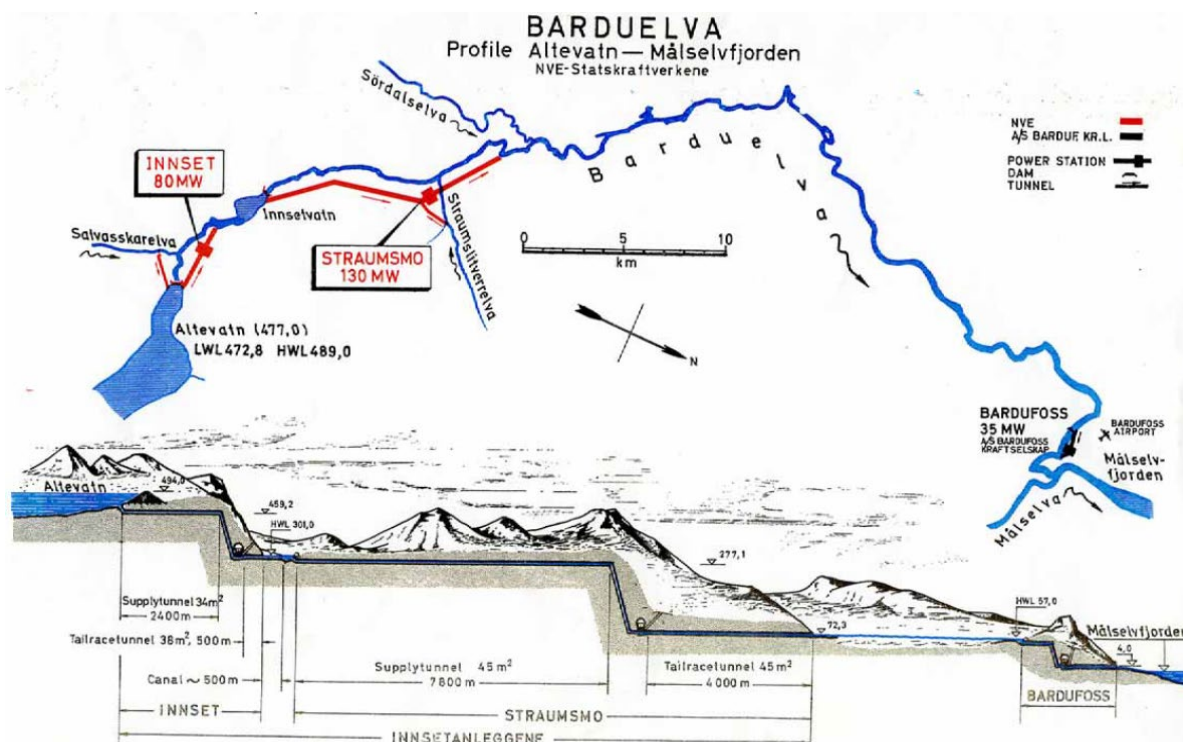


**Figur 2.** Kart over Måselvvassdraget med de viktigste sideelvene med anadrom fisk. Den anadrome strekningen i Barduelva utgjør bare 3 km, dvs. fra samløpet med Måselva og opp til Bardufossen (Bardufoss kraftverk). For ytterligere detaljer, se Svenning mfl. (2021).

## 2.2 Vassdragsreguleringen i Barduelva

Den om lag 70 km lange Barduelva renner gjennom Bardu og Målselv kommuner og har sitt utspring fra Altevatnet. Elva er berørt av reguleringen av Altevatnet og inntaksmagasinet i Bardufoss kraftverk samt av driften av tre kraftverk (se Anon. 2009). De tre hovedkraftverkene Innset, Straumso og Bardufoss, samt to mindre kraftverk i de to små sideelvene Krogstadelva og Dittielva (se figur 3), fører til at Barduelva har en samlet maskininstallasjon på ca. 270 MW og en midlere årsproduksjon på 1450 GWh (Anon. 2009). Mesteparten av fallet mellom Altevatn og Innsetvatn tas over korte fallstrekninger, mens det er lite fall videre nedover på strekningen mot Strømsør (7.8 km). Fra Strømsør og ned til Straumsmo er det stort fall. Fra utløpet av Straumsmo kraftverk til Fosshaug bru (ca. 14 km) er Barduelva stilleflytende med lite fall. Forbi nye og gamle Fosshaug bru går elva i stryk, og med stort sett kraftig stryk et par km ned mot Steirud (se Anon. 2009). Selv om fallet avtar videre nedover elva, er det en del større stryk nedover mot og forbi Sponga bru. Mot innløpet til Barduelvmagasinet, og inntaket til Bardufoss kraftverk, avtar fallet betraktelig, og elva blir svært grunn på lange strekninger.

Kraftverket ved Bardufoss ble tatt i bruk i 1952 og utnytter det 53 m høye fallet i Bardufossen. Inntaksmagasinet til kraftverket rommer ca. 3 millioner m<sup>3</sup> vann og har en reguleringshøyde på 5 m. Kjøringen av Bardufoss kraftverk koordineres med driften av kraftverkene ved Innset og Straumsmo. Bardufoss kraftverk var opprinnelig eid av Troms Kraft, men ble overtatt av Statkraft etter hjemfall i 2012.



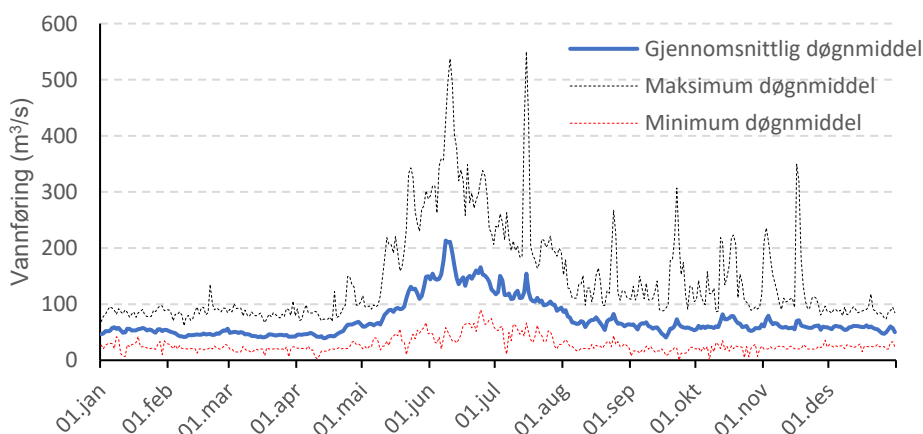
**Figur 3.** Profilkart over Barduelva fra utløpet av Altevatnet og ned til Målselvfjorden. Hentet fra Anon. (2009).

## 3 Metoder og datagrunnlag

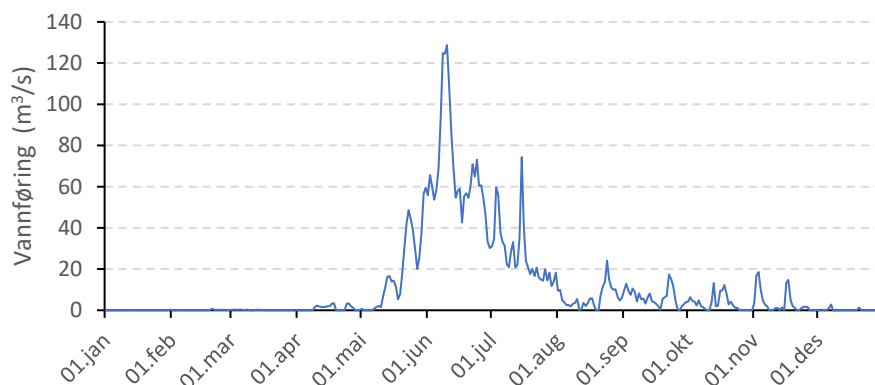
### 3.1 Hydrologiske variasjoner og vanntemperatur

#### 3.1.1 Hydrologisk variasjonsanalyse

Vannføringsdata for Barduelva nedstrøms Bardufossen er utarbeidet fra logget produksjon (last) i Bardufoss kraftverk og en omregningsfaktor til en vannekvivalent, samt beregnet vannslipp gjennom tappeluker i Bardufossdammen (luketabeller). Det er med andre ord ingen faktiske målinger av vannføringer i Barduelva nedstrøms Bardufossen. Vannføringsserien som vi har lagt til grunn for den hydrologiske variasjonsanalysen for den lakseførende delen av Barduelva er basert på beregnede vannføringsverdier for perioden 2006-2021. Inntaksmagasinet til Bardufoss kraftverk er et elvemagasin, uten nevneverdig mulighet for lagring av vann. Fyllingen til elvemagasinet er styrt av produksjonen i Innset og Strømsmo kraftverk (som har Altevatn som inntaksmagasin), samt tilsiget fra et betydelig uregulert restfelt. På grunn av det store restfeltet (936 km<sup>2</sup>), og svært moderat lagringsevne for vann i elvemagasinet, gjenspeiler vannføringen i Barduelva (nedstrøms Bardufossen) i grove trekk en naturlig avløpsfordeling ved at dette utløser overløp/tapping fra dam (**figur 4**). Det betyr blant annet at vannføringen i elva ved overløp/tapping over dam fortsatt preges av smelteflommer og større nedbørsflommer (**figur 5**).

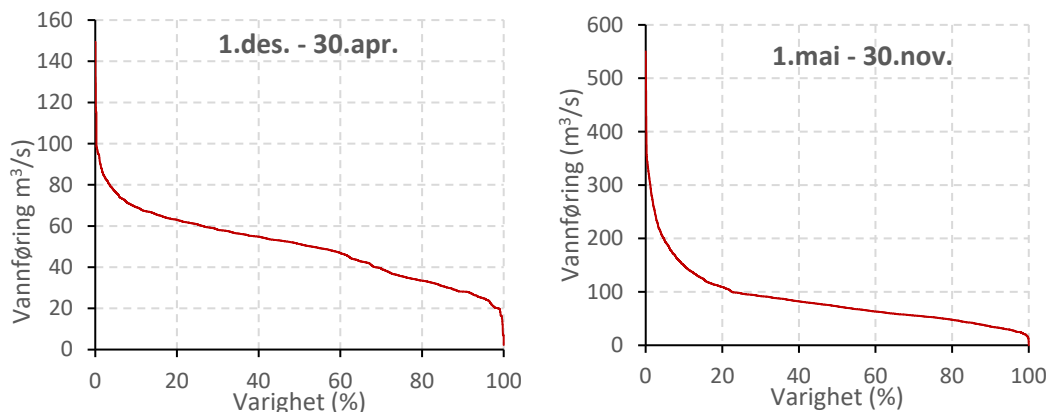


**Figur 4** Gjennomsnittlige døgnmiddelverdier for vannføringen i Barduelva basert på beregnede vannføringsdata for årene 2006-2021.



**Figur 5** Gjennomsnittlige døgnmiddelverdier for overløp/tappingen via dam basert på beregnet vannføringsserie for årene 2006-2021.

Kurvene for gjennomsnittlige døgnmiddelverdier, både for samlet vannføring til Barduelva (**figur 4**) og kurven som kun viser tappingen via dammen (**figur 5**), viser at det i tidsrommet fra 1. desember til 30. april ('vinterperioden') stort sett bare er produksjonen i Bardufoss kraftverk som bidrar til vannføringen i den lakseførende strekningen av Barduelva (fra Bardufoss kraftstasjon til samløpet med Målselva). Vi har derfor valgt å skille mellom vannføringer i denne perioden og i 'sommer-høstperioden' (1. mai til 30. november) når et stort tilslag fra restfeltet utløser overløp/tapping over dammen, noe som også bidrar vesentlig til vannføringen. Varighetskurver viser fordelingen av ulike vannføringer gjennom en viss tidsperiode, dvs. hvor lenge vannføringen er større enn en gitt verdi. I perioden fra 1. desember til 30. april, dvs. gjennom vintersesongen, varierte beregnet vannføring i Barduelva nedstrøms Bardufossen fra 2-149 m<sup>3</sup>/s, og i 50 % av tiden var vannføringen høyere enn 52 m<sup>3</sup>/s (**figur 6**). Vannføringer lavere enn 15 m<sup>3</sup>/s har inntrådt i bare 0,4 % av tiden, mens vannføringer lavere enn 37 m<sup>3</sup>/s (laveste vannføring ved beregning av vanddekt areal) har inntrådt i 27,5 % av tiden. I perioden fra 1. mai til 30. november, dvs. gjennom sommersesongen, varierte beregnet vannføring fra 0-550 m<sup>3</sup>/s, og i 50 % av tiden var den høyere enn 72 m<sup>3</sup>/s (**figur 6**). Vannføringer lavere enn 15 m<sup>3</sup>/s (laveste vannføring ved elektrofisket i 2019) inntrådte i bare 0,2 % av tiden, mens vannføringer lavere enn 37 m<sup>3</sup>/s inntrådte i 11 % av tiden.



**Figur 6** Varighetskurver i Barduelva (nedstrøms Bardufossen) basert på timesverdier for vannføringer i Barduelva nedstrøms Bardufossen i tidsrommene 1. desember - 30. april (venstre) og 1. mai - 30. november (høyre) for årene 2006-2021.

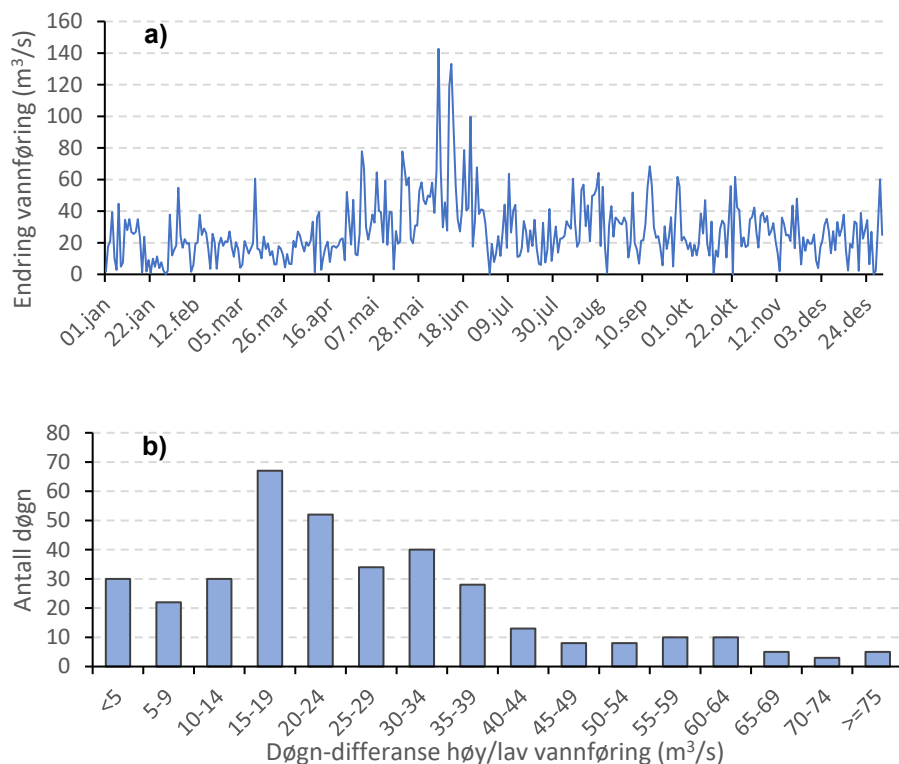
Lavvannsindeksler kan bidra til å avdekke endringer i vannføringsregimet. Basert på en faktisk vannføringsserie, samt tilsiget fra et naturlig og uregulert nedbørsfelt (se [www.nevina.no](http://www.nevina.no)) har vi beregnet 5-persentilene for elvestrekningen nedstrøms Bardufossen for årene 2006-2021. Det foreligger få kvalitetssikrede verdier for spesifikk avrenning (l/s/km<sup>2</sup>) for nedbørsfeltet. Dette medfører at den matematiske beregningen av tilsiget fra nedbørsfeltet (ved bruk av applikasjonen Nevina) blir svært usikkert. Det er derfor vanskelig/umulig å sammenligne størrelsen på lavvannsindeksler fra henholdsvis matematiske beregninger for en uregulert situasjon med faktiske registreringer i årene 2006-2021. Likevel kan indeksene avdekke relative sesongvariasjoner, samt hvordan disse eventuelt har endret seg gjennom reguleringene av vassdraget (**tabell 1**). Beregningene (standardiserte verdier) viser at sesongvariasjonen var relativt stor før reguleringen, mens det knapt har vært noen sesongvariasjon i årene 2006-2021. De langvarige og lave vintervannføringene og tørkeperiodene på sommeren/høsten som var vanlige før reguleringen synes å ha blitt borte, og gjennom hele året varierer vannføringen nå mindre på både uke- og månedsbasis.

**Tabell 1** Standardiserte lavvannsindeksler nedstrøms Bardufossen, beregnet for det uregulerte nedbørsfeltet (før kraftutbygginger) og for årene 2006-2021. På grunn av stor usikkerhet knyttet til verdier for spesifikk avrenning ga beregningene store avvik i vannmengde mellom estimatene for avrenning fra nedbørsfeltet ([www.nevina.no](http://www.nevina.no)) og verdiene fra faktisk måleserie (2006-2021). Avløpsfordeling gjennom året er likevel reell i modellen fra applikasjonen Nevina, og å sammenligne mellom år har vi valgt å standardisere verdiene ved å benevne beregnet 5-persentil for hele som '1', og beskrive 5-persentil for hhv. sommer- og vintersesong som relativ endring i forhold til 'helårs-verdien'.

	Før kraftutbygging	2006-2021
5-persentil (hele året)	1	1
5-persentil (sommer)	4,03	1,11
5-persentil (vinter)	0,60	0,93

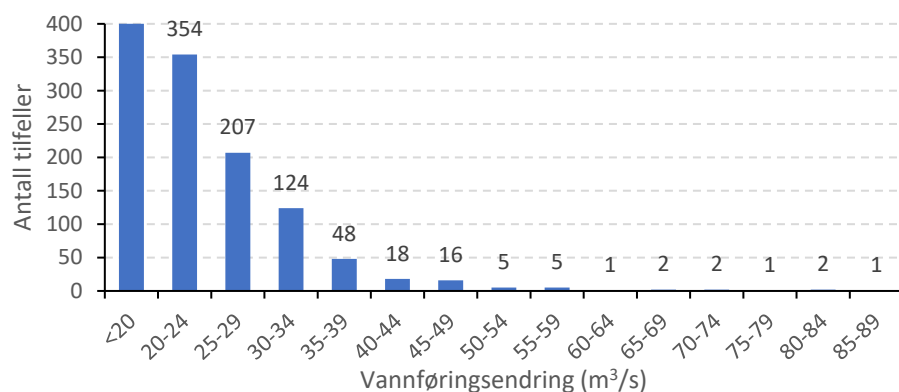
Produksjonen i Bardufoss kraftverk følger i stor grad produksjonsmønsteret for Innset og Straumsmo kraftverk, dvs. fluktuierer i henhold til etterspørsel og pris og kan variere mye både mellom døgn og gjennom døgnet. Dette medfører at vannføringen i Barduelva varierer tilsvarende, og basert på et normalt forbruksmønster av strøm vil kraftproduksjonen, og dermed vannføringen, gjerne svinge opp og ned flere ganger gjennom døgnet. I Barduelva er alle vannføringsdata basert på beregninger med utgangspunkt i logget last (produksjon) i hvert av to aggregater, samt ved hjelp av en omregningsfaktor til en vannekvivalent. Logging av 'last' lagres som et gjennomsnitt av logget last gjennom en time, og disse 'timesverdiene' gjengir derfor den beste oppløsningen på vannføringsdataene i Barduelva (nedstrøms Bardufossen). Ved å beregne differansen mellom høyeste og laveste timesverdi har vi forsøkt å illustrere hvor mye vannføringen kan variere gjennom døgnet i løpet av ett tilfeldig valgt år (f.eks. i 2019, se **figur 7a**), samt frekvensen av ulike døgnvariasjoner i vannføring gjennom året (**figur 7b**). Denne fremstillingen viser imidlertid kun at det skjer store døgnbaserte endringer i vannføring gjennom hele året (her vist for 2019), men viser ikke hvor lavt vannføringen har vært eller hvor ofte vannføringen ble regulert (opp eller ned) gjennom døgnet.

Det er imidlertid ikke bare hyppigheten av vannføringsendringer som har betydning, men også hvor raskt slike endringer skjer. På grunn av oppløsningen i vannføringsdataene har vi kun grunnlag for å analysere 'endringshastighetene', dvs. hvor store forskjeller det har vært mellom min- og maksvannføringen i løpet av en time. I og med at det ikke ligger noen krav til gradvis endring (ramping) ved lastendring kan vannføringen ut av kraftverket teoretisk endres svært raskt. Vannforbruket gjennom kraftverket er 96 m<sup>3</sup>/s ved full last, og den konsesjonspliktige minstevannføringen er 2 m<sup>3</sup>/s i sommersesongen og 0,3 m<sup>3</sup>/s i vintersesongen. Under normal drift praktiserer imidlertid Statkraft en selvpålagt teknisk begrunnet restriksjon som innebærer at aggregatene i kraftverket ikke bør kjøres med en last som er lavere enn 5 MW, noe som tilsvarer en vannføring på 11 m<sup>3</sup>/s. Vannføringer fra kraftverket som likevel er lavere enn dette, og som inntre for å unngå brudd på pliktig minstevannføring, inntre derfor svært sjelden (0,05-0,25% av driftstiden). Det er imidlertid ingen konsesjonsbetingede begrensninger for hvor raskt kraftproduksjonen, og derav vannføringen i elva, kan endres. I praksis kan derfor vannføringen ut av kraftverket endres fra 96 m<sup>3</sup>/s ned til pålagt minstevannføring (2/0,3 m<sup>3</sup>/s) med umiddelbar virkning.



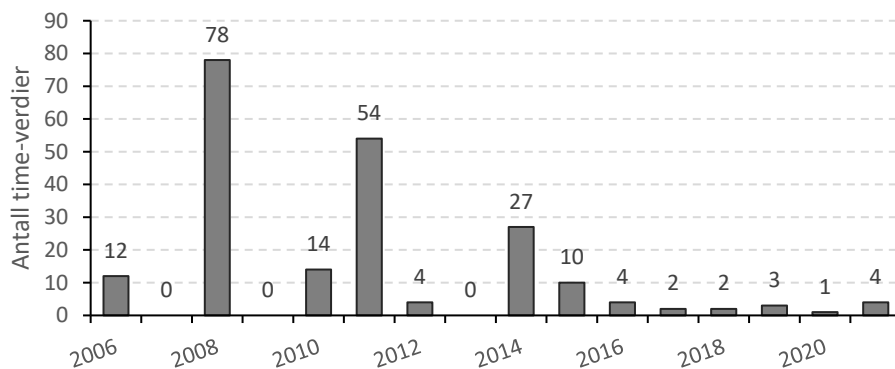
**Figur 7** Differanse mellom høyeste og laveste time-verdi innenfor et døgn for beregnet samlet vannføring i Barduelva i 2019 (a) og frekvensen av ulike døgnvariasjoner fordelt på intervaller av 5 m<sup>3</sup>/s (b).

Dersom vi filtrer bort alle time-verdier med tapping/overløp fra dammen, og beregner størrelsen på endring i vannføring (fra kraftverket) fra en time til en annen, finner vi at vannføringen i elva gjennom de siste ti årene (2012-2021) i 786 tilfeller har blitt endret med mer enn 20 m<sup>3</sup>/s fra en time til en annen (**figur 8**). De fleste av disse endringene ligger i intervallet 20-35 m<sup>3</sup>/s (93%), mens vannføringen er endret med mer enn 50 m<sup>3</sup>/s ved 19 tilfeller gjennom de siste ti årene. Denne analysen viser også at det har inntrådt tre hendelser i løpet av de siste ti årene der vannføringen enten har blitt tatt ned fra 90-96 m<sup>3</sup>/s (full last) til 11 m<sup>3</sup>/s eller lavere i løpet av en time (**figur 8**). Analysen har også avdekket noen få hendelser der vannføringen, mellom stans i kraftverket og oppstart tapping fra dam, innenfor deler av en time trolig har vært 'null'.



**Figur 8** Antall og størrelse av endring i vannføring fra en time til en annen i årene 2012-2021.

Som nevnt ovenfor praktiserer Statkraft en teknisk restriksjon som innebærer at vannføringen ut fra kraftverket ikke bør være lavere enn 11 m<sup>3</sup>/s, selv om de kun er pålagt å sikre en minstevannføring på 2 m<sup>3</sup>/s i sommersesongen og 0,3 m<sup>3</sup>/s i vintersesongen. Dersom vi filtrerer bort alle time-verdier med tapping fra dammen har vi i årene 2006-2021 funnet 215 time-verdier som er lavere enn 11 m<sup>3</sup>/s, og som viser hendelser der Statkraft har iverksatt «nødtiltak» for å sikre et minimum av vann til elva (**figur 9**). De aller fleste av disse hendelsene inntreffer på vinteren, når det ikke er mulig å slippe vann gjennom damluken (pga. isdannelse). Slike hendelser oppstår i stor grad som følge av uforutsette driftssituasjoner i kraftverket, og har resultert i vannføringer helt ned mot absolutt minstevannføring. Hendelser der vannføring har falt under 11 m<sup>3</sup>/s inntrådte hyppigere i årene 2006-2015, enn i de siste seks årene (2016-2021).



**Figur 9** Antall registrerte time-verdier der beregnet vannføring fra Bardufoss kraftverk har falt under 11 m<sup>3</sup>/s i perioder uten tapping gjennom dammen.

I dagene 17. til 19. august 2021 ble det gjennomført vedlikehold i kraftverket i Bardufossen. Av ulike årsaker økte vannføringen 17. august fra 38 (kl. 06) til nærmere 94 m<sup>3</sup>/s (kl. 08) for så å falle raskt til 8.5 m<sup>3</sup>/s (kl. 10) og var deretter noenlunde stabil rundt 17-18 m<sup>3</sup>/s fra kl. 11 til kl. 22. Den raske endringen i vannføring, dvs. både den raske økningen fra 38 til 94 m<sup>3</sup>/s (kl. 06-08) og den påfølgende raske minkingen i vannføring fra 94 til 8.5 m<sup>3</sup>/s (kl. 08-10), førte til stranding av yngel/ungfisk i Barduelva. Det ble blant annet observert anslagsvis flere ti-talls døde laks-, røye- og ørretunger langs elvebredden (pers. medd. Odd-Petter Woll; se **figur 10**). Stranding er et av de mest omtalte problemene i elver med 'unaturlige' vannstandsreduksjoner (Harby mfl. 2004) og var trolig en av de viktigste dødsårsakene hos laksunger de første årene etter utbyggingen av Altaelva (Jensen & Koksvik 1993; Forseth mfl. 1996). På grunn av endringer i driften av kraftverket etter midten av 1990-tallet ble imidlertid episoder med stranding i Altaelva sterkt redusert (Brodtkorb 2002; Ugedal mfl. 2002). Selv om laksunger er antatt å være mere utsatt for stranding om vinteren enn om sommeren (fordi fisken vinterstid er lite aktiv og har lav metabolisme), viser vannstandsendringene i Barduelva i august 2021 at stranding også kan ha stor betydning i sommerhalvåret. Poenget er at sannsynligheten for stranding avtar dersom vannføringsendringene reduseres og/eller at endringene skjer sakte. Harby mfl. (2004) som gjennomførte eksperimentelle forsøk i Gurobekken ved SINTEF fant at stranding hos laks- og ørretunger ble redusert betraktelig når vannstanden ikke falt raskere enn 13 cm per time.



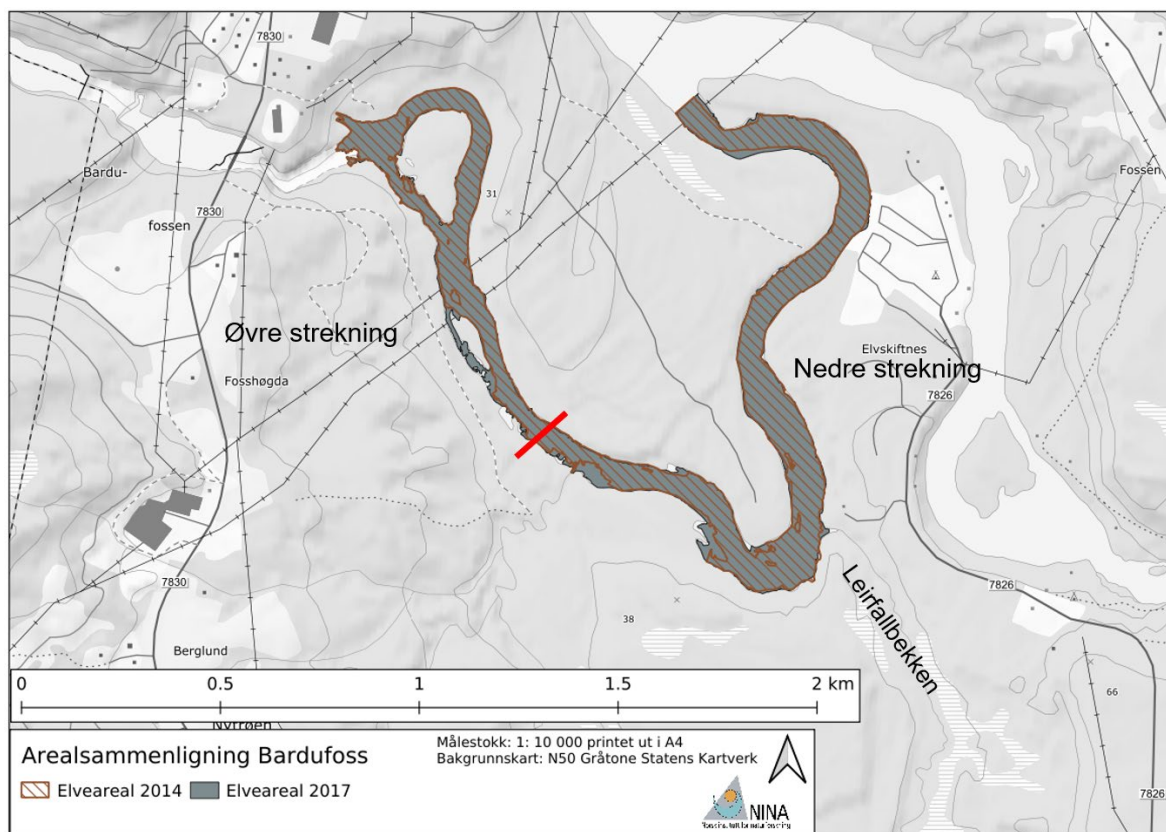


**Figur 10.** *Strandede fiskeunger i Barduelva 17. august 2021. Foto: Odd-Petter Woll.*

### 3.1.2 Vanddekte arealer og vannføring

Produksjonen av yngel/ungfisk av anadrome laksefisk er sterkt tetthetsregulert, og det er en sterk positiv sammenheng mellom størrelsen på egnede oppvekstområder for ungfisk og produksjonskapasiteten (Wootten 1990; Lindeman & Grant 2014). Reguleringen av Barduelva fører til at oppvekstarealer reduseres, og/eller blir tørrlagte i deler av året. For å kunne vurdere hvordan reguleringen påvirker produksjonsforholdene for anadrom laksefisk i Barduelva, er det derfor en forutsetning å kunne påvise sammenhengen mellom vannføring og vanddekt areal.

Tilgangen til eksisterende flyfotoserier av Barduelva er begrenset, og gjennomføring av nye fly-/dronefotograferinger var ikke en del av oppdraget. Det finnes kun to bildeserier (www.norgebilder.no) som dekker hele lakseførende strekningen av Barduelva (**figur 11**), dvs. en bildeserie fra 2014 når vannføringen i elva var 69 m<sup>3</sup>/s og en bildeserie fra 2017 ved en vannføring på 92 m<sup>3</sup>/s. Videre finnes det bildeserier fra 2013 og 2019 ved vannføringer på hhv. 37 m<sup>3</sup>/s og 150 m<sup>3</sup>/s, men begge disse seriene dekker kun den øvre halvdel av anadrom strekning (**se figur 11**). Dette innebærer at det er kun for øvre halvdel av Barduelva at vi har muligheten til å vise sammenhenger mellom vanddekt areal og vannføring ved vannføringer som ligger innenfor normale (jfr. **figur 6**, 20-100 m<sup>3</sup>/sek) vannføringsvariasjoner (**tabell 2, figur 12**).



**Figur 11** Vanddekt areal av anadrom strekning av Barduelva basert på flyfoto fra 2014 og 2017, der vannføringene ved fotografering var hhv. 69 m<sup>3</sup>/s 92 m<sup>3</sup>/s. Rød linje viser grensen mellom det vi har definert som 'øvre' og 'nedre' strekning.



**Figur 12** Vanndekt areal av øvre strekning av Barduelva basert på flyfoto fra 2013, 2014, 2017 og 2019, der vannføringene ved fotografering var hhv. 37, 69, 92 og 150 m<sup>3</sup>/s.

**Tabell 2** Beregnet vanndekt areal ved fire ulike vannføringer i Barduelva, basert på flyfoto fra 2013, 2014, 2017 og 2019.

Dato	Vannføring (m <sup>3</sup> /s)	Areal (m <sup>2</sup> ) Øvre del	Areal (m <sup>2</sup> ) Hele elva
11. august 2013	37	69 738	
25. august 2014	69	77 072	250 616
25. juli 2017	92	85 424	276 664
15. juni 2019	150	93 025	

Ved vannføring på 150 m<sup>3</sup>/s er elveleiet i stor grad helt oppfylt, og alt areal egnet som gyte- og/eller oppvekstareal er vanndekt. Det samme er i stor grad gjeldende ved en vannføring på 92 m<sup>3</sup>/s, og det er stort sett bare langs den nord-vestlige siden av elva nedstrøms 'Holmen' at deler av elvebunnen da tørrlegges. Disse områdene domineres av grus og småstein (jfr. kap. 3.2.2), og innslaget av grovere substrat er svært lavt. Ut fra Norge i bilder har vi kun mulighet til å sammenligne vanndekte arealer langs den øvre strekningen av elva for vannføringene på 150 m<sup>3</sup>/s og 92 m<sup>3</sup>/s, og det vanndekte arealet her reduseres med bare ca. 8 %. Dvs. at det er nærmest ingen forskjell i vanndekte arealer rundt og oppstrøms 'Holmen' og langs den nedre elvestrekningen ved disse to vannføringene (jfr. figur 12).

Når vannføringen reduseres fra 92 til 69 m<sup>3</sup>/s reduseres det vanndekte arealet langs hele elva med nærmere 10 % (ca. 9.8 for øvre strekning og ca. 9.4 for hele elva), og tørrleggingen skjer fortsatt primært langs den sør-vestlige siden langs midtre del av elva. Tørrlagte arealer får nå i noe større grad innslag av litt grovere substrat, men fortsatt dominerer grus og småstein. Det er nå også noe tørrlagte areal lengre ned i elva, mest på nordsiden og oppstrøms av Leirfallbekken, men de tørrlagte arealene består fortsatt i all hovedsak av sand og grus.

Flyfotoserien fra 2013 (kun øvre del) viser den lavest dokumenterte vannføringen (37 m<sup>3</sup>/s, se tabell 2). Endringen fra 69 m<sup>3</sup>/s til 37 m<sup>3</sup>/s innebærer at vanndekt areal av øvre del av elvestrekningen reduseres med ytterligere ca. 9,5 %, men disse to fotoseriene er kun overlappende langs den øvre strekningen av elva. De tørrlagte arealene i øvre del av elva omfatter nå områder med substrat som gir middels til god tilgang på skjul for ungfisk, og bortsett fra den sør-vestlige siden av midtre del av elva er det nå tørrlagte arealer med god tilgang på skjul også i øvre del av elva. Midtre del av elva domineres av områder med grunne og stillestående pytter, der ungfisk trolig opplever økt predasjonsrisiko, samt fare for innfrysing på vinteren.

Vannføringen nedstrøms Bardufossen kan falle langt lavere enn 37 m<sup>3</sup>/s (jfr. 3.1.1), men vi har ingen fotoserier ved vannføringer lavere enn dette. Under normale driftsforhold vil imidlertid vannføringen ofte komme ned mot 20 m<sup>3</sup>/s, og i ekstraordinære tilfeller er det kun minstevannføringen (sommer=2 m<sup>3</sup>/s, vinter=0,3 m<sup>3</sup>) som setter en absolutt nedre grense for vannføringen. Forutsatt at det er en noenlunde lineær sammenheng mellom vanndekt areal og vannføring, vil vanndekt areal i øvre del av Barduelva utgjøre et areal på om lag 67 000 m<sup>2</sup> når vannføringen er 20 m<sup>3</sup>/s. Ved absolutt minstevannføring på vinteren (0,3 m<sup>3</sup>/s) vil tørrleggingen bli særdeles omfattende, og nærmest alle strekninger med fallgradient vil trolig bli tørrlagte. De eneste større sammenhengende vanndekte arealene vil trolig kun være fossekulpen og strekningen fra svingen oppstrøms Leirfallbekken og ned til samløpet med Målselva. Innenfor den øvre elvestrekningen (jfr. figur 12) kan vanndekt areal da komme til å utgjøre så lite som i overkant av 20 000 m<sup>2</sup>, mens det vanndekte arealet for hele elvestrekningen blir i størrelsesorden 150 000 m<sup>2</sup>.

Ved full drift i Bardufoss kraftverk, og ingen tapping over dam, vil vannføringen i elva være 96 m<sup>3</sup>/s. Oppmålingen av vanndekt areal (øvre del av elva) ved 92 m<sup>3</sup>/s beskriver dermed omtrent situasjonen med full drift og ingen tapping, og dersom kraftverket kjøres fra full (96 m<sup>3</sup>/s) til lav produksjon (12-25 m<sup>3</sup>/s) vil vanndekt areal trolig reduseres med ca. 20-25 %. Dersom vannføringen faller mot minstevannføring vil det trolig i all hovedsak kun være reelle vanndekte arealer i kulper, samt i de nedre delene av Barduelva (på grunn av stuing fra Målselva). Reduksjonen

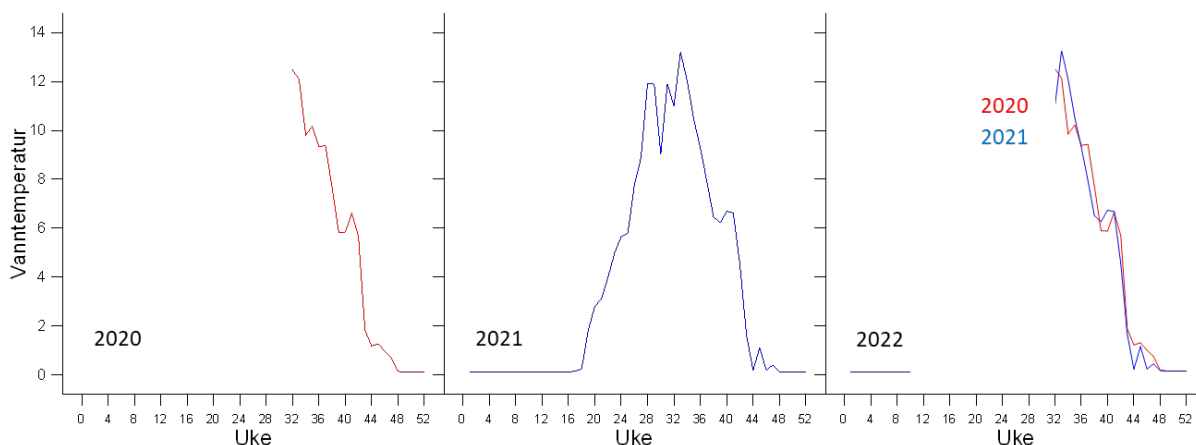
fra full produksjon vil da trolig tilsvare opp mot 60 % langs den øvre elvestrekningen og 40-45 % for hele strekningen.

### 3.1.3 Vanntemperatur

Vanntemperatur er den viktigste abiotiske faktoren som styrer metabolske prosesser hos fisk, og påvirker livshistorievalg på individnivå (Jonsson & Jonsson 2011). Vanntemperatur kan f.eks. være en flaskehals for årsyngel dersom veksten blir så lav gjennom sommeren at dødeligheten gjennom vinteren øker (Forseth & Harby 2013). Foruten å påvirke utviklingen hos yngel (klekketidspunkt og swim-up) er vanntemperatur, sammen med næringstilgang, styrende for blant annet veksthastighet og smoltalder (se Jonsson & Jonsson 2011). Siden overlevelsen på yngelstadiet er svært lav og sterkt tetthetsavhengig, vil relativt høye temperaturer generelt sett gi yngre og flere smolt, mens lavere temperaturer vil gi eldre og færre smolt.

Flere studier har vist at laksunger først oppnår positiv tilvekst når vanntemperaturen overstiger en nedre grense fra 4 til 7 °C. I Saltdals- og Stryneelva ble nedre temperaturgrense for vekst hos laksunger satt til 7,3 °C, mens nedre grense i Beiarelva var 6,3°C (Jensen & Johnsen 1986). I laboratorieforsøk med laksyngel fra Suldalslågen, Stryneelva og Søråna ble det påvist noe vekst helt ned mot 4 °C (Stefansson & Pettersen 1997), mens Forseth mfl. (2000) i et omfattende studium viste at laksunger fra seks norske vassdrag ikke hadde positiv vekstrate før ved ca. 6.5 °C. Selv om ulike studier viser litt varierende resultater konkluderer Jonsson & Jonssen (2011) med at selv om både ørret og laks kan ta til seg næring (spise) nær frysepunktet, viser alle forsøk gjennomført sommerstid at yngel/unger av ørret ikke viser positiv vekst før ved ca. 5 °C og laks først ved ca. 6 °C.

Det foreligger ikke historiske vanntemperaturdata fra den anadrome delen av Barduelva, dvs. fra Bardufoss kraftstasjon og ned til samløpet med Måselva. Vi plasserte derfor en logger i kraftstasjonen som registrerte vanntemperaturen hver time i perioden 5. august 2020 til 3. april 2021 (figur 13).

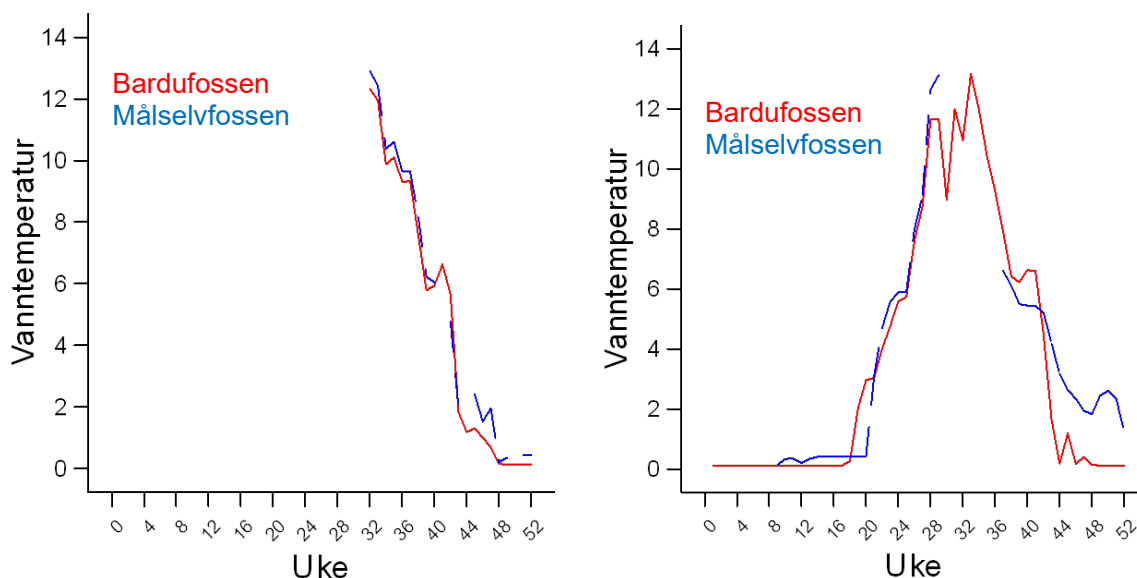


**Figur 13.** Gjennomsnittlig ukentlig vanntemperatur i Barduelva, målt i Bardufoss kraftstasjon, i perioden fra 5. august 2020 til 3. april 2022. I delfiguren helt til høyre vises også ukentlig vanntemperatur i 2020 (rød) og 2021 (blå) for ukene 32 til 52.

**Tabell 3.** Antall dager med 1) gjennomsnittstemperatur over 6 °C, 2) gjennomsnittstemperatur for dager > 6 °C og 3) antall døgngrader (> 6 °C) i Barduelva i periodene august-desember 2020, august-desember 2021 og januar-desember 2021.

	aug-des 2020	aug-des 2021	aug-des 2022
Antall dager med temperatur > 6 °C	59	64	110
Gj.snitt temperatur (dager > 6 °C)	9,22	9,27	9,49
Antall døgngrader (> 6 °C)	544	592	1043

Vanntemperaturen i Barduelva skilte seg lite fra vanntemperaturen i Målselvfossen i siste halvår av 2020 og gjennom 2021 (**figur 14**). I 2021 hadde Barduelva 110 dager med gjennomsnittstemperaturer over 6 °C (**tabell 3**). I 2020 hadde Målselvfossen 104 dager med gjennomsnittstemperaturer over 6 °C. (se Svenning mfl. 2021). Sammenlignet med Barduelva kan Målselvfossen anses som ubetydelig påvirket av reguleringsinngrep og kraftverksdrift. Selv om det ikke finnes registreringer av vanntemperaturen i Barduelva (nedstrøms Bardufossen) før høsten 2020, er det derfor sannsynlig at laksungene i Barduelva trolig opplever noenlunde samme temperaturregimer som laksunger i øvrige områder i Målselva.



**Figur 14.** Gjennomsnittlig ukentlig vanntemperatur i perioden august-desember 2020 og januar-desember 2021 i Bardufossen (rød linje) og Målselvfossen (blå, stiplet linje). På grunn av feil med loggeren i Målselvfossen mangler temperaturdata herfra i ukene 29-36 i 2021.

## 3.2 Habitatkartlegging

### 3.2.1 Elveklasser

Mesohabitatkartlegging i ei elv omfatter overflatebølger, helningsgrad, vannhastighet og dyp (Borsányi mfl. 2004; Forseth og Harby 2013), og formålet med kartleggingen er å sannsynliggjøre hvordan disse ulike faktorene påvirker leveområdene for fisk (**tabell 4**). Klassifiseringen 'turbulent overflate' betyr at bølgene er større enn 5 cm og at overflaten har krusninger eller er brutt, mens 'glatt overflate' innebærer at bølgene er lavere enn 5 cm. Helningsgraden regnes som 'bratt' når den overstiger 4 %, mens vannhastigheten betegnes som 'hurtig' når den er større enn 0,5 m/s. Et område vurderes som dypt når dybden overstiger 70 cm. De ulike mesohabitatene kombineres så til såkalte elveklasser (**tabell 5**; se også Forseth & Harby 2013). Mesohabitatkartleggingen i Barduelva ble utført ved vannføringer på hhv. 47 m<sup>3</sup>/ og 80 m<sup>3</sup>/s.

**Tabell 4.** Klassifisering av mesohabitat ut fra fysiske karakterer (Tabellen er hentet fra «Håndbok for miljødesign i regulerte vassdrag», Forseth & Harby (2013)).

Kriterier	Overflate- struktur	Helnings-gradient	Vann- hastighet	Vanndybde	Klasse
Avgjørelse	Glatt / små- riller	Bratt	Hurtig	Dyp	A
				Grunn	
			Moderat	Hurtig	Dyp
		Grunn			B2
		Sakte		Dyp	C
			Grunn	D	
	Brutt / Ubrutte stående bølger	Bratt	Hurtig	Dyp	E
				Grunn	F
			Sakte	Dyp	
				Grunn	
		Moderat	Hurtig	Dyp	G1
				Grunn	G2
			Sakte	Dyp	
				Grunn	

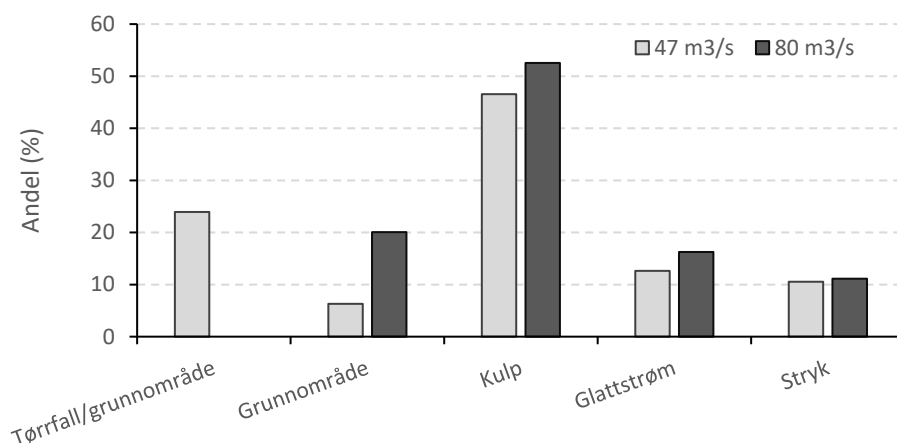
**Tabell 5.** Klassifisering av elveklasser, basert på mesohabitat. (Tabellen er hentet fra «Håndbok for miljødesign i regulerte vassdrag», Forseth & Harby (2013)).

Elveklasse	Mesohabitat	Overflatemønstre	Helningsgradient	Vannhastighet	Vanndybde
Glattstrøm	A+B1+B2	Glatt	Moderat	Rask	Grunn/Dyp
Kulp	C	Glatt	Moderat	Langsom	Dyp
Grunnområde	D	Glatt	Moderat	Langsom	Grunn
Kvitstryk	E+F	Turbulent	Bratt	Rask	Dyp/Grunn
Stryk	H+G1+G2	Turbulent	Moderat	Rask	Grunn/Dyp

Arealer med karakter av kulp, dvs. områder med lav vannhastighet og dyp større enn 70 cm, dominerer Barduelva ved begge vannføringene som kartleggingen er basert på, og utgjør om lag halvparten av elvearealet (**figur 15**). Nær 80 % av kulparealet ligger i nedre halvdel, og i øvre halvdel er det selve fossekulpen som kan beskrives som kulpareal (**figur 16**). Elvebunnen i fossekulpen domineres av grus og stein, mens elvebunnen i de øvrige 'kulpene' stort sett består av sand og fin grus.

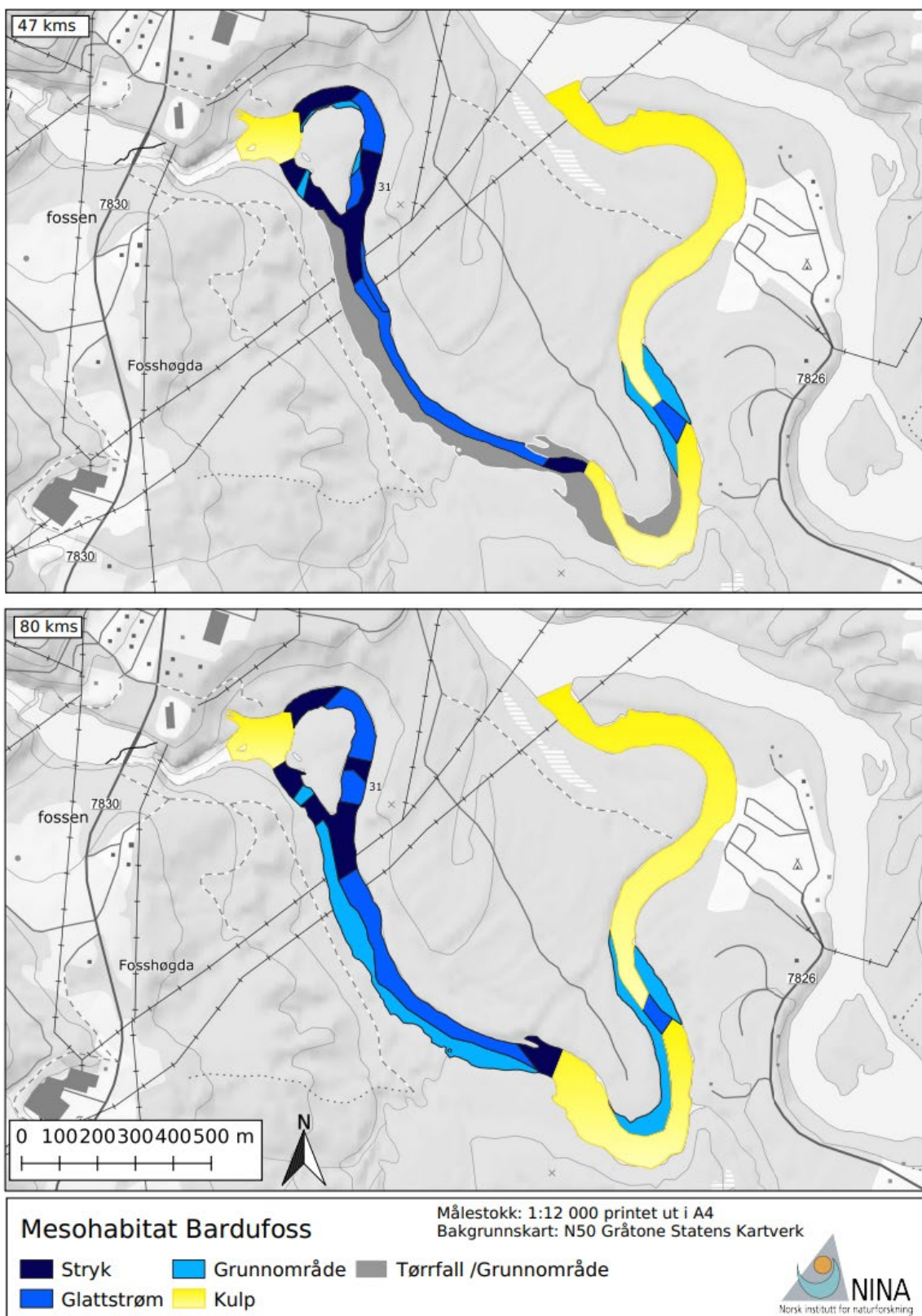
Mesohabitatklassene glattstrøm og stryk utgjør 11-16 % av det totale elvearealet i Barduelva og endres lite med vannføringen. Områdene med glattstrøm eller stryk ligger i all hovedsak (88-89 %) i øvre halvdel av elva. I de fleste vassdragene kjennetegnes disse mesohabitatklassene av en elvebunn med mye stein og småstein, mens hele 20 % av disse klassene i Barduelva har høye innslag av blottlagt leire (se 3.2.2).

Det meste av elvearealet som kan klassifiseres som grunnområde i Barduelva er utsatt for tørrlegging. Om lag 70% av dette arealet ble klassifisert som grunnområde ved en vannføring på 80 m<sup>3</sup>/s, men ble helt eller delvis tørrlagt når vannføringen falt til 47 m<sup>3</sup>/s. I øvre halvdel av elva er grunnområdene preget av et bunnsstrat bestående av grov grus og småstein (med betydelige innslag av stein), mens sand og fin grus dominerer i grunnområdene i nedre halvdel av elva. Grunnområder er normalt viktige leveområder for ungfisk (laksefiskunger), men i Barduelva har grunnområdene begrenset betydning for ungfisk på grunn av omfattende grad av tørrlegging.



**Figur 15.** Andel av areal av ulike mesohabitatklasser ved to ulike vannføring (47 m<sup>3</sup>/s og 80 m<sup>3</sup>/s) langs anadrom strekning i Barduelva.





**Figur 16.** Klassifisering av mesohabitat ved to ulike vannføringer i Barduelav (ca. 47 og 80 m<sup>3</sup>/s). Vannføringen er angitt som 'kms' i figuren, som er ekvivalent med m<sup>3</sup>/s.

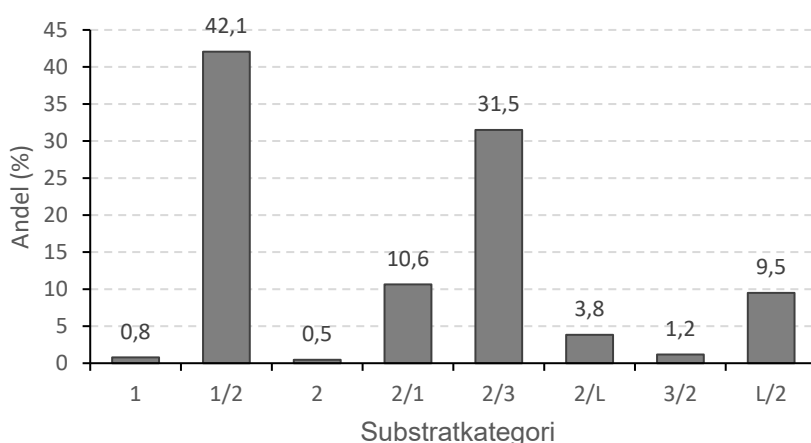
### 3.2.2 Bunnsubstrat

Kartlegging av bunnsubstrat ble utført ved overflatedriv langs hele elvestrekningen, fra fossekulpen til samløpet med Målselva. Fire personer svømte nedover elva, med lik innbyrdes avstand, og registrerte fortløpende substratsammensetning fra elvebredd til elvebredd. Områder med tørrfall, eller som var for grunne til å flyte/svømme gjennom ble befart av person i vadere/våtdrakt. Substratet er vurdert i henhold til følgende skala (se *Forseth & Harby (2013)*):

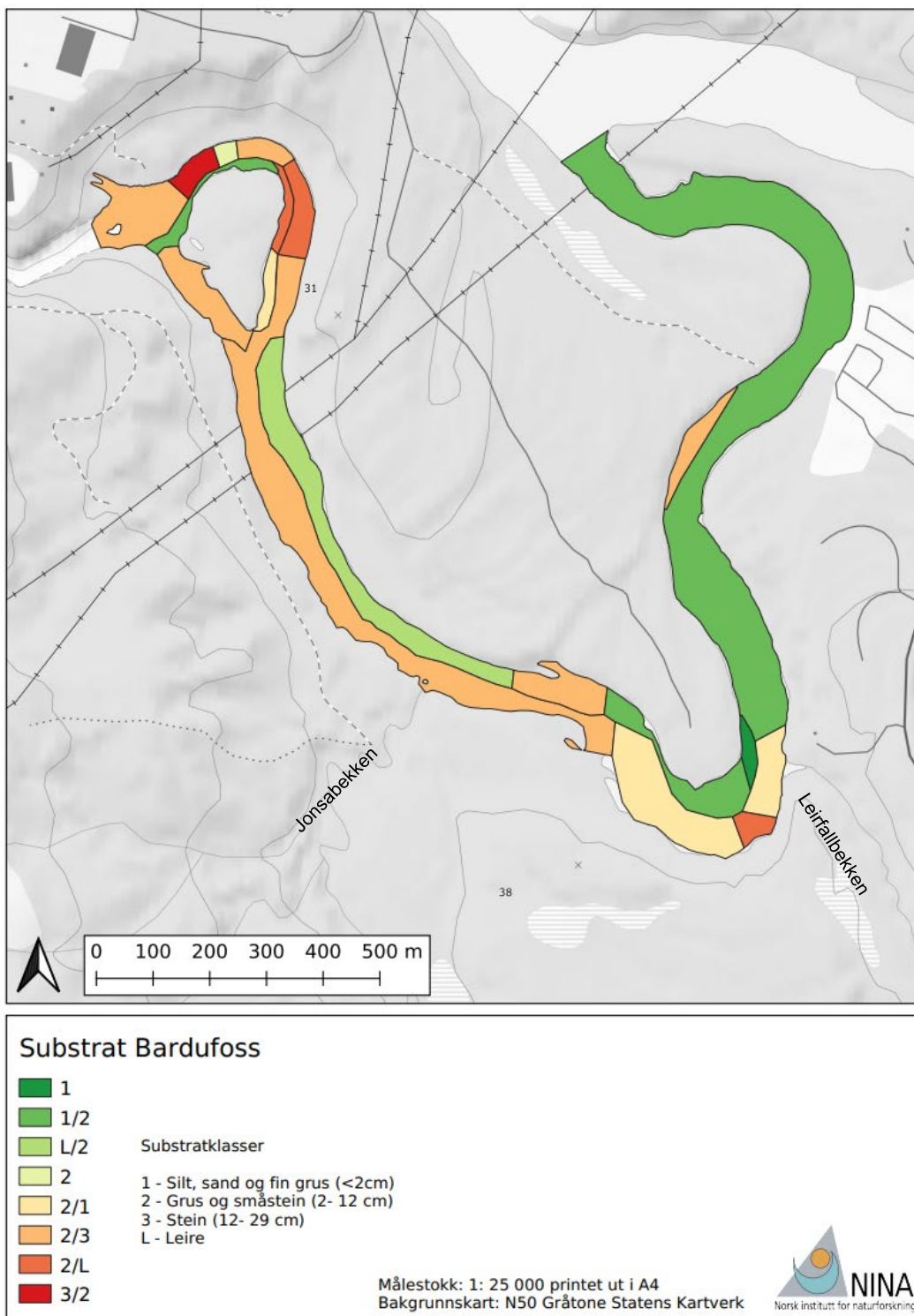
1 – Silt/sand/fin grus	- finpartikulært, diameter <2 cm
2 – Grus og småstein	- diameter 2-12 cm
3 – Stein	- diameter 2-29 cm
4 – Blokk	- diameter >29 cm
5 – Berg	- fast fjell
L - Leire	

Elvebunnen i Barduelva domineres av områder med sand og grus iblandet noe småstein (kategori 1/2 – 42%), samt områder med grus og småstein med innblanding av stein (kategori 2/3 – 31,5%) (**figur 17**). Det er i vesentlig grad i nedre halvdel av elva det finnes områder med mye sand og grus, mens områder med grovere substrat, dvs. stein og grus, primært finnes i øvre halvdel av elva (**figur 18**). En stor del av arealet med grus og stein (kategori 2/3) ligger imidlertid innenfor områder som er utsatt for tørrlegging ved lave vannføringer (se eksempel **figur 19**), og 55-60% av disse arealene har derfor begrenset betydning som leveområde for ungfisk. Blottlagt leire finner man langs hele elvestrekningen (se eksempel **figur 19**), men det er spesielt langs strekningen fra østsiden av 'Holmen' og ned til Jonsabekken at blottlagt leire dominerer. Innenfor dette området er grus- og steinlaget tynt, og det kan ikke utelukkes at stabiliteten i elvebunnen i dette området er lav, samt at grus-/steinlaget er i stadig bevegelse. Innenfor områdene med mye blottlagt leire fremstår tidvis områder med grus og stein som isolerte øyer, noe som trolig reduserer mulighetene yngel og ungfisk har til å fritt velge leveområde.

Basert på kartleggingen av bunnsubstrat er det rimelig å anta at 'eldre' laks- og ørretunger ( $\geq 2^+$ ) i størst grad utnytter områdene oppstrøms og rundt Holmen, mens årsyngel ( $0^+$ ) og 1-åringer ( $1^+$ ) primært finner de best egnede leveområdene i den midtre og nedre delen av Barduelva (se **figur 18**). Dette er også i samsvar med det vesentlig høyere innslaget (og tettheten) av årsyngel ( $0^+$ ) i fangstene ved elektrofisket i den nedre halvdel av elvestrekningen.



**Figur 17.** Andeler av ulike substratkategorier langs anadrom strekning i Barduelva (jfr. 'substrat-skala satt opp i 3.2.2).



**Figur 18.** Klassifisering av bunnsubstrat langs anadrom strekning i Barduelva



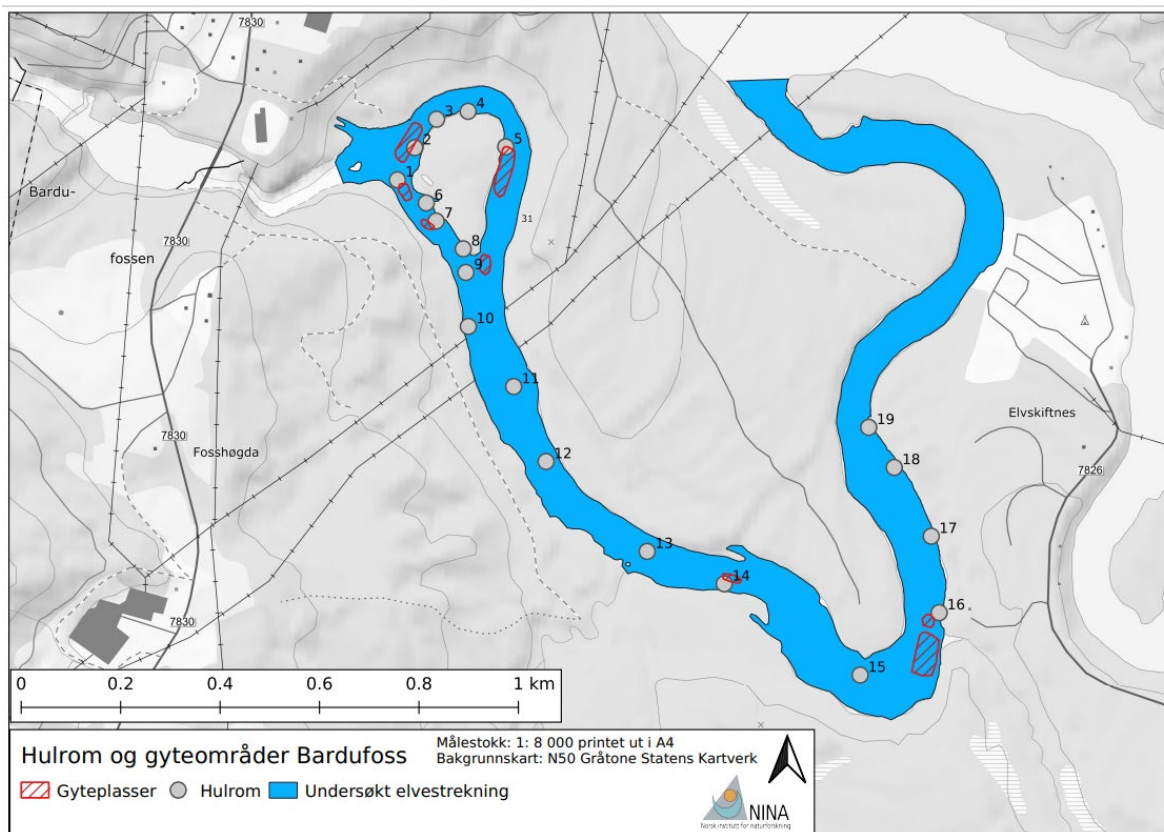
**Figur 19.** Elvebunn med substratkategori 2/1 (a), elvebunn med substratkategori 2/3 og bildet viser et grunnområde utsatt for tørrelegging (b), elvebunn typisk for områder med substratkategori L/2 og 2/L (c og d).

### 3.2.3 Skjul

Tilgjengeligheten av skjul i form av hulrom mellom steiner på elvebunnen er svært viktig for overlevelse og vekst hos yngel/ungfisk (Finstad mfl. 2007, 2009) og ungfiskproduksjonen hos laks, ørret og røye er derfor direkte avhengig av tilgangen på skjul. Dette skyldes at fiskeungene velger standplasser/territorier hvor de både kan finne mat og finne skjul for predatorer. Tilgjengeligheten av skjul, dvs. antall og størrelse på hulrom i substratet, kvantifiseres ved å registrere (innenfor et areal på 0,25 m<sup>2</sup>) hvor mange ganger og hvor dypt en plastslange som er 13 mm tykk (diameter) kan stikkes inn i hulrom mellom stein og grus. Størrelsen på hulrom er foreslått inndelt i tre skjulkategorier; S1: 2-5 cm, S2: 5-10 cm og S3: >10 cm (se detaljer i Finstad mfl. 2007). Målingene utføres innenfor et kvadratisk areal på 0,25 m<sup>2</sup> (0,5x0,5 m), og for at målingene i størst mulig grad skal være tilfeldige blir en 'stålramme' (0,5x0,5 m) kastet tilfeldig ut på tre hovedområder i elva; 1) nær elvebredd, 2) i midten av elva og 3) ca. halvveis til midten av elva. Målingene summeres til en verdi for et vektet skjul, der dypere hulrom gir høyere verdi (Forseth & Harby 2013);

$$S \text{ (totalt hulrom)} = S1 + (S2 \times 2) + (S3 \times 3)$$

I Barduelva ble hulromsmålingene gjennomført på 19 lokaliteter fordelt langs hele elvestrengen (**figur 20**) Ved 17 av de 19 lokalitetene ble det foretatt tre målinger, mens det ble foretatt to målinger på to av lokalitetene (på grunn av mye leire). Det er dermed foretatt 55 ulike målinger av hulrom (**figur 21**). For hver lokalitet har vi oppgitt gjennomsnittlig hulromskoeffisient. Verdiene for vektet skjul klassifiseres iht. Forseth & Harby (2013) som lite skjul (<5), middels skjul (5-10) og mye skjul (>10).

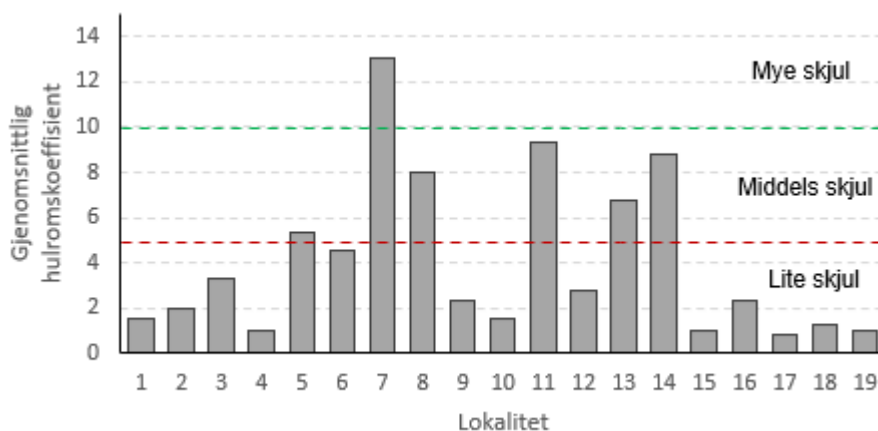


**Figur 20** Lokalisering av lokaliteter for målinger av skjul og markering av observerte gyteområder.



**Figur 21.** Utstyr for måling av hulrom i bunnssubstratet.

Det var 'lite skjul' (< 5) på hele 13 av de 19 lokalitetene (68.4 %) og det ble målt 'mye skjul' (> 10) på kun én (5.3 %) av lokalitetene (**figur 22**). Ellers varierte hulromskoeffisient fra 0,8 til 13, og med gjennomsnitt på 4.4. Lokalitetene med middels eller mye skjul lå imidlertid innenfor grunne områder som er utsatte for tørrlegging ved lave vannføringer. Eneste unntaket er lokalitet 5 (se **figur 20**), som ligger i et dypere område av elva der elvebunnen består av sand og finkornet grus, samt at dødt trevirke bidrar til skjul. Generelt er derfor tilgangen på skjul i Barduelva lav, da elvebunnen domineres av mye blottlagt leire, samt at det øvrige laget av grus og stein er tynt. Tilgangen på skjul for ungfisk er selvsagt knyttet til vanddekte arealer i elva. Siden områder med middels til godt skjul i stor grad utgjøres av arealer som er utsatt for tørrlegging på vannføringer lavere enn om lag 50 m<sup>3</sup>/s, er det svært få gode 'skjul-områder' for anadrom ungfisk i Barduelva.



**Figur 22.** Beregnet gjennomsnittlig hulromskoeffisient for 19 ulike lokaliteter langs den anadrome strekningen av Barduelva.

### 3.3 Kartlegging av gytegroper

Gytegroper av laks og stor sjøørret har vanligvis en langstrakt oval form og følger strømretningen. Som regel vil en gytegrep fremstå som lysere enn øvrig elvebunn siden gravingen har vendt om på substratet og fjernet eller redusert begroingen. Før selve gytingen graver laksefisk en fordypning som rogn seinere legges i (gytegroppa). Deretter flytter fisken seg rett oppstrøms gytegroppa og graver opp ny grus og stein som dekker gytegroppa. Kartlegging av eventuelle gyteområder og gytegroper i Barduelva ble utført samtidig som gytefisketellingene, og er basert på en kombinasjon av direkte observert graving fra laks, samt fra observasjoner av nylig etablerte gytegroper.

De fleste gyteområdene ligger i øvre del av elva, dvs. i utløpet av fossekulpen og rundt Holmen (**figur 20**). Lengre ned i elva er det kun et mindre gyteområde om lag 200 m nedstrøms Jonsabekken, samt et noe større gyteområde ved utløpet av Leirfallbekken. Utover disse gyteområdene har det også blitt observert en rekke 'mislykkede' groper, spesielt i midtre del av elvestrekningen, der fiskene har støtt på leire og avbrutt videre graving. Fra østsiden av Barduneset og videre ned mot samløpet med Målselva ble det ikke registrert gytegroper, og her er det heller ikke registrert egnet gytesubstrat.

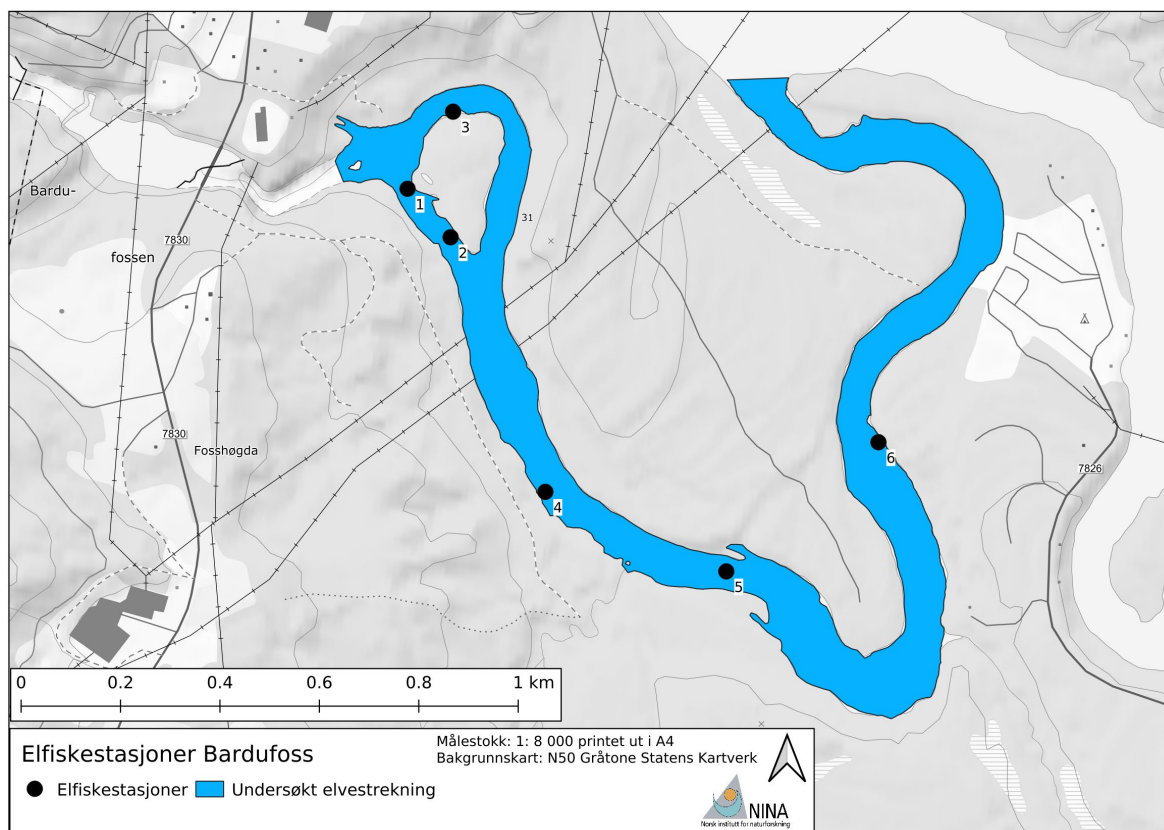
Med unntak for to små gyteområder i sideløpet på vestsiden av Holmen ligger de observerte gyteområdene på relativt dypt vann, og er ikke utsatt for tørrlegging ved lave vannføringer. I sideløpet kan det imidlertid være fare for at fisk kan bruke gyteområder som seinere tørrlegges når vannføringen blir lav.

## 3.4 Bestandsdata

### 3.4.1 Ungfisk

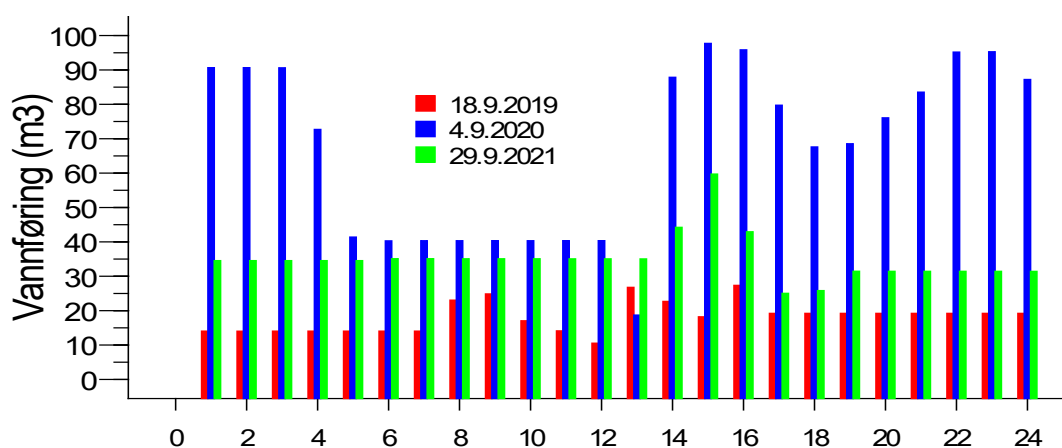
#### 3.4.1.1 Elektrofiske (tradisjonelt strandnært elektrofiske)

Tetthetsregistreringene av ungfisk ble utført med elektrisk fiskeapparat (strandnært, tradisjonelt elektrofiske) på seks stasjoner i Barduelva i 2019, 2020 og 2021. I pålegget fra Miljødirektoratet ble det forskrevet å fiske på fem stasjoner, men siden Heggberget (1981) fisket på seks stasjoner i 1979, har vi valgt å benytte de seks samme stasjonene i vår undersøkelse (**figur 23**).



**Figur 23.** Kart som viser de 6 lokalitetene som ble elektrofisket (strandnært tradisjonelt elektrofiske) i 2019, 2020 og 2021 i den anadrome delen av Barduelva, dvs. mellom Bardufossen (Bardufoss kraftverk) og samløpet med Målselva.

Vannføringen under elektrofisket varierte mellom år (**figur 24**). I 2019 ble elektrofisket gjennomført ved ca. 15 m<sup>3</sup>, mens vannføringen under elektrofisket i 2020 og 2021 var henholdsvis 40 og 35 m<sup>3</sup> (se **figur 24**). Normalt vil fangbarheten øke med minskende vannføring. Vannføringer fra 15 til 40 m<sup>3</sup> i Barduelva gir likevel gode fiskeforhold, og vi valgte derfor å sette fangbarheten lik for alle årene, dvs. 0.5 for parr ( $\geq 1^+$ ) og 0.35 for årsyngel (0<sup>+</sup>).



**Figur 24.** Vannføring (m<sup>3</sup>) gjennom døgnet (24 timer) nedstrøms Bardufoss kraftverk under elektrofisket i 2019 (18. sep.), 2020 (4. sep.) og 2021 (29. sep.). Elektrofisket ble foretatt mellom kl. 09.30 og 14.00 alle årene. Vannføringen (y-aksen) angir summen av produksjonsvannet fra kraftstasjonen og tapping/overløp fra inntaksdammen.

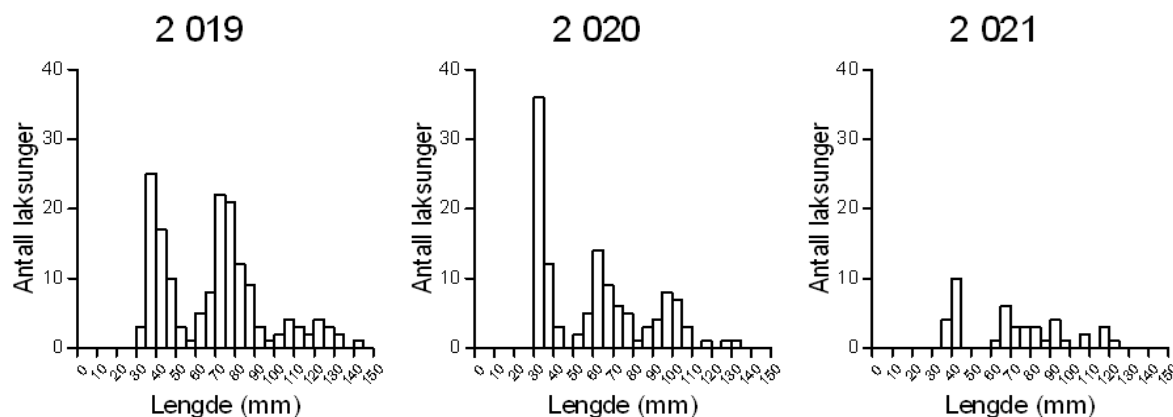


Fangstene fra elektrofisket i Barduelva i 2019, 2020 og 2021 var dominert av laksunger. Totalt i de tre årene ble det fanget 336 fisk, hvorav 314 laks (93.5 %), 8 harr, 6 ørret, 4 røye, 2 laker, 1 gjedde og en skrubbe (**tabell 6**). Ingen av fiskene var over 15 cm.

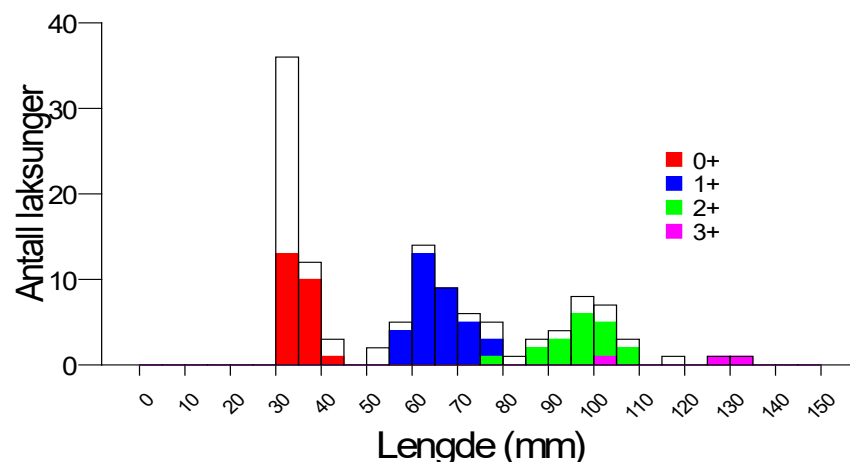
Laksungene fanget i de tre årene var fra 3 til 14 cm, men det ble fanget svært få fisk i 2021 (**figur 25**). Et representativt utvalg (n=82) av laksungene fanget i 2020 ble aldersbestemt (**figur 26**) og de tre relativt tydelige toppene i lengdefordelingen var dominert av henholdsvis aldersgruppene 0+, 1+ og 2+ (**figur 25**). Det ble fanget svært få 3-åringer under elektrofisket (**figur 25, 26**).

**Tabell 6.** Totalt antall fisk fanget ved elektrofisket i Barduelva i 2019-2021.

Stasjonsnr.	Laks	Ørret	Røye	Harr	Lake	Gjedde	Skrubbe	Totalt
1	101	2	1	0	0	0	0	104
2	65	1	0	2	0	0	0	68
3	56	2	1	0	1	0	0	60
4	40	0	2	6	0	0	1	49
5	34	0	0	0	1	1	0	36
6	18	1	0	0	0	0	0	19
<b>Totalt</b>	<b>314</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>336</b>



**Figur 25.** Lengdefordeling av laksunger fanget ved elektrofiske (strandnært tradisjonelt elektrofiske) i Barduelva i september 2019, 2020 og 2021.



**Figur 26.** Lengdefordeling av laksunger fanget ved elektrofiske i september 2020 (åpne søyler), samt de aldersbestemte laksungene (fylte søyler) i fangsten (se også figur 25).

Innslaget av årsyngel (0+) av laks i fangstene var relativt høyt. Spesielt i de tre nederste og mest strømsvake områdene utgjorde årsyngel (0+) fra 56 til 90 % av laksungene (**tabell 7**). I de tre øverste og mer strømrrike områdene dominerte imidlertid lakseparren og stod for nærmere 75 % av fangstene.

**Tabell 7.** Antall årsyngel (0+) og parr ( $\geq 1+$ ) fanget ved elektrofisket på hver av de seks stasjonene i Barduelva i årene 2019, 2020 og 2021, samt andel (%) årsyngel og parr totalt.

Stasjon	2019		2020		2021		Totalt		Totalt (%)	
	0+	parr	0+	parr	0+	parr	0+	parr	0+	parr
<b>1</b>	13	38	15	25	1	9	29	72	28,7	71,3
<b>2</b>	11	29	0	8	7	10	18	47	27,7	72,3
<b>3</b>	8	21	6	19	0	2	14	42	25,0	75,0
<b>4</b>	7	8	17	5	0	3	24	16	60,0	40,0
<b>5</b>	10	9	9	3	0	3	19	15	55,9	44,1
<b>6</b>	6	1	4	0	6	1	16	2	88,9	11,1
<b>Totalt</b>	55	106	51	60	14	28	120	194	38,2	61,8

Elektrofisket (strandnært tradisjonelt elektrofiske) på de seks stasjonene i Barduelva ble utført av samme personell alle årene. Ved å bruke erfaringstallene fra tre gangers fiske på totalt 16 stasjoner i Målselvvassdraget i 1997 (Svenning mfl. 1998; Zippin 1958) har vi antatt at antall fiskeyngel/-unger ( $> 0+$ ) fanget ved én gangs elektrofiske i Barduelva (2019-2021) utgjorde 50 % av fisketettheten. Yngel/ungfisk yngre enn et år (0+; 'årsyngel') utelates noen ganger fra tetthetsestimaterne på grunn av antatt lavere fangbarhet (se Svenning mfl. 1998). Vi har likevel valgt å presentere bestandsestimatet for både årsyngel (0+) og parr ( $\geq 1+$ ; fisk som er et år og eldre), og har satt fangbarheten til 0.5 for parr og 0.35 for årsyngel (0+). Vi har angitt tettheten som estimert antall laksyngel/-unger pr. 100 m<sup>2</sup> vannareal. Siden det totale innslaget av de andre 6 artene i fangstene utgjorde bare 6.5 % har vi kun beregnet tettheten av laks.

De øverste tre stasjonene i Barduelva er relativt strømrrike. Her fant vi også de høyeste tetthetene av parr. I 2019 var gjennomsnittlig estimert tetthet 31.2 fisk (29.0-34.5) pr. 100 m<sup>2</sup>, men dette avtok i 2020 til 17.9 (11.3-25.0) og videre i 2021 til 8.2 (2.7-12) parr pr. 100 m<sup>2</sup> (**tabell 8**). Tilsvarende estimert tetthet i de tre nederste og mer strømsvake områdene i 2019, 2020 og 2021 var 10.8 (0.9-18), 3.6 (0-7.1) og 1.5 (0.7-2.0) parr/100 m<sup>2</sup>. Resultatene fra elektrofisket visere at estimert tetthet av parr var lavere i 2020 enn i 2019 og vesentlig lavere i 2021 sammenlignet med 2019 og 2020. Den gjennomsnittlige estimerte tettheten av parr for årene 2019-2021 varierte fra 16.6 til 23.8 i de tre øverste stasjonene og fra 0.5 til 7.8 i de tre nederste stasjonene (**tabell 8**).

Estimert tetthet av årsyngel (0+) ved elektrofisket var generelt høy i både 2019 og 2020, med beregnede gjennomsnittlige tettheter på henholdsvis 17.0 (8.0-28.6) og 14.3 (0-34.7) årsyngel pr. 100 m<sup>2</sup> (**tabell 8**). Det ble fanget årsyngel på alle stasjonene i 2019 og på fem av stasjonene i 2020. Estimert tetthet av årsyngel i 2021 var imidlertid svært lav (2.9/100 m<sup>2</sup>) og det ble fanget årsyngel på bare tre av stasjonene. Basert på de estimerte tetthetene (alle tre årene inkludert) utgjorde årsyngel 34.1 % (32.6-36.0) av laksungene på de tre øverste og 75.8 % (65.5-92.4) på de tre nederste stasjonene.

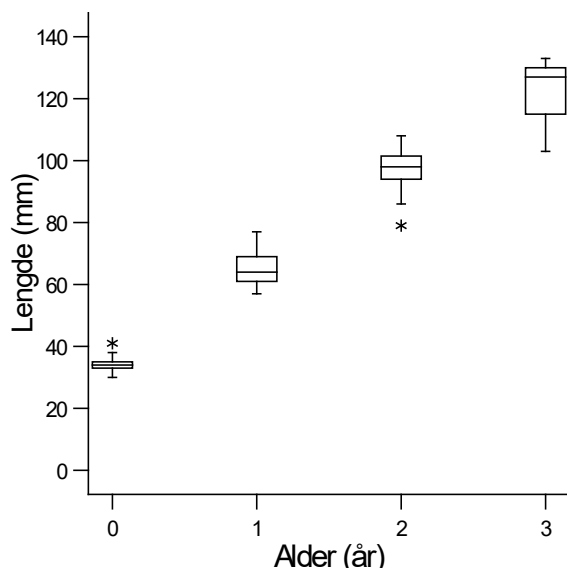
Samlet for de tre årene utgjorde gjennomsnittlig tetthet av årsyngel og parr i Barduelva (seks stasjoner) henholdsvis 11.4 og 12.2 individer pr. 100 m<sup>2</sup> vannareal (**tabell 8**), noe som må ansees som lave tettheter. Gjennomsnittlig estimert tetthet av parr på 18 lokaliteter i Divielva og 9 lokaliteter i Måselva i 2020 var henholdsvis 40.7 og 48.8 parr pr. 100 m<sup>2</sup> (Svenning mfl. 2021). De relativt store variasjonene i tettheten av laksunger i Barduelva, fra 21.0 parr/100 m<sup>2</sup> i 2019

til 4.8 parr/100 m<sup>2</sup> i 2021, indikerer at rekrutteringen varierer mye mellom år, enten fordi antall gytefisk varierer sterkt mellom år og/eller at overlevelsen av ungfisken varierer stort mellom år. De relativt høye tetthetene av årsyngel på flere stasjoner både i 2019 og 2020 indikerer imidlertid at det foregikk betydelig gyting i både 2018 og 2019, samt at både rogn og årsyngelen overlevde henholdsvis vinteren og sommeren 2019 og 2020.

**Tabell 8.** Estimerte antall lakseparr (>0<sup>+</sup>) og årsyngel (0<sup>+</sup>) pr. 100 m<sup>2</sup> vannareal fanget ved elektrofiske på seks stasjoner i Barduelva i 2019, 2020 og 2021. Skraverte felter angir at det totalt ble fanget færre enn 10 laksyngel-/unger. Fangbarheten ble satt til 0.5 for parr (≥ 1<sup>+</sup>) og 0.35 for årsyngel (0<sup>+</sup>).

Stasjon	2019		2020		2021		Gjennomsnitt 2019-2021		Andel (%) 2019-2021	
	0+	parr	0+	Parr	0+	parr	0+	parr	0+	parr
1	16,9	34,5	21,4	25,0	1,9	12,0	13,4	23,8	36,0	64,0
2	15,7	29,0	0,0	11,4	10,0	10,0	8,6	16,8	33,8	66,2
3	16,3	30,0	7,8	17,3	0,0	2,7	8,0	16,6	32,6	67,4
4	16,7	13,3	34,7	7,1	0,0	2,0	17,1	7,5	69,6	30,4
5	28,6	18,0	16,1	3,8	0,0	1,7	14,9	7,8	65,5	34,5
6	8,0	0,9	5,7	0,0	5,7	0,7	6,5	0,5	92,4	7,6
<b>Totalt</b>	17,0	21,0	14,3	10,8	2,9	4,8	11,4	12,2	48,4	51,6

Gjennomsnittslengden hos årsyngelen (0<sup>+</sup>) fanget i 2020 var bare 34.5 mm, mens snittlengden hos ett-åringene (1<sup>+</sup>) var 66.1 mm. Den minste lengdegruppa i 2019 (**figur 27**), som trolig kun bestod av årsyngel, var gjennomsnittlig over 40 mm, samt at den andre lengdegruppa som trolig var sterkt dominert av 1<sup>+</sup> var gjennomsnittlig nærmere 75 mm. Det antyder at både årsyngel og 1-åringene var større i 2019 enn 2020. Snittlengden på 2-åringene fanget i 2020 var 97 mm, mens de tre 3-åringene fanget i 2020 var fra 103-133 mm (**figur 27**).



**Figur 27.** Box-plot av lengde (naturlig) ved alder hos laksunger fanget ved elektrofiske (strandnært tradisjonelt elektrofiske) i Barduelva i september 2020.

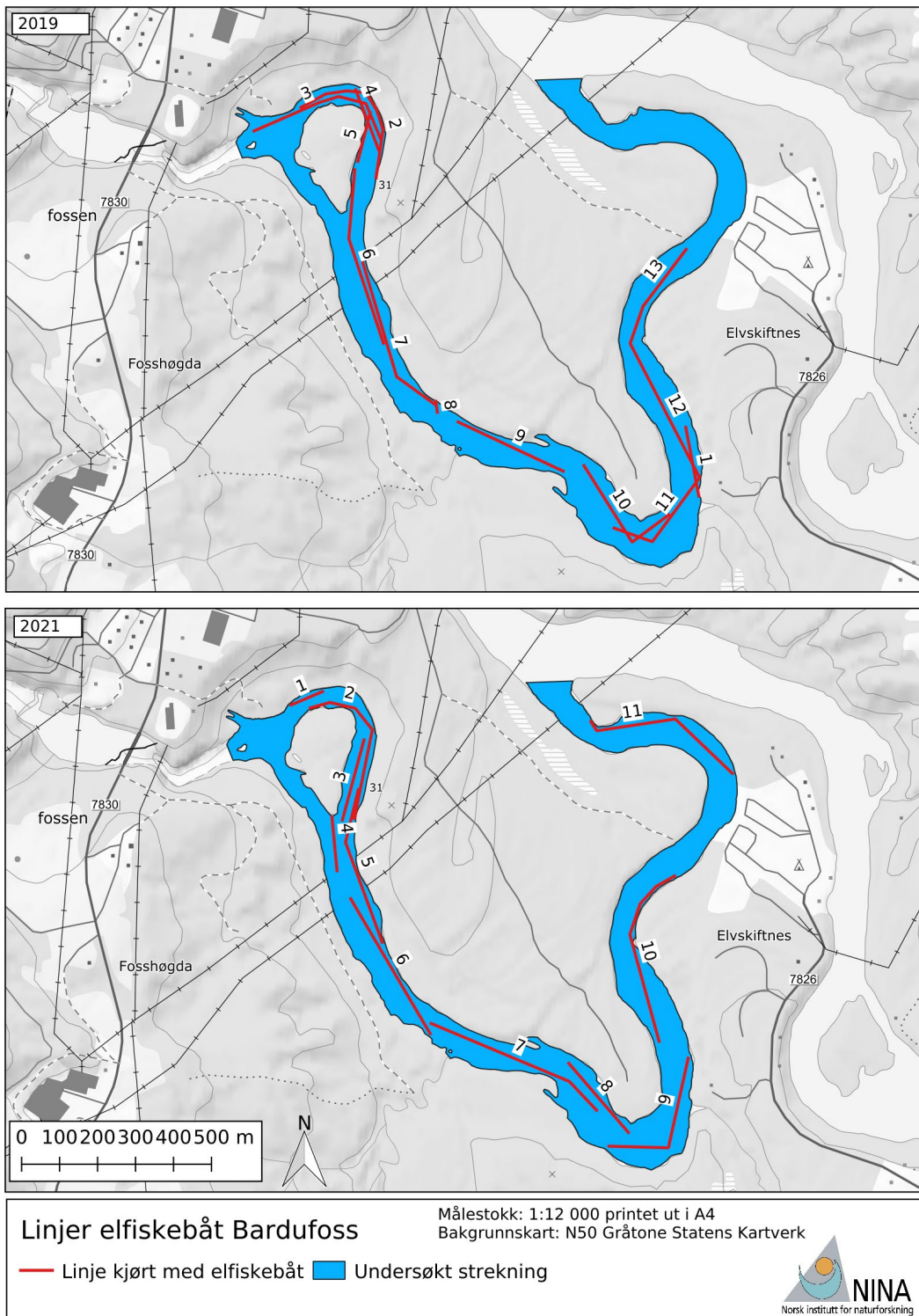
### 3.4.1.2 Båtelviske

I 2019 (18. september) og 2021 (11. september) ble det gjennomført elektrisk båtelviske på henholdsvis 13 og 11 strekninger i Barduelva (**figur 28**). Vannføringen under båtelvisket de to årene var henholdsvis 20 og 90 m<sup>3</sup>/s.

Det ble fisket i 1 time og 17 minutter i 2019 og i 1 time og 9 minutter i 2021, og det ble fanget fisk på 12 av 13 strekninger i 2019 og på alle 11 strekningene i 2021. Totalt ble det fanget 70 (tre arter) og 74 fisk (7 arter) i de to årene, derav henholdsvis 49 (70 %) og 42 (56.8 %) laksunger (**tabell 9**).

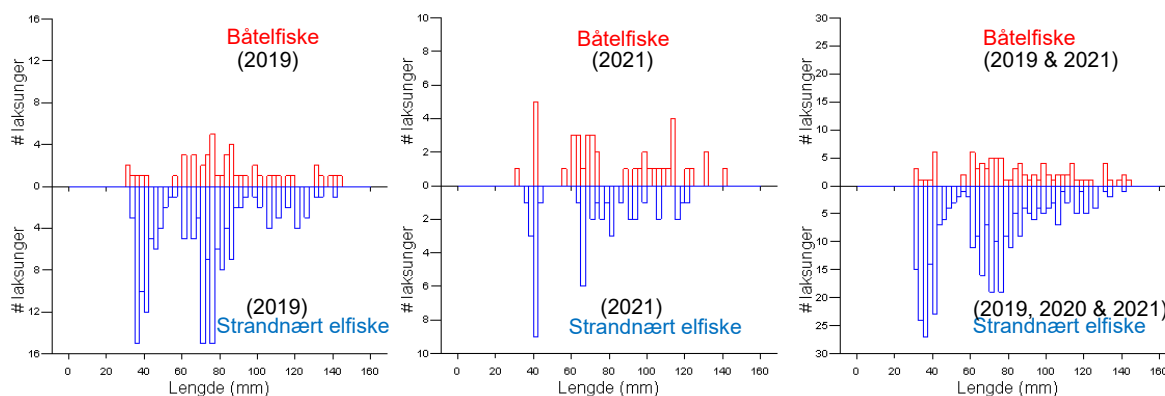
**Tabell 9.** Antall fisk fanget på båtelviske i Barduelva i september 2019 og 2021.

År	Laks	Ørret	Røye	Harr	Lake	Skrubbe	3-pigget stingsild	Totalt
2019	49	5	0	16	0	0	0	70
2021	42	7	6	6	1	1	1	74
Totalt	91	12	6	22	1	1	1	144
Lengde (mm)	32-490	83-428	45-126	52-420	109	57-200	59	



**Figur 28.** Kart som viser segmentene ('longisektene') som ble elektrofisket med elfiskebåt i den anadrome delen av Barduelva (nedstrøms Bardufoss og til samløpet med Måselva) i 2019 og 2021.

Gjennomsnittslengden på laksunger fanget under båtelfisket (88 mm) er høyere enn under det strandnære elfisket (65 mm). Dette skyldes i hovedsak at innslaget av årsyngel ( $0^+$ ) var vesentlig høyere under det strandnære elfisket enn under båtelfisket (36.3 versus 13.2 %; se **figur 29**). Eldre laksunger ( $\geq 1^+$ ) var godt representert ved båtelfisket, men fangstandelene av 1-, 2- og 3-åringer var relativt lik årsklasseandelene i det strandnære elektrofisket. Dette kan skyldes at Barduelva er ei relativt lita og smal elv, sammenlignet med større elver som for eksempel Namsen, der ble det fanget betydelig større andel store/eldre laksunger under det elektriske båtelfisket enn med det strandnære elektrofisket (se Bremseth mfl. 2012). Det elektriske fisket med båt i Barduelva ble gjennomført som et antatt bedre alternativ enn garnfiske, og viste at de relativt dypere områdene i elva innehar de fleste årsklassene av laksunger, men med svært lave innslag av årsyngel (**figur 29**).



**Figur 29.** Lengdefordeling av laksunger fanget ved båtelfiske og strandnært elfiske i Barduelva i 2019 (venstre figur) og i 2021 (midtre figur). I figuren til høyre er båtelfiske i 2019 og 2021, samt strandnært elfiske i 2019, 2020 og 2021, slått sammen. Den største laksen (49 cm) fanget under båtelfisket i 2021 er utelatt fra figuren.

Fangst pr. innsats er beregnet som antall fisk fanget pr. minutt. I de to årene (2019 og 2021) ble det fanget gjennomsnittlig henholdsvis 0.91 og 1.08 fisk pr. minutt (**tabell 10**). Det ble fanget laksunger på 10 av strekningene i både 2019 og 2021, tilsvarende henholdsvis 0.63 og 0.61 laksunger pr. minutt (**tabell 10**). Antall laksunger fanget pr. minutt varierte fra 0 til 2.27 i 2019 og fra 0 til 1.36 i 2021.

For å sammenligne fangstene mellom andre elver, ble det også fisket langs en del strekninger i Målselva, blant annet to strekninger mellom Målselvfossen og samløpet med Barduelva. Her ble det fanget 4.0 og 2.75 laksunger/minutt (gjennomsnittlig 3.4 pr. minutt), eller med andre ord om lag fem ganger så mange laksunger som gjennomsnittet for Barduelva, eller dobbelt så mange sammenlignet med de to beste stasjonene i Barduelva. I Namsen ble det på 13 strekninger fanget gjennomsnittlig 2.8 laksunger pr. minutt (se Bremset mfl. 2012).

Fangstene av laksunger ved det strandnære elektrofisket og ved båtelfisket indikerer at tettheten av laksunger er vesentlig lavere i Barduelva enn i Målselva (se også Svenning mfl. 2021). Innslaget av årsyngel ( $0^+$ ) i det strandnære elfisket var relativt høyt (48.4 %).

**Tabell 10.** Antall fisk fanget pr. minutt under det elektriske båtfisket i Barduelva i 2019 og 2021. Stasjonsnumrene refererer ikke nødvendigvis til de samme stasjonene i de to årene (se figur 29).

YEAR	Stasjon	Laks	Ørret	Røye	Harr	Lake	Skrubbe	3-pigga stingsild	Gjedde	Totalt
2019	1				0.32					0.32
2019	2	1.22								1.22
2019	3		0.27							0.27
2019	4	2.27	0.32							2.59
2019	5	0.79								0.79
2019	6	1.47			0.18					1.66
2019	7	0.32	0.16		0.16					0.65
2019	8	0.86								0.86
2019	9									0.00
2019	10	0.23			0.00					0.23
2019	11	1.34	0.27		1.48					3.09
2019	12	0.49			0.10					0.58
2019	13	0.11								0.11
<b>2019</b>	<b>Totalt</b>	<b>0.63</b>	<b>0.06</b>	<b>0.00</b>	<b>0.21</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.91</b>
2021	1	1.21								1.21
2021	2	0.72	0.14			0.14	0.14			1.15
2021	3	1.36		0.45						1.82
2021	4									0.00
2021	5	0.95			0.14		0.14			1.23
2021	6	0.92		0.26			0.13			1.32
2021	7	0.53								0.53
2021	8	0.45	0.23							0.68
2021	9	0.62	0.23		0.23					1.09
2021	10	0.12		0.25			0.62	0.12		1.11
2021	11	0.14	0.28	0.14	0.28		0.42			1.25
<b>2021</b>	<b>Totalt</b>	<b>0.61</b>	<b>0.10</b>	<b>0.09</b>	<b>0.09</b>	<b>0.01</b>	<b>0.16</b>	<b>0.01</b>	<b>0.00</b>	<b>1.08</b>

### 3.4.2 Voksen fisk

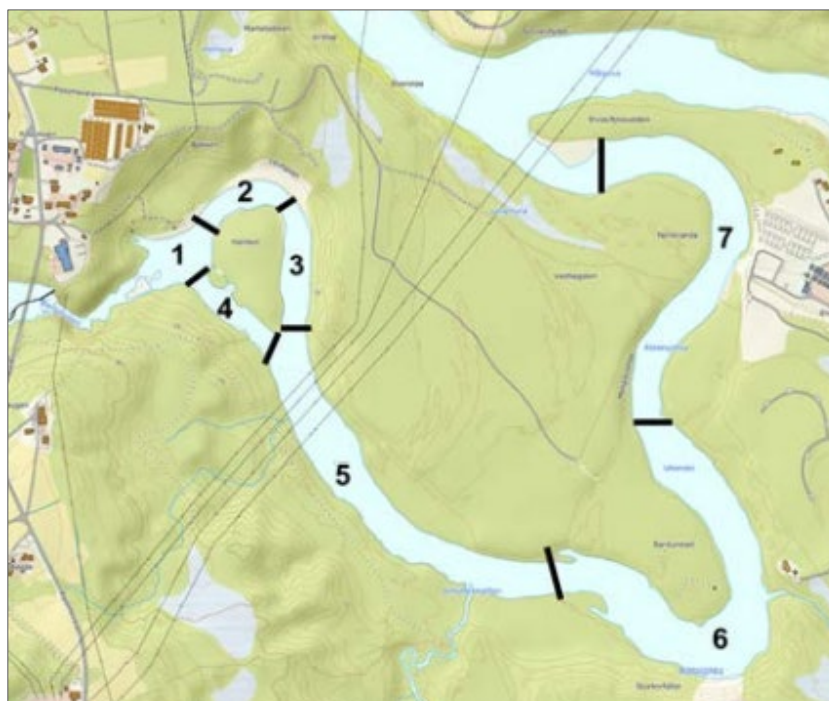
#### 3.4.2.1 Drivtelling av gytefisk

Registreringer av gytefisk av laks og sjøørret har blitt utført ved drivtelling i Barduelva hver høst i årene 2019-2021. Registreringene ble utført i siste halvdel av september, og på vannføringer mellom 23-47 m<sup>3</sup>/s (**tabell 11**). Horizontal sikt i vannet har variert fra 5-8 m.

Hvert år har fire drivtellere, iført vådrakt, maske/snorkel og svømmeføtter, startet registreringene i fossekulpen (ved utløpene fra kraftverket) og avsluttet registreringene ved campingplassen (se **figur 30**). I 2020 og 2021 ble det ikke foretatt registreringer langs de nederste 300-400 m av Barduelva. Dette skyldes lav sikt i vannet, trolig på grunn av lav vannhastighet og stuvningseffekt fra Målselva. Dette området er uansett dominert av sand, og mangler egnede gyteområder. Det ble heller ikke påvist gytefisk/gytegroper her i 2019. Hver drivteller har fortløpende notert fiskeobservasjoner på medbrakt skriveblokk (med vannfast papir) festet til armen med strikk, og alle observasjoner er fordelt til syv ulike soner (**figur 30**).

**Tabell 11** Tidspunkt for gjennomføring for drivtelling i Barduelva, samt vannføring, sikt i vannet og antall drivtellere i hvert av årene.

År	Dato	Vannføring (m <sup>3</sup> /s)	Sikt (m)	Antall drivtellere
2019	17. september	23	6-7	4
2020	15. september	47	5	4
2021	29. september	35	7-8	4



**Figur 30.** Soneinndeling ved drivtelling av gytefisk i Barduelva i årene 2019-2021.

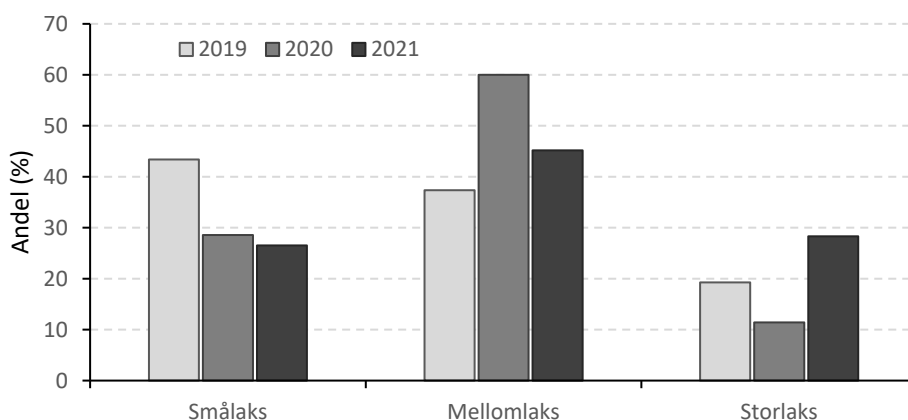


Det ble observert totalt 83 laks i 2019, 35 laks i 2020 og hele 166 laks i 2021 (se **tabell 12**). I tillegg ble det observert henholdsvis 4, 12 og 65 sjøørret. Tidspunkt for gjennomføring av drivtellingene har variert med to uker mellom årene, og der drivtellingen i 2020 ble utført 15. september og drivtellingen i 2021 ble utført 29. september. Antatt gyteperiode for laksen i vassdraget er første uke av oktober, men i enhver elv kan gyteperioden variere med en til to uker mellom år avhengig av bl.a. temperaturregimet. I og med at det alltid er store vannvolum og dype områder tilgjengelig i Barduelva er det ikke sannsynlig at gytefisk skal oppholde seg ute i hovedelva frem mot gyteperioden, for så å vandre opp i Barduelva kun rett i forkant av gyting. I tillegg har laksen, i alle årene blitt observert på gyteområdene og/eller ved gytegroper. Det er derfor lite sannsynlig at registreringene har blitt utført så tidlig at alle gytefiskene ikke hadde vandret opp i Barduelva. Registreringen av gytefisk i 2020 ble imidlertid utført på noe høyere vannføring og med lavere horisontal sikt i vannet enn øvrige år. Vi kan derfor ikke utelukke at det ble oppdaget relativt færre gytefisk i fossekulpen dette året. Registreringen av kun 35 laks i 2020 kan derfor være noe underestimert (**tabell 12**).

**Tabell 12** Registrerte antall fisk ved drivtelling i Barduelva i årene 2019-2021.

Ar	Smålags		Mellomlags		Storlags		Laks totalt	Oppdrettslags		Sjøørret		Pukkelags
	♀	♂	♀	♂	♀	♂		♀	♂	Umod	Mod	
2019	6	30	22	9	11	5	83	0	4	0	4	0
2020	4	6	12	9	2	2	35	0	0	2	12	0
2021	7	37	48	27	31	16	166	0	1	0	65	0

I to av årene, 2020 og 2021, dominerte mellomlags og storlags, og utgjorde hhv. 72% og 76% av all observert laks (**figur 31**). Det var også en svak overvekt av mellom- og storlags i 2019, mens smålags utgjorde 43 %. Andel hunnfisk innen hver størrelsesgruppe var svært lik i 2019 og 2021, der 16 % av smålags, 64-71 % av mellomlags og 66-69 % av storlags var hunnfisk (**tabell 12**). I 2020 var kjønnsfordelingen tilnærmet lik for alle fisketørrelser, og hunnfisk utgjorde 40-57 %.



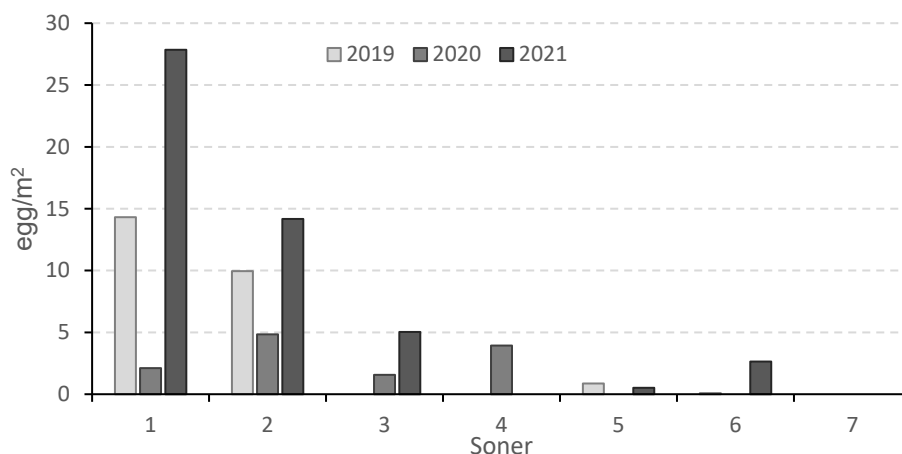
**Figur 31.** Andel smålags, mellomlags og storlags registrert ved drivtellingene i Barduelva i 2019, 2020 og 2021.

All observert laks har blitt kategorisert etter kjønn, samt vurdert som små-, mellom- eller storlaks. Gitt at vurderingene av størrelse og kjønn er riktige, har vi beregnet hvor mye rogn som trolig har blitt gytt totalt i hvert av årene, samt innenfor hver av de ulike sonene i elva. For å beregne dette har vi benyttet snittvektene fra sportsfiskefangstene, samt antakelsen om at en hunnlaks gyter ca. 1450 egg per kilo kroppsvekt. Dette indikerer at gytebiomassen av hunnlaks har variert fra bare 85 kg i 2020 til henholdsvis 222 og 538 kg i 2019 og 2021. Det vil si at henholdsvis i størrelsesorden 322 000, 124 000 og 780 000 egg har blitt gytt i årene 2019, 2020 og 2021 (**tabell 13**). Dette tilsvarer 1,3 egg/m<sup>2</sup> i 2019, 0,5 egg/m<sup>2</sup> i 2020 og 3,2 egg/m<sup>2</sup> i 2021. Gytebestandsmålet for hele Måselvvasdraget er satt til 2 egg/m<sup>2</sup> (Hindar mfl. 2007), og gytebestandsmålet for laks i Barduelva (se **tabell 13**) har dermed trolig blitt oppfylt i bare ett av årene (gitt at hele elva settes som 'produksjonsområde' ved vannføring på 69 m<sup>3</sup>/s). Dersom vi setter produksjonsarealet til 65 % ville gytebestandsmålet ha blitt nådd i to av de tre årene.

**Tabell 13** Beregnet gytebiomasse av laks og estimert egg tetthet i Barduelva i årene 2019-2021.

År	Kg hunnlaks (hele elva)	Antall egg (hele elva)	Egg/m <sup>2</sup> (hele elva)	Egg/m <sup>2</sup> (sone 1-4)	Egg/m <sup>2</sup> (sone 5-7)
2019	222	321.581	1,3	6,1	0,2
2020	85	123.917	0,5	2,8	0
2021	538	780.143	3,2	12,1	1,2

Nær all gyting i Barduelva er observert å foregå rundt og oppstrøms 'Holmen', og årene 2019, 2020 og 2021 tilsvarte beregnet gytebiomasse hhv. 6,8 egg/m<sup>2</sup>, 2,8 egg/m<sup>2</sup> og 12,1 egg/m<sup>2</sup>. Nedstrøms 'Holmen' har antall hunnlaks og beregnet gytebiomasse tilsvart fra 0-1,2 egg/m<sup>2</sup>. I sone 1 har beregnet egg tetthet i de tre årene variert fra 2-28 egg/m<sup>2</sup>, i sone 2 fra 5-14 egg/m<sup>2</sup> og i sone 3 fra 0-5 egg/m<sup>2</sup> (**figur 32**). I sone 4, dvs. i flomløpet på sør-vestsiden av Holmen, ble det kun registrert holaks i ett av årene (2020), og da tilsvarte gytebiomassen 4 egg/m<sup>2</sup>. Observasjonene av laks i sone 5 og 6 har variert mellom år, fra ingen holaks (0 egg/m<sup>2</sup>) til en gytebiomasse tilsvarende 2,6 egg/m<sup>2</sup>. Det ble ikke observert voksen laks i sone 7 i noen av årene.



**Figur 32.** Sonevisse beregninger for deponering av rogn (egg/m<sup>2</sup>) i Barduelva i årene 2019-2020.

### 3.4.2.2 Kontroll oppvandring under Bardufossen

For å vurdere om anadrom fisk vandrer opp fossen når det slippes eller renner vann over dammen i Bardumagasinet (se **figur 33**), har vi undersøkt fossestrekningen kort tid etter at slike overløp har stanset. Både i 2019 og 2020 fikk vi muligheten til å gjennomføre to slike kontroller. I 2019 ble det registrert 2 små ørret 11. juni, mens ingen fisk ble registrert 16. august.

I 2020 var det tapping over Bardufoss dam helt frem til 11. august, kun avbrutt av to korte stans 7.-9. juli og 10.-13. juli. Vi gjennomførte en kontroll i fossestrekningen 13. august, dvs. to dager etter at vanntilførselen til fossestrekningen opphørte. Hele strekningen ble da undersøkt, uten at det ble observert anadrom fisk. Det ble imidlertid observert tre små ørret og en lake. Det ble tappet gjennom dammen på nytt 14.-18. august, og en ny kontroll ble da utført 19. august, men uten observasjoner av fisk. Dette betyr at det ikke ble observert anadrom fisk på fossestrekningen verken i 2019 eller i 2020.

Når fossestrekningen er tørrlagt er det tre punkter som vurderes som mulige vandringshindre for fisk som eventuelt 'velger' å vandre ut fra den tørrlagte elvestrekningen. De fire kontrollene som vi har utført langs fossestrekningen i 2019 og 2020 er utført på tidspunkter når anadrom fisk er til stede lengre nede i elva. I og med vi ikke har observert anadrom fisk på elvestrekningen når den er tørrlagt antar vi at oppvandring under Bardufossen ikke er vanlig ved overløp, og/eller at fisk som vandrer opp raskt forlater fossestrekningen når vannføringen avtar.



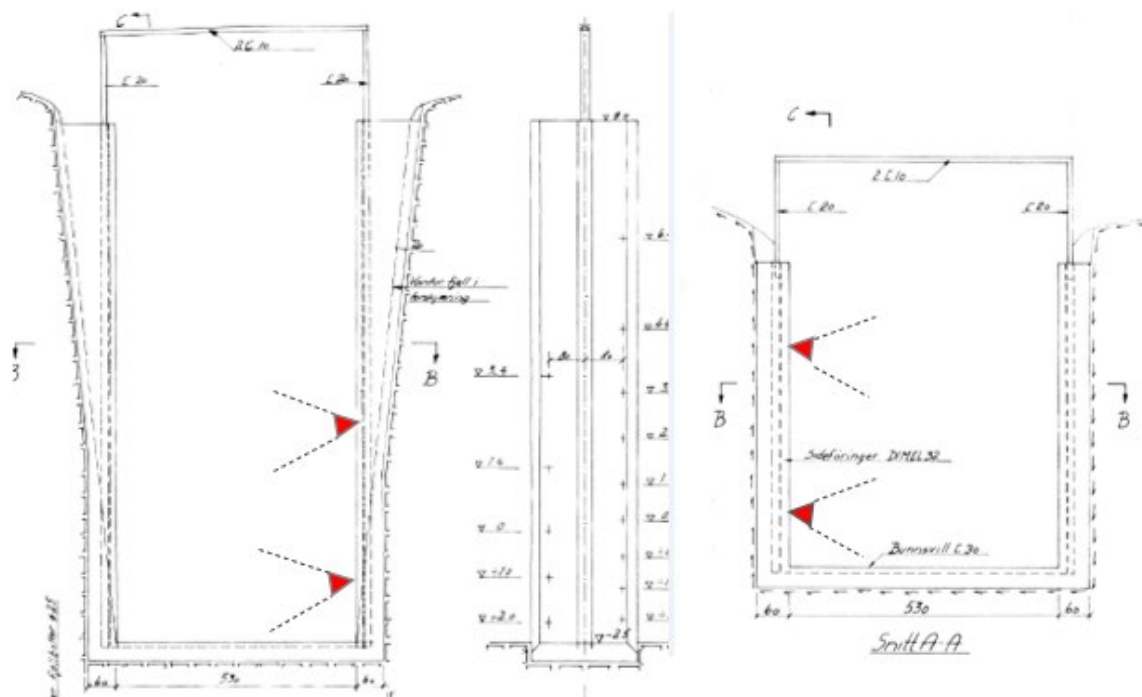
**Figur 33.** Flyfoto av Bardufossen, med og uten overløp over dam. Røde piler markere partier som fungerer som mulige vandringshindre når fossen er tørrlagt. Utløpene fra Bardufoss kraftverk er markert med hvite piler.

### 3.4.2.3 Overvåking av fiskevandring i utløpskanal fra kraftverket

Bardufoss kraftverk har utløp til kulpen under Bardufossen gjennom to parallelle utløpstuneller (**figur 33**). Utløpstunellene har en lengde på om lag 370 m, og ved full drift av kraftverket er vannføringen gjennom tunellene 95 m<sup>3</sup>/s. For å forhindre at fisk vandrer inn i tunellene, og oppholder seg der både gjennom fiskesesong og gytetiden, ble kraftverkseier pålagt å installere en elektrisk fiskesperre i utløpstunellene på starten av 1990-tallet. Funksjonen av denne sperreanordningen har ikke tidligere blitt sjekket, og Statkraft ble derfor pålagt å utføre en evaluering av funksjonen til fiskesperra.

For å kunne observere mulig fiskevandring inn og ut av tunnelene ble det satt ut videokameraer i bjelkestengslene ytterst i begge tunnelene (**figur 34**). Den elektriske fiskesperra er også montert i bjelkestengslene. Utløpstunellene har et stort tverrsnitt, og begge tunellene er 5.3 m bred. Vi har ikke hatt tilgang til oppdaterte tegninger av tunnelene (etter rehabilitering og endring i 1991), og har derfor ikke sikre tall for vanddypet i tunnelene. Sannsynligvis varierer vanddypet i tunnelene fra 5 til 7,5 m. Dette innebærer at tverrsnittet av tunellene samlet utgjør ca. 53-80 m<sup>2</sup>. Kombinasjonen av store tverrsnitt, samt at sikten i vannet ofte er mindre enn fire meter, muliggjør ikke en full-skala overvåking uten uforholdsmessig installasjonskostnader. Etter en avklaring

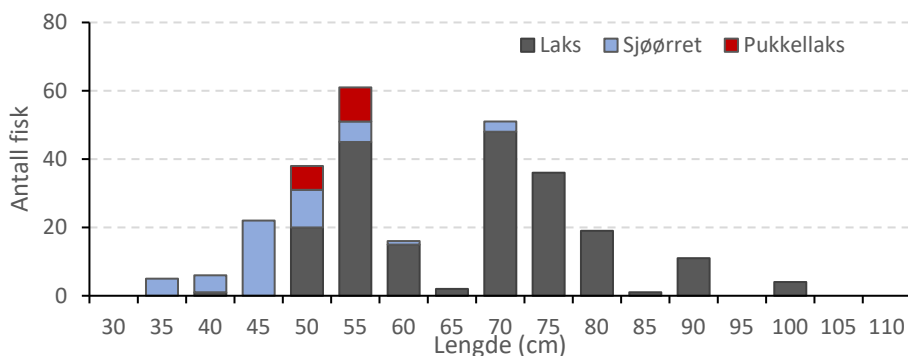
mellom Statkraft og Miljødirektoratet ble det derfor valgt en løsning der kun deler av tverrsnittet i hver tunnel ble overvåket, dvs. ved at to videokameraer med påmonterte lyskilder ble plassert i det ene bjelkestengselet i hver tunnel (**figur 34**). Hvert kamera fanger da opp bevegelser av fisk på inntil 3,5 til 4 m fra videokameraene. Den elektriske fiskesperra er også montert i bjelkestengselet, og videokameraene har dermed overvåket en sektor som i sin helhet ligger innenfor strømfeltet fra fiskesperra. Hvert videokamera dekker en sektor på 9 m<sup>2</sup>, gitt sikt på 4 meter, og vi overvåket dermed 36 m<sup>2</sup> av et samlet tverrsnitt på 53-80 m<sup>2</sup>. dvs. i størrelsesorden 50 % av tverrsnittet.



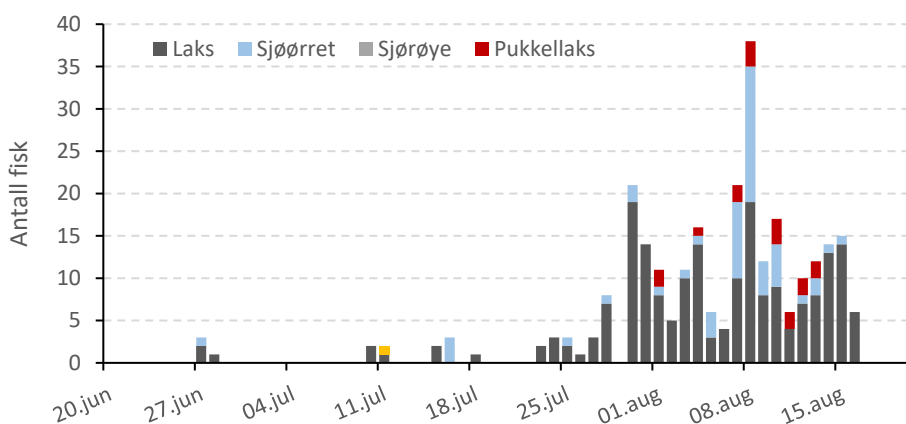
**Figur 34.** Tegninger av opprinnelige (1959) bjelkestengsel i utløpstunnelene fra Bardufoss kraftverk. Regulanten har ikke kunnet legge frem oppdaterte målsatte tegninger etter utbedringer/endringer i 1991, og

Det ble til sammen registrert 273 passeringer av fisk, fordelt på 202 passeringer av laks, 53 av sjørøret og 17 av pukkellaks. De observerte fiskene hadde lengder fra 31 til 104 cm, der fisk mindre enn 55 cm i hovedsak var sjørøret (**figur 35**). Det ble også registrert éi sjørøye. Det var høyest aktivitet inne i tunnelene i august (**figur 36**). Samlet gjennom overvåkingsperioden ble 84 fisk observert å vandre innover i tunnelene, mens 68 fisk vandret utover. I tillegg ble 59 fisk observert å vandre tilbake rett etter at de vandret innover (**figur 37**).

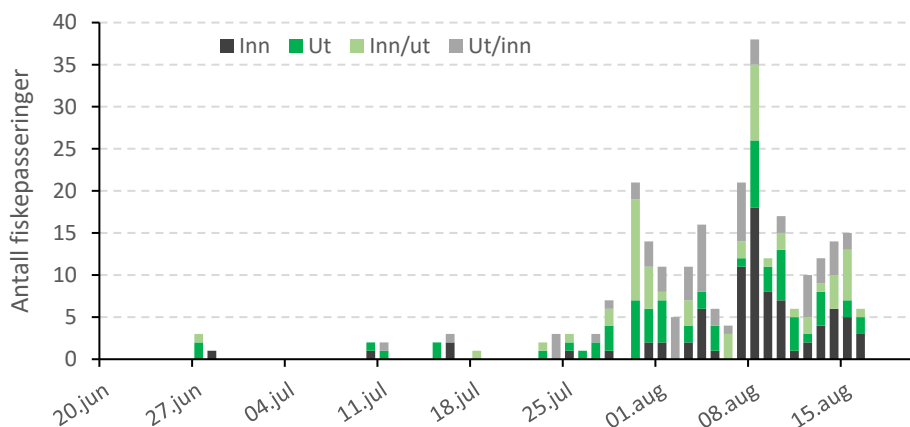
Disse registreringene sier ikke noe om faktiske antall unike fisker som har passert videokameraene, siden overvåkingen ikke dekket hele tverrsnittet i hver av tunnelene. Imidlertid viser registreringene at aktiviteten foran videokameraene i perioder har vært høy, og at fisk har vandret både inn og ut av tunnelen. All observert fisk har hatt en normal adferd, dvs. at fiskene har fremstått som upåvirket av et potensielt strømfelt. Det er derfor overveiende sannsynlig at den elektriske fiskesperra ikke fungerer.



**Figur 35.** Lengdefordeling av laks, sjørørret og pukkellaks observert i utløpstunnelene fra Bardufoss kraftverk i perioden 20.juni til 20.august 2021.

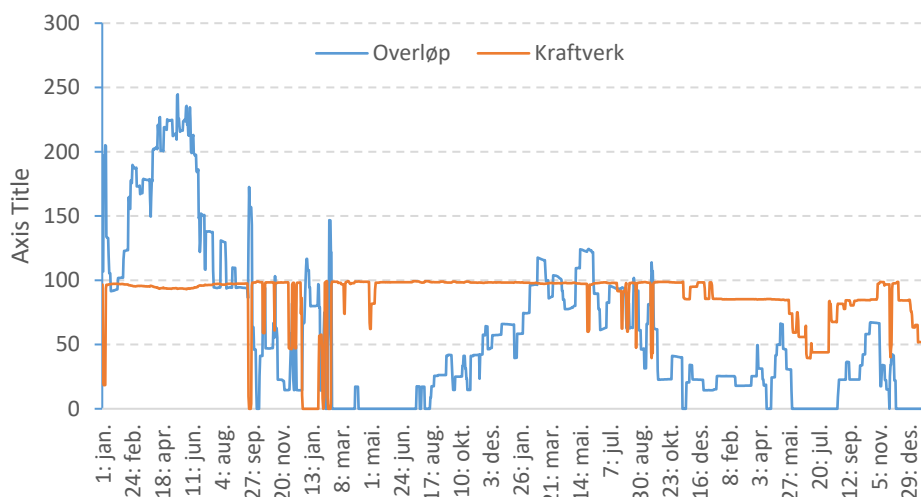


**Figur 36.** Observasjoner (uavhengig av vandringsretning) av laks, sjørørret og pukkellaks i utløpstunnelene fra Bardufoss kraftverk i perioden 20.juni til 20.august 2021.

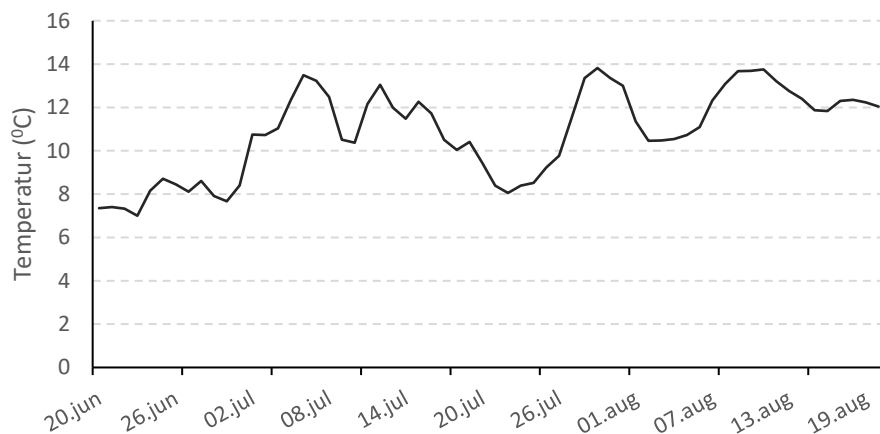


**Figur 37.** Vandringsretning for fisk observert i utløpstunnelene fra Bardufoss kraftverk i perioden 20.juni til 20.august 2021.

Gjennom overvåkingsperioden har vannføringen gjennom kraftverket i hovedsak vært høy (**figur 38**). Overløpet til Bardufossen var høyere enn vannføringen fra kraftverket frem til månedsskiftet juni/juli, og avtok mot 'null' tidlig i juli. Overløpet startet igjen i midten av juli og vedvarte frem til midten av august. Vi fant ingen sammenheng mellom vannføring fra kraftverk/Bardufossen og registrert vandringsaktivitet foran videokameraene. Vandringsaktivitet for fisk inne i kraftverkstunnelene synes ikke å være koblet til en absolutt nedre/øvre temperaturgrense, men aktiviteten foran videokameraene variert i stor grad i takt med temperaturendringene i tidsrommet fra 20. juli til 20. august 2021 (jfr. **figur 39**).



**Figur 38.** Vannføring fra Bardufoss kraftverk og overløp til Bardufossen i perioden 20.juni til 20.august 2021.



**Figur 39.** Vanntemperatur i utløpstunnelene fra Bardufoss kraftverk i perioden 20.juni til 20.august 2021.

## 4 Diagnose

### 4.1 Habitatklasser

Kvalitet/egnethet, størrelse og romlig fordeling av gyteområder, samt tilgjengeligheten til skjul og næring på ulike livsstadier (yngel, parr og smolt), har avgjørende betydning for hvor mange fiskeunger/smolt som kan produseres i en elv eller langs en elvestrekning. Tilgang på gode gyteområder og skjul, er derfor viktige flaskehals for produksjonen av anadrome laksefisk. I regulerte vassdrag kan redusert vannføring gjennom fraføring av vann og/eller pga. effektkjøring av kraftverket minske vanddekt areal og dermed redusere oppvekstområdene for fisken. Men også fravær av flommer (dvs. mer ensartet vannføring), kan påvirke fiskeproduksjonen negativt, blant annet fordi mer ensartet vannføring fører til økt sedimentering. De store, naturlige flommene har en viktig funksjon ved å flytte på massene i elvene, og dermed «lufter» substratet og motvirke at finere sedimenter får sette seg i hulrom mellom grovere substrat. Dersom de store flommene reduseres eller uteblir kan fortettinger av hulrom i substratet både forringe kvaliteten på gyteområdene og redusere tilgangen på skjul for ungfisk. I regulerte vassdrag, der flommene uteblir, kan habitatforringelse påvises ved at målte skjulverdier ikke samsvarer med hvor grovt (steinete) substratet er, slik det normalt vil være i uregulerte vassdrag.

Reguleringer av vassdrag kan også føre til redusert isdekke som igjen fører til lavere produksjon av ungfisk. Redusert isdekke kan skyldes at elvestrekningene nedstrøms kraftverksutløpet får økt vanntemperatur om vinteren og/eller at store variasjoner i vannføring motvirker islegging. Redusert isdekke fører til mer lysinnstråling og høyere metabolisme hos ungfisk. Det fører til at fettreservene som ungfisken har lagret gjennom sommeren brukes raskere opp, og det er en sammenheng mellom fettreserve og vinterdødelighet. Fisken utsettes også for økt predasjon fra varmblodige predatorer i de isfrie områdene. Reduksjon av isdekke fører derfor til at 1) fettreservene brukes opp raskere, 2) predasjonen øker og 3) fisken får mindre tid til å spise på grunn av predatorunnvikelse. Redusert isdekke kan derfor øke vinterdødeligheten og vil være en betydelig flaskehals i regulerte vassdrag, spesielt i Nord-Norge, der ungfisken over lang tid er tilpasset et liv om vinteren under is.

#### 4.1.1 Endret vannføring og mekaniske og geomorfologiske prosesser

Flommene i Barduelva har avtatt i størrelse som følge av kraftutbyggingene. I NVE's kartapplikasjon Nevina ([www.nevina.no](http://www.nevina.no)) kan man få beregnet ulike indekser for et gitt nedbørsfelt, og applikasjonen kan 'overse' eventuelle reguleringsinngrep, dvs. at en kan beskrive/modellere ulike indekser for nedslagsfeltet før kraftutbyggingen. For nedbørsfeltet som ligger ovenfor Bardufossen viser disse beregningene at før utbyggingen utgjorde en middelflom 409 m<sup>3</sup>/s, samt at de største flommene oversteg 1000 m<sup>3</sup>/s ([www.nevina.no](http://www.nevina.no)). Basert på faktiske registreringer for årene 2006-2021 utgjør en middelflom nå bare 211 m<sup>3</sup>/s, og de store flommene når kun opp på nivå av middelflommene før reguleringen, dvs. rundt 400 m<sup>3</sup>/s. Middelvannføringen i årene 2006-2021 var 60 m<sup>3</sup>/s, og før utbyggingene var dermed middelflommen 7 ganger større enn middelvannføringen, mens middelflom nå er kun 3,5 ganger høyere enn middelvannføringen. Selv om det fortsatt inntreffer typiske smelteflommer nedstrøms Bardufossen hvert eneste år, og at større regnflommer fortsatt slår ut på vannføringen, så har størrelsen på flommene blitt kraftig redusert etter kraftutbyggingene.

Store flommer kan frakte store mengder løsmasse og omfordele bunns substrat, og er dermed den viktigste faktoren for nydannelse og for å motvirke at fine sedimenter tetter igjen hulrom i bunns substratet og sementerer elvebunnen. I Barduelva har flommene blitt kraftig redusert, og bidrar i mindre grad til nydannelser i elvebunnen (omfordeling av substrat og erosjon fra elvebredd). I tillegg fungerer Bardumagasinet (inntaksmagasinet) som et effektivt sedimenteringsbasseng som hindrer videre transport av masser gjennom Bardufossen. Dette bidrar til at den naturlige tilførselen av sand, grus og stein til den lakseførende strekningen av Barduelva mer

eller mindre har stoppet opp. I tillegg er flommene såpass små etter reguleringen at substratet i liten grad omfordes, mens fine sedimenter tetter hulrom i substratet.

Etter reguleringen har lavvannsindeksene (5-persentil) for sommer- og vintersesongen blitt svært like, mens vannføringen gjennom døgnet varierer kraftig. Effekten av disse endringene er en mer vedvarende «spyling» av elvebunnen, men uten tilførsel av nye løsmasser bidrar dette bare til blottlegging av leire og lite fornying av løsmasser.

Endringene i vannføringen etter reguleringene i Barduvassdraget har ført til at flere viktige mekaniske og geomorfologiske prosesser mer eller mindre har stanset opp, mens andre har akselerert. Begge effektene er imidlertid av negativ karakter, og har redusert tilbudet av gode gyte- og oppvekstområder for laksefisk, og utgjør en betydelig flaskehals for ungfiskproduksjonen i den lakseførende delen av Barduelva.

#### 4.1.2 Skjul og bunnssubstrat

Bunnssubstratet varierer betydelig langs elvestrekningen fra Bardufossen til samløpet med Målselva. Områdene oppstrøms og rundt 'Holmen' preges av grus og stein, mens strekningen nedstrøms Jonsabekken domineres av sand og fin grus. Langs den midtre elvestrekningen, fra Holmen til Jonsabekken, preges elvebunnen langs venstre halvdel (sett nedstrøms) av mye blottlagt leire og tynne lag av grus og stein, mens den høyre halvdel domineres av grovere grus og stein.

Tilbudet av skjul for ungfisk er generelt lavt i Barduelva. Dette skyldes enten for høye innslag av sand og finkornet grus eller blottlagt leire (eventuelt dekket av et svært tynt gruslag). De lokalitetene rundt Holmen som hadde lav tilgang på skjul var enten dominert av sand eller innslaget av sand var såpass høyt at de potensielle hulrommene i områdene med grovere substrat likevel ble fylt av sand. I området rundt holmen ble målingene som resulterte i '*lite skjul*' noe misvisende på grunn av at målingene i stor grad kun lot seg gjennomføre på grunt vann (< 60-70 cm dyp) nært land. Her er vannhastigheten lav, mens høyere vannhastighet lengre ut i elva i større grad frakter sand bort fra substratet. De tre lokalitetene rundt Holmen som ble funnet å ha middels høye skjul-verdier ligger imidlertid i områder som er sterkt utsatt for tørrlegging ved lave vannføringer. På strekningen fra Holmen til Jonsabekken ligger lokalitetene med lite skjul primært langs venstre del av elva, der blottlagt leire i stor grad dominerer, mens lokalitetene med middels skjul ligger innenfor høyre del av elva og som tørrlegges hyppig. Fra Jonsabekken og nedover øker innslaget av sand og finkornet grus, og nedstrøms leirfallbekken er de aller fleste områdene dominert av finpartikulært materiale (sand og silt).

Tilbudet av skjul vurderes som en flaksehals for ungfiskproduksjon i Barduelva, og med en økende negativ effekt nedover elva. Områder med middels skjul, dvs. sør-vestsiden av Holmen og høyre elvehalvdel mellom Holmen og Jonsabekken, er imidlertid i stor grad utsatt for tørrlegging ved lav vannføring. Ut fra hyppigheten av vannføringer som er så lave at de fører til tørrlegging (<40-50 m<sup>3</sup>/s) får disse områdene begrenset verdi for ungfisk.

Skjul og beskaffenhet av bunnssubstrat vurderes derfor som en betydelig flaskehals for fiskeproduksjonen i Barduelva.

#### 4.1.3 Gytehabitat

Arealet av områder i Barduelva hvor det er observert gytegroper, eller gyting, er ikke beregnet eksakt, men anslått i forbindelse med drivtellingene i 2019, 2020 og 2021. Det er kun to gyteområder som har en viss utbredelse (100-200 m<sup>2</sup>). Det ene gyteområdet ligger på strømnakken ut av fossekulpen øverst i elva og det andre i nedre del av elva ved utløpet av Leirfallbekken (se **figur 20**). Øvrige potensielle gyteområder er små, og på østsiden av 'Holmen' ligger flere slike små og potensielle gyteområder relativt nære hverandre (markert som et sammenhengende gyteområde i figur 20). Gyteområdene, og observasjonene av gyteklar/gytende laks som vi har



markert i figur 20, ligger alle på relativt dypt vann, og er ikke utsatt for tørrlegging ved 'normalt' lave vannføringer ( $>15 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Vi antar derfor at gytesuksessen innenfor disse områdene normalt er god. Det finnes også en rekke områder der substratet isolert sett er egnet for gyting, men laget av egnet grus og stein er svært tynt, og fisk som eventuelt forsøker å grave gytegroper treffer raskt på leire. I tillegg fant vi noen relativt store områder med mulig gytesubstrat, men hvor det aldri ble observert gytegroper, noe som trolig skyldes hyppige tørrlegginger.

I all hovedsak ligger gyteområdene i øvre del av elva, dvs. oppstrøms og rundt 'Holmen', og med en innbyrdes avstand på vel 200 m. Langs den midtre elvestrekningen blir det opp mot 800 m mellom mulige/observerte gyteområder. Observerte og anvendte gyteområder utgjør langt under 1 % av det totale elvearealet, og siden avstanden mellom gyteområdene er moderat til stor, betegnes tilgangen på gyteområder som lav (Forseth og Harby 2013). I øverste del av elva, dvs. rundt 'Holmen' og ned mot høyspentlinja/Jonsabekken (se **figur 18**), utgjør gyteområder trolig 1-2 % av elvearealet og avstanden mellom gyteområdene er stort sett 200-250 m. I henhold til Forseth og Harby (2013) kan tilgangen til gyteområder da klassifiseres som moderat til god. Imidlertid antyder våre beregninger at eggdeponeringen kan være svært høy innenfor noen av gyteområdene. Stor tetthet av gytefisk kan derfor påvirke gytesuksessen i negativ retning direkte ved at fiskene graver opp hverandres rogn og indirekte ved stor konkurranse og dødelighet hos yngel i tiden rett etter 'swimup'.

Vi vurderer den generelle tilgangen til gyteområder som en vesentlig flaskehals for fiskeproduksjonen i Barduelva, unntatt langs strekningen fra Bardufossen til Jonsabekken, der potensielle gyteområder utgjør i størrelsesorden  $250\text{-}300 \text{ m}^2$ .

## 4.2 Hydrologiske flaskehals

Endringer i vannføring kan generelt sett påvirke bestander av laksefisk både ved variasjonen i avrenning gjennom året og ved direkte redusert vannmengde. Raske endringer i vannføring kan føre til stranding av ungfisk, samt påvirke veksten til ungfisk både på grunn av stress og redusert tilgang på næringsdyr. Endringer i vannføring kan også påvirke oppvandringsmulighetene for gytefisken og dermed påvirke gytesuksessen. Videre kan høy vannføring under oppvandringen og under gytingen likevel reduseres utover høsten og i verste fall føre til tørrlegging av gytegroper gjennom vinteren. Endringer i vannføring, dvs. bortfall av deler av nedbørsfeltet, og/eller magasinering av vann, kan også innvirke på vanntemperaturen og dermed påvirke både vekst og alder ved smoltifisering hos laksungene. Bestander av ungfisk av laksefisk reguleres også sterkt gjennom tetthetsavhengig dødelighet (Charnov 1986, Elliott 1994, Jonsson & Jonsson 2011). Når reguleringen fører til varig eller periodevis reduksjon av vanddekt areal, minker oppvekstarealene og fisketettheten og dødeligheten øker. Perioder med lav vannføring og redusert vanddekt areal kan derfor utgjøre en viktig flaskehals for fiskeproduksjonen.

Vannføringen i Barduelva nedstrøms Bardufossen bestemmes av produksjonen i Bardufoss kraftverk, samt tappingen fra inntaksmagasinet. Inntaksmagasinet er et langstrakt elvemagasin, der tilsiget bestemmes av det 'uregulerte' tilsiget, samt også i stor grad av produksjonen i kraftverkene ved Innset og Straumsmo. Produksjonen i Bardufoss kraftverk er derfor i stor grad styrt av produksjonen i de to ovenforliggende kraftverkene. Alle kraftverkene i elva er store kraftverk, som er viktige for stabil leveranse av strøm ut til forbrukerne, og som i vesentlig grad driftes ut fra etterspørselen av strøm. Dette bidrar til at produksjonen, og derav vannføringen i Barduelva, gjenspeiler værtyper (f.eks. høyt strømforbruk i kuldeperioder), forbruksmønsteret (høyt forbruk om morgenen og midt på dagen), samt tilførselen fra restfeltet.

### 4.2.1 Vannføring, vanddekt areal og vannføring gjennom året

Vanddekte arealer i Barduelva synes å være noenlunde proporsjonale med vannføringen, men for fiskeproduksjonen i elva er det av vesentlig betydning hvilke typer bunnsubstrat som tørrlegges når vannføringen reduseres. De beste leveområdene for yngel og ungfisk ligger i den øvre delen av elva, dvs. fra fossekulpen til stryket nedstrøms Jonsabekken. Gjennom de siste 16 årene har den gjennomsnittlige vannføringen (målt som gjennomsnitt hver time) variert mellom

20-95 m<sup>3</sup>/s i 98,5 % av tiden, og der vanddekt areal endres med ca. 23 % mellom disse to vannføringsverdiene. Allerede når vannføringen faller under 40 m<sup>3</sup>/s blir hele høyre elvehalvdel, dvs. mellom Holmen og Jonsabekken, enten helt tørrlagt eller preget av grunne, avsnørte pytter. Reduksjonen i vanddekte arealer skjer på tilsvarende skala også lengre ned i elva, men tørrlagte arealer har her langt mindre betydning som oppvekstområder for ungfisk. Gjennom året er vannføringen i Barduelva lavere enn 40 m<sup>3</sup>/s i 20 % av tiden. En vesentlig del av de arealene som tørrlegges i Barduelva representerer områder med substrat og skjul som er godt egnet som oppvekstområder for ungfisk.

Selv om vannføringen gjennom et middelår utgjør mellom 20-95 m<sup>3</sup>/s i 98,5 % av tiden, og middelvannføringen er 60 m<sup>3</sup>/s, så skjer det hyppige og raske endringer av vannføringen, også gjennom døgnet. I et tilfeldig valgt år (2019) varierte vannføringen med mer enn 5 m<sup>3</sup>/s i 92 % av døgnene, og døgn-variasjoner i størrelsesorden 15-40 m<sup>3</sup>/s inntraff i 221 døgn (61 %). Det er verdt å bemerke at innad i et døgn kan vannføringen, som en følge av f.eks. markedstilpasset produksjon, reguleres ned og opp flere ganger, slik at omfanget av variasjonen i vannføringen faktisk er større enn hva vi har synliggjort ved våre analyser. Våre analyser viser også at endringer i vannføring kan skje svært raskt, og vannføringen gjennom kraftverket kan reduseres med opp mot 80-85 m<sup>3</sup>/s i løpet av en time. Det må anmerkes at disse beregningene er omtrentlige, siden oppløsningen på historiske data er på time-basis. I løpet av de siste 15 årene har det også inntrådt noen få tilfeller der kraftverket har blitt regulert eller stanset svært raskt, og der kompensierende tapping fra inntaksdammen har blitt iverksatt så seint at det i deler av en time ikke har vært tilførsel av vann til den lakseførende delen av Barduelva.

På grunn av omfanget og hyppigheten av tørrlegginger av områder som potensielt sett er gode oppvekstområder, vurderer vi tørrlegging av produksjonsarealer å være en viktig flaskehals for fiskeproduksjonen i Barduelva. Selv om oppløsningen på data er noe lav, har vi likevel sannsynliggjort at vannføring og dermed vannstand kan endres svært raskt, og det er derfor rimelig å anta at raske og store reduksjoner i vannføringen fra kraftverket utgjør en svært viktig flaskehals.

Endringene i vannføring i Barduelva, ved at vannføringen generelt har økt betydelig gjennom vinteren, samt også har variert mye, har ført til at det legges lite is på elva. I Divielva ble manglende isdekke ansett som en flaskehals for fiskeproduksjonen, og bidrar til at produksjonspotensialet for den regulerte elvestrekningen ikke blir utnyttet optimalt (se Svenning mfl. 2021). I Barduelva anser vi imidlertid ikke at manglende eller redusert isdekke vil påvirke ungfiskproduksjonen negativt. Store vannvolum og stor vanddybde gir i seg selv 'skjul' og vern fra predatorer for ungfisk, og i Barduelva er vannføringen generelt høy gjennom vinteren og vannvolumene vil i seg selv bøte for et tapt isdekke.

#### 4.2.2 Betydning av vannføring for fiskevandring

Barduelva har lavt fall på hele strekningen mellom kulpen under Bardufossen og samløpet med Måselva, og det er ingen stryk eller passasjer som fisken må forbi på vei opp elva. Selv ved de laveste normalt observerte vannføringene i elva kan anadrom fisk fortsatt vandre fritt opp og ned elva. Tilfeller av ekstremt lave vannføringer kan inntre, men disse vil ha så kort varighet at de neppe påvirker vandringsmulighetene for laksefisk.

#### 4.2.3 Vanntemperatur

De eneste vanntemperaturdataene fra den anadrome delen av Barduelva, dvs. fra Bardufoss kraftstasjon og ned til samløpet med Måselva, er fra loggeren vi plasserte i kraftstasjonen i perioden 5. august 2020 til 3. april 2022. Vanntemperaturen i Barduelva i denne perioden skilte seg svært lite fra vanntemperaturen i Måselvfossen, samt at tidligere målinger foretatt i flere områder i Måselvassdraget (se Svenning mfl. 2021) indikerer at laksungene i Barduelva trolig opplever noenlunde samme temperaturregime som laksunger i øvrige elvestrekninger i Måselvassdraget.

Vanntemperaturen sommerstid i Barduelva når så vidt 14 °C i juli/august. Dette representerer vanntemperaturer som antas å bidra til maks veksteffektivitet hos laksunger, selv om optimaltemperaturen for positiv vekst er noe høyere (se Forseth mfl. 2000). Vanntemperaturen i Barduelva vil derfor aldri nå temperaturnivåer som er kritiske for laksungene.

Vi antar at vanntemperaturen ikke er noen flaskehals for produksjonen av laksunger i Barduelva.

### 4.3 Informasjon fra bestandsdata

#### Voksen fisk

I tillegg til å gjennomføre tradisjonelle gytefisktellinger i Barduelva har vi også undersøkt om gytefisk kan vandre opp mot Bardufossen og inn i avløpskanalene til kraftverket ved overløp/tapping fra inntaksdammen. Fisk kan da bli strandet ('fanget') i små kulper når fossen senere tørrlegges. Vi fant imidlertid at dette ikke utgjør noen stor fare, dvs. vil ikke innvirke på gytesuksessen hos laksefisk i Barduelva.

Vi fant imidlertid at fiskesperra i avløpskanalene fra kraftverket ikke fungerer, og at fisk uhindret vandret både inn og ut av avløpskanalene. I henhold til oppdragsavtalen ble det ikke gjennomført noen heldekkende overvåking og det er derfor ikke mulig å anslå hvor mye fisk som eventuelt ble/blir stående igjen inne i avløpskanalene frem mot gyting. Vi kan derfor ikke vurdere om dette vil influere på gytesuksessen og er en potensiell flaskehals for fiskeproduksjonen i Barduelva.

Ifølge Hindar mfl. (2007) bør det gytes 2 egg/m<sup>2</sup> i Målselvdraget for å oppfylle gytebestandsmålet. Gitt at vi bruker samme tilnærming for Barduelva, ble gytebestandsmålet kun oppfylt i ett (2021) av de tre årene (2019-2021), gitt at vi legger hele elvearealet til grunn. Det er imidlertid trolig rikelig med gytefisk i den øvre delen av Barduelva i de fleste årene, dvs. at det i de fleste årene er tilstrekkelig med gytefisk for å deponere minst 2 egg/m<sup>2</sup> i de 'egnede' gyteområdene (jfr. 4.1.3). Ut fra vår vurdering av tilgangen til gode produksjonsarealer er ikke antall gytende hunner (bytebiomassen) en avgjørende flaskehals for fiskeproduksjonen i Barduelva. Mangelen på gode og 'sikre' oppvekstområder (som ikke tørrlegges) er derfor den største begrensningen for fiskeproduksjonen i elva.

#### Ungfisk

Gjennomsnittlig estimert tetthet av lakseparr ( $\geq 1^+$ ) i Barduelva (strandnært elektrofiske) utgjorde 11.4 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> vannareal, noe som må ansees som lave tettheter. Gjennomsnittlig estimert tetthet av parr på 18 lokaliteter i Divielva og 9 lokaliteter i Målselva i 2020 var henholdsvis 40.7 og 48.8 parr pr. 100 m<sup>2</sup> (Svenning mfl. 2021), dvs. 4-5 ganger høyere enn i Barduelva. Under båtelfisket ble det fanget gjennomsnittlig 0.6 laksunger pr. minutt, mens det på to kontrollstasjoner i Målselva (mellom Målselvfossen og samløpet med Barduelva) ble fanget gjennomsnittlig 3.4 laksunger pr. minutt, dvs. mer enn fem ganger så mange som i Barduelva og mer enn dobbelt så mange som på de to beste stasjonene i Barduelva.

Resultatene fra både det strandnære elektrofisket og båtelfisket viser at tettheten av lakseparr er relativt lav i Barduelva. Derimot var andelen av årsyngel ( $0^+$ ) høy (48.4 %) i fangstene i det strandnære elektrofisket, der gjennomsnittlig estimert tetthet av henholdsvis årsyngel og lakseparr (2019-2021) var 11.4 og 12.2 fisk/100m<sup>2</sup>. Selv om tettheten varierte mellom år indikerer dette at det foregikk betydelig gyting både i 2018 og 2019, samt at mye rogn overlevde vinteren 2019 og 2020 og at årsyngelen klarte seg godt gjennom sommeren både i 2019 og 2020. I 2021 ble det imidlertid fanget svært få laksyngel ( $0^+$ ). Dette kan skyldes færre gytelaks i 2020 (jfr. 3.4.2). På den annen side ble det også fanget vesentlig færre lakseparr ( $\geq 1^+$ ) ved det strandnære elektrofisket i 2021, noe som antyder at miljøforholdene (vannføring, tørrlegging etc.) var ugunstige senhøsten 2020 og/eller vinteren-sommeren 2021. Fangstene av lakseparr ved båtelfisket var imidlertid omtrent like lave i både 2019 og 2021.

Gjennomsnittslengden på årsyngel ( $0^+$ ) og ett-åring ( $1^+$ ) var av noenlunde samme størrelse i Barduelva sammenlignet med Målselva (se Svenning mfl. 2021), mens 2- og 3-åringene var noe større i Barduelva. Dette kan skyldes relativt større årlig dødelighet i Barduelva og at

etterfølgende lavere tetthet fører til mindre konkurranse og potensielt høyere individuell vekst. Det særdeles lave innslaget av 3-åringer i elektrofisket forsterker antagelsen om høy årlig dødelighet, men kan også skyldes at en stor andel av 3-åringene vandrer ut som smolt. Basert på skjellavlesing av laks fanget i Barduelva i årene 2000-2018 (n=76) var 55 % og 34 % henholdsvis 3-årig og 4-årig smolt, mens andel 3- og 4-årig smolt av laks fanget nedstrøms Målselvfossen i samme periode (n=387) utgjorde henholdsvis 41 og 48 %.

Totalt sett antyder resultatene våre at tilgangen på gytefisk og gyteområder likevel ikke er begrensende i Barduelva, men at variasjoner i miljøforhold, som f.eks. variasjon i vannføring, tørrlegging og eventuelt stranding er en betydelig flaskehals for produksjonen av ungfisk.

### Smolt

Ut fra undersøkelser i Barduvassdraget i 1979 viste også Heggberget (1981) at tettheten av laksunger var lav i den anadrome delen av Barduelva, til tross for at områdene i elva rent fysisk var 'godt egnet som oppholdssteder for laks'. Han hevdet at den beste måten 'å kompensere de ødelagte reproduksjonsforhold for laks i Barduelva, ville være å sette ut utvandringklare laksunger (smolt)'. For å oppnå samme laksefangster som før reguleringen konkluderte han med at det burde settes ut fra 6000 til 21 000 smolt pr. år.

Vi har ingen tellinger av utvandrende smolt fra Barduelva, men estimert tetthet av laksunger var om lag fire ganger så høye i Måselva sammenlignet med Barduelva, både ved strandnært elektrofiske og ved båtelfiske. Vi kan derfor anta at både tettheten av lakseparr og utvandrende laksesmolt i Barduelva tilsvarer om lag 25 % sammenlignet med Måselva (se Svenning mfl. 2021). Ifølge Hindar mfl. (2007) produseres det i overkant av 3 smolt pr. 100 m<sup>2</sup> produksjonsareal i Måselvassdraget. Vi har derfor antatt, dog høyst teoretisk, at smoltproduksjonen i Barduelva nå tilsvarer i størrelsesorden 1 smolt/100m<sup>2</sup>, mens produksjonen før reguleringen tilsvarte i størrelsesorden 3 smolt/100m<sup>2</sup>. Dersom vi antar at produksjonsarealet, dvs. brukbare gyte- og oppvekstområder, før reguleringen utgjorde ca. 50 % elvearealet i Barduelva (ved vannføring på 92 m<sup>3</sup>/s), men bare om lag 20 % etter reguleringen, har den totale produksjonen av smolt i Barduelva avtatt fra ca. 4 000 smolt årlig før reguleringen til ca. 600 smolt årlig etter reguleringen. Vi understreker at dette er høyst teoretiske betraktninger, samt at vi heller ikke vil anbefale å kompensere for reguleringseffektene ved utsetting av laksesmolt i Barduelva.

## **4.4 Samlet vurdering – produksjonsforhold og flaskehals**

Reguleringene og kraftverksdriften lengre opp i vassdraget har sammen med driften av Bardufoss kraftverk påvirket vassdraget betydelig. Nedenfor Bardufossen har bortfall eller reduksjon av viktige geomorfologiske prosesser, sammen med endringene i vannføringsregime, trolig bidratt til at elvebunnen har endret seg mye, og store deler av elva karakteriseres nå av et bunnsubstrat som gir lite skjul for ungfisk. Selv om det er et underskudd på gode gyteområder i Barduelva, indikerer de relativt høye tetthetene av årsyngel (0<sup>+</sup>) i 2019 og 2020 at miljøforholdene, i større grad enn mangel på gyteområder, er den største flaskehalsen for fiskeproduksjonen. I tillegg preges driften i Bardufoss kraftverk av kraftige og raske variasjoner i vannføring, som resulterer i omfattende og hurtig tørrlegging av store områder, samt stor strandingsfare for ungfisk.

Våre undersøkelser og analyser har avdekket at kraftverksdriften, både gjennom hyppigheten av vannføringsendringer og ikke minst hastigheten endringer kan skje med, utgjør den klart største flaskehalsen for fiskeproduksjonen i elva. Effektene av hyppige og raske endringer i vannføring er omfattende tørrlegging av viktige leveområder for ungfisk og stor fare for stranding av yngel. Endringer i elveløpet ved at viktige geomorfologiske prosesser har falt bort eller er betydelig reduserte, samt at vannføringsregimet er kraftig endret, har bidratt til at tilgangen til både egnede gytesubstrat og gode leveområder for ungfisk utgjør viktige flaksehals for fiskeproduksjonen. Effektene av disse flaksehalsene overskygges likevel av problemene som hyppige og raske endringer i vannføring innebærer.

Totalt sett viser resultatene våre at variasjoner i miljøforhold, som f.eks. variasjon i vannføring, tørrlegging og mulig stranding av ungfisk er de viktigste flaskehalsene for fiskeproduksjonen i Barduelva.

**Tabell 14.** Oppsummering av flaskehals og status for produksjonen av anadrom laksefisk i Barduelva nedstrøms Bardufossen. De ulike begrepene er nærmere beskrevet i Forseth og Harby (2013).

<b>Bestandsregulering</b>	Stadium for regulering – fra habitatkartlegging	Yngel/parr
	Stadium for regulering – fra bestandsdata	Yngel/parr (overlevelse)
	Samlet vurdering stadium for regulering	Yngel/parr
<b>Habitatflaskehals</b>	Mengde og avstand mellom gytehabitat	Moderat
	Skjul	Moderat/høy
<b>Produktivitet ut fra habitat</b>		Moderat/høy
<b>Vannføring og totalproduksjon</b>		Stor
<b>Hydrologiske flaskehals</b>	Sommervannføring som flaskehals	Stor
	Vintervannføring som flaskehals	Stor
	Vannstand under gyting som flaskehals	Lav/Moderat
	Vanntemperatur som flaskehals (ungfisk overlevelse / vekst)	Ingen
<b>Kombinerte flaskehals</b>	Sannsynlighet for homogenisering av elveløp	Moderat/stor
<b>Bestandsreducerende faktorer</b>	Redusert smoltproduksjon pga. temperatur	Ingen
	Redusert suksess/overlevelse smoltutvandring	Ingen
	Sannsynlighet for habitatforringelse	Moderat/høy

## 5 Tiltak og designløsninger

Vi har avdekket flere flaksehalser for fiskeproduksjonen som alle er knyttet direkte til driftsregimet til Bardufoss kraftverk. Selv om det uregulerte restfeltet er stort (936 km<sup>2</sup>), er vannføringen gjennom kraftverket sterkt koblet til driften av Innset og Straumsmo kraftverk lengre opp i vassdraget. Siden Bardufoss kraftverk i praksis er et elvekraftverk er handlingsrommet svært begrenset da driftsregimet indirekte påvirkes så sterkt av driften av de to andre kraftverkene i vassdraget.

Våre undersøkelser og analyser viser at den viktigste flaksehalsen for fiskeproduksjonen i den lakseførende delen skyldes at produksjonen i Bardufoss kraftverk varierer kraftig, også gjennom døgnet, samt at endringer i produksjon (lastendringer) kan skje svært raskt. Det ligger få konsekvensbetingede restriksjoner for driften av kraftverket, og det er kun kravet til minstevannføring (2 m<sup>3</sup>/s om sommeren og 0.3 m<sup>3</sup>/s om vinteren) som setter begrensninger for hvordan kraftverket kan driftes. Statkraft har en selvpålagt restriksjon som tilsier at kraftverket ikke bør driftes med en vannføring som er lavere enn 11 m<sup>3</sup>/s, men våre analyser viser at lavere vannføringer enn dette likevel inntreffer relativt hyppig. Selv om handlingsrommet for vannføringer er stort, og at dette resulterer i hyppige og omfattende tørrlegginger av viktige leveområder for ungfisk, er det endringshastighetene som gir den største negative konsekvensen ved at ungfisk strander og dør (se Harby mfl. 2004).

Det finnes ingen fly-fotoserier (norge-i-bilder) som viser elvearealet nedenfor Bardufoss kraftverk ved vannføringer lavere enn 37 m<sup>3</sup>/s. For å kunne beregne elvearealet ved lavere vannføringer enn dette, har vi derfor antatt en noenlunde lineær sammenheng mellom elveareal og vannføring, basert på fire fotoserier ved vannføringer på 37, 69, 92 og 150 m<sup>3</sup>/s. Sammenhengen mellom elveareal og vannføringer lavere enn 37 m<sup>3</sup>/s er derfor noe usikre. I tillegg er oppløsningen på lagrede driftsdata for Bardufoss kraftverk, og for tapping fra luker i inntaksdam, for lav til å foreta grundige analyser av hvor raskt vannføringen - og dermed vannstanden - vil endres ved lastreduksjoner i kraftverket. For å påvise en mer pålitelig sammenheng mellom driftspraksis med raske endringer i vannføring, vannstand og vanndekte arealer, anbefaler vi at det iverksettes nye målinger som kan belyse behov og eventuelle muligheter for mykere overganger ved regulering av produksjonen i kraftverket. Dette bør utføres på flere lokaliteter langs strekningen fra fossekulpen og ned mot Leirfallbekken, og kan enten utføres gjennom et kontrollert forsøk over et kort tidsrom, eller ved logging gjennom et driftsår.

Sammen med områdene rundt og ovenfor Holmen er det den sør-vestlige halvdel av elvestrekningen fra Holmen til et lite stykke nedenfor Jonsabekken som representerer de beste leveområdene for ungfisk. Dette siste området er imidlertid også det området som raskest og i størst grad rammes av tørrlegging ved lav vannføring. Det vil trolig ha en positiv effekt for fiskeproduksjonen i elva om omfanget av tørrlegging kan reduseres langs dette området, og løsninger som for eksempel leder elveløpet på sørvestsiden av Holmen inn på det beskrevne området og lager en «elv-i-elva» bør vurderes. Hele dette området har i dag trolig liten verdi, da dette substratet som gir middels til god tilgang på skjul tørrlegges relativt hyppig. I tillegg kan det ikke utelukkes at området sågar bidrar til stor dødelighet ved at fisk fra enda mer ugunstige områder i elva trekker inn her på høy vannføring og senere strander og dør.

## 6 Referanser

- Anon. 2009. Revisjonsdokument. Altevasreguleringen. Statkraft Energi AS. 24 s + vedlegg.
- Brodtkorb E. 2002. Vannstandsfluktuasjoner i Altaelva ved Sautso 1991-2002. SG-Rapport S7092G-R01/02. Statkraft Grøner. 16 s + vedlegg.
- Berg M. 1964. Nord-Norske lakseelver. Johan Grundt Tanum Forlag, Oslo 299 s.
- Borsányi P, Alfredson K, Harby A, Ugedal O, Kraxner C. 2004. A Meso-scale Habitat Classification Method for Production Modelling of Atlantic Salmon in Norway. *Hydroécol Appl* 1:119-138
- Bremset G, Berg M, Berger HM, Dokk JG & Museth J. 2012. Ungfiskundersøkelser i Namsen. Forsøk med bruk av elektrisk fiskebåt. NINA Rapport 870.
- Charnov EL. 1996. Optimal Flower Lifetimes. *Evolutionary Ecology*, 10: 245-248
- Elliott JM. 1994. *Quantitative Ecology and the Brown Trout*. Oxford University Press, Oxford.
- Finstad AG, Einum S, Forseth T, Ugedal O. 2007. Shelter availability affects behaviour, size-dependent and mean growth of juvenile Atlantic salmon. *Freshwater Biology* 52(9):1710-1718 doi:10.1111/j.1365-2427.2007.01799.x
- Finstad AG, Einum S, Ugedal O, Forseth T. 2009. Spatial distribution of limited resources and local density regulation in juvenile Atlantic salmon. *The Journal of animal ecology* 78(1):226-35 doi:10.1111/j.1365-2656.2008.01476.x
- Forseth T, Næsje TF, Jensen AJ, Saksgård L & Hvidsten, NA. 1996. Ny forbitappingsventil i Alta kraftverk: Betydning for laksebestanden. NINA Oppdragsmelding 392.
- Forseth T, TF Næsje Saksgård R, Ugedal O, Aursand M, Thorstad EM, & Hårsaker K. 2000. Fettforbrenning og fysiologisk kondisjon hos laksunger fra Altaelva. Altaelvarapport nr. 14. s. 1-37.
- Forseth T, Harby A. 2013. Håndbok for miljødesign i regulerte vassdrag. NINA Temahefte 52, 90 s.
- Harby A, Alfredsen K, Arnekleiv JV, Flodmark LEW, Halleraker JH, Johansen S, & Saltveit SJ. 2004. Raske vannstandsendringer i elver. Virkninger på fisk, bunndyr og begroing. Sluttrapport fra forskningsprosjektet "Konsekvenser av effektkjøring på økosystemer i rennende vann". SINTEF rapport, TR A5932, 39 s.
- Heggberget TG. 1981. Fiskeribiologiske undersøkelser i Barduelva. Rapport Nr. 9 – 1981. Direktoratet for vilt og ferskvannsfiske. Reguleringsundersøkelsene
- Hindar K, Diserud O, Fiske P, Forseth T, Jensen A J, Ugedal O, Jonsson N, Storeid SE, Arnekleiv JV, Saltveit SJ, Sægrov H, & Sættem LM. 2007 Gytebestandsmål for laksebestander i Norge. - NINA Rapport 226. 78 s.
- Jensen JW, & Koksvik,JI. 1993. Fiskerisakkyndig uttalelse om reguleringens virkning på den lakseførende strekning av Altaelva. Altautbyggingen. Fiskeskjønn.
- Jensen AJ & Johnsen BJ. 1986. Different adaptation strategies of Atlantic salmon (*Salmo salar*) populations to extreme climates with special reference to some cold Norwegian rivers. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 43, 980-984.
- Jonsson B & Jonsson N. 2011. *Ecology of Atlantic Salmon and Brown Trout: habitat as a template for life histories*. Springer Dordrecht Heidelberg London, 708 pp
- Lindeman AA, Grant JWA, Desjardins CM. 2015. Density-dependent territory size and individual growth rate in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Ecology of Freshwater Fish* 24(1):15-22 doi:10.1111/eff.12120
- Stefansson S, Pettersen K. 1997. Vekst hos laksunger ved lave temperaturer. Lakseforsterkningsprosjektet i Suldalslågen. Nr 29.2-25
- Svenning MA, Kanstad-Hanssen Ø & Halvorsen M. 1998. Etterundersøkelser i Målselvvassdraget med hensyn på tetthet av laksunger og fangst av voksen laks. NINA Oppdragsmelding 526:1-24
- Svenning MA & Johansen M. 2001. Bonitering av Målselvvassdraget med hensyn på produksjon av laksunger. NINA Oppdragsmelding 711:17 s.
- Svenning MA & Kanstad-Hanssen Ø. 2021. Fiskefaglige undersøkelser i Divielva og Måselva i 2019 og 2020. NINA rapport 2002. Norsk institutt for naturforskning.
- Ugedal O, Forseth T, Jensen AJ, Koksvik JI, Næsje TF, Reinertsen H, Saksgård L, & Thorstad EB. 2002. Effekter av kraftutbyggingen på laksebestanden i Altaelva. Undersøkelser i perioden 1981-2001. Altaelva, Rapport nr. 22. Statkraft Grøner. 166 s.
- Wootton RJ. 1990. *Ecology of Teleost Fishes*. Chapman & hall, London
- Zippin C. 1958. The removal method of population estimation. *Journal of wildlife management* 22(1): 82-90







*Norsk institutt for naturforskning, NINA, er en uavhengig stiftelse som forsker på natur og samspillet natur–samfunn.*

*NINA ble etablert i 1988. Hovedkontoret er i Trondheim, med avdelingskontorer i Tromsø, Lillehammer, Bergen og Oslo. I tillegg driver NINA Sæterfjellet avlsstasjon for fjellrev på Oppdal, og forskningsstasjonen for vill laksefisk på lms i Rogaland.*

*NINAs virksomhet omfatter både forskning og utredning, miljøovervåking, rådgivning og evaluering. NINA har stor bredde i kompetanse og erfaring med både naturvitere og samfunnsvitere i staben. Vi har kunnskap om artene, naturtypene, samfunnets bruk av naturen og sammenhenger med de store drivkreftene i naturen.*

ISSN: 1504-3312  
ISBN: 978-82-426-4910-2

## Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

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

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

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger