

2166

NINA Rapport

## Midlertidig manøvreringsreglement ved Hunderfossen kraftverk

Vurdering av effekter på bestanden av Hunderørret i prøveperioden 2017-2022

Jon Museth, Morten Kraabøl og Kjetil Rolseth



## **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.

# Midlertidig manøvreringsreglement ved Hunderfossen kraftverk

Vurdering av effekter på bestanden av Hunderørret i  
prøveperioden 2017-2022

Jon Museth  
Morten Kraabøl  
Kjetil Rolseth

Museth, J., Kraabøl, M & Rolseth, K. 2023. Midlertidig manøvreringsreglement ved Hunderfossen kraftverk. Vurdering av effekter på bestanden av Hunderørret i prøveperioden 2017-2022. NINA Rapport 2166. Norsk institutt for naturforskning.

Lillehammer, mars 2023

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-4960-7

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Stein Johnsen

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Kristin E. Mathiesen (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Opplandskraft/Hafslund Eco Vannkraft

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Trond Taugbøl (Hafslund Eco Vannkraft)

FORSIDEBILDE

Inntaksdammen til Hunderfossen kraftverk og elvestrekningen ned til Jernbanebrua. © Kjetil Rolseth

NØKKEWORD

- Hunderfossen kraftverk, Innlandet fylke, Norge
- Hunderørret, storørret, storaure
- Evaluering, midlertidig manøvreringsreglement
- Gytefisk, gytegroper, gyteoppgang, nedvandring
- Fisketeller, fisketrapp, drone

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

*Museth, J., Kraabøl, M. & Rolseth, K. 2023. Midlertidig manøvreringsreglement ved Hunderfossen kraftverk. Vurdering av effekter på bestanden av Hunderørret i prøveperioden 2017-2022 NINA Rapport 2166. Norsk institutt for naturforskning*

I 2017 ga NVE Opplandskraft DA tillatelse til å fravike gjeldende manøvreringsreglement (fra 1976) for Hunderfossen kraftverk for perioden 19.05.2017 til 18.05.2022. Målet med de midlertidige endringene i reglementet var å bedre forholdene for naturlig produksjon av Hunderørret i Gudbrandsdalslågen. I tillegg til bestemmelser om økt vannføring (21. september til 30. juni) på den 4,4 km lange minstevannføringsstrekningen, formaliserte det midlertidige reglementet bestemmelser om lokkeflommer og manøvrering av isluke og flomluker for å bedre forholdene opp- og nedvandring til Hunderørret forbi inntaksdammen og på minstevannføringsstrekningen.

Hovedmålsettingen med dette prosjektet har vært å vurdere effektene av det midlertidige manøvreringsreglement på rekrutteringsforholdene for storørretbestanden på regulert elvestrekning. I regi av dette prosjektet har gyteaktiviteten nedstrøms Hunderfossen blitt overvåket med bruk av drone, og det er gjort vurderinger av forholdene for nedvandring til gytefisk og støing på minstevannføringsstrekningen hhv. høst og vår. Vi har tillegg benyttet data fra overvåkingen som gjennomføres i regi av Statsforvalteren i Innlandet og Opplandskraft DA, bl.a. ungfiskundersøkelser på minstevannføringsstrekningen og overvåking av oppgangen av gytefisk i fisketrappa.

Det har vært en svært positiv utvikling i oppgangen av gytefisk i fisketrappa ved Hunderfossen de senere årene, og denne positive utviklingen skyldes først og fremst en økning i oppvandringen av villfisk. Den positive utviklingen ser imidlertid ut til å ha startet før det midlertidige manøvreringsreglementet trådte i kraft i 2017, og vi forventer at de første Hunderørretene som er produsert under det midlertidige reglementet, returnerer som gytefisk tidligst høsten 2023. Årsakene til den økte oppgangen av gytefisk i fisketrappa de senere er derfor sammensatt, og vi peker på redusert fangstdødelighet i Mjøsa og Lågen, høye tettheter av byttefisk (krøkle) i Mjøsa og endret lukemanøvrering f.o.m. 2013 som har bedret forholdene for opp- og nedvandring forbi dammen ved Hunderfossen, som sannsynlige forklaringer på den positive utviklingen. Vi mener det er svært sannsynlig at det er og har vært en betydelig underrekruttering i Lågen oppstrøms Hunderfossen, dvs. at den naturlige produksjonen av ørret vil øke hvis flere gytefisk fikk gyte her, og det er derfor ikke usannsynlig at man allerede har observert en positiv effekt på produksjonen av Hunderørret som følge av økt oppvandring i fisketrappa i flere år etter 2002.

Selv om det er stor variasjon i anvendt gyteareal (2378-3609 m<sup>2</sup>) og fordeling av gytegrøper (207-402) mellom år, konkluderer vi med at økt vannføring i prøvereglementsperioden har gjort at minstevannføringsstrekningen mellom jernbanebrua og Hunderfoss-dammen har fått større arealer som er egnet til gyting. Gytegrøpene fordeler seg over et større areal og omfanget av overgraving har blitt redusert. Selv om ungfiskundersøkelsene så langt ikke kan dokumentere at økt minstevannføring har ført til økt tetthet og produksjon av ungfisk på minstevannføringsstrekningen, vil allikevel redusert overgraving trolig ha bidratt positivt fordi flere foreldrepar bidrar til ungfiskproduksjon, dvs. den effektive populasjonsstørrelsen har trolig økt som følge av prøve-reglementet.

Vi kan, basert på bruk av drone som metode, ikke konkludere entydig med at økt minstevannføring om høsten har bedret forholdene for nedvandring, men det er allikevel observert at man i fire av fem år har registrert betydelig færre støing om våren enn det som var tilfelle i de to årene før det midlertidige manøvreringsreglementet trådte i kraft.

Vi anbefaler at det midlertidige manøvreringsreglementet videreføres, og at:

- Overvåkingen av gyteaktivitet og forholdene for nedvandring av gytefisk/støing nedstrøms Hunderfossen videreføres.
- Det etableres stasjoner for overvåking av ungfisktetthet i Lågen både oppstrøms Hunderfossen og nedstrøms kraftverktløpet.

- Overvåkingen av ungfisktetthet på minstevannføringsstrekningen videreføres, og om mulig utvides.
- Dagens praksis for lukemanøvrering for å optimalisere forholdene for oppvandring videreføres, og at mulighetene for ytterligere bedring av forholdene for oppvandring utredes parallelt med de planlagte tiltakene for å sikre nedvandring forbi dammen.

Jon Museth (prosjektleder), Norsk institutt for naturforskning (NINA), Vormstuguvegen 40, 2624 Lillehammer, [jon.museth@nina.no](mailto:jon.museth@nina.no), tlf. +47 41313496  
Morten Kraabøl (Multiconsult)  
Kjetil Rolseth (Rolseth Foto)

# Innhold

<b>Sammendrag</b> .....	<b>3</b>
<b>Innhold</b> .....	<b>5</b>
<b>Forord</b> .....	<b>6</b>
<b>1 Innledning</b> .....	<b>7</b>
<b>2 Materiale og metode</b> .....	<b>10</b>
2.1 Oppgang av ørret i fisketrappa.....	10
2.2 Bruk av drone for å kartlegge gyteareal, antall gytegroper og antall gytefisk/støing....	12
<b>3 Resultater</b> .....	<b>14</b>
3.1 Utvikling i oppgang av gytefisk i fisketrappa .....	14
3.2 Oppgang av ørret i fisketrappa gjennom sesongen i perioden 2016-2020.....	16
3.3 Oppgang av ørret gjennom døgnnet i perioden 2016-2021.....	17
3.4 Oppgang i fisketrappa ved ulike vannføringer i perioden 2017-2021 .....	17
3.5 Lengdefordeling til registrert ørret i fisketelleren .....	23
3.6 Utvikling i gyteareal og gytegroper .....	25
3.6.1 Utvikling i antall overvintrende støing nedstrøms Hunderfosdammen .....	33
3.7 Ungfisktetthet.....	36
<b>4 Diskusjon</b> .....	<b>38</b>
<b>5 Referanser</b> .....	<b>48</b>

## Forord

NVE ga i mai 2017 Opplandskraft midlertidig tillatelse til fravik fra manøvreringsreglementet for Hunderfossen kraftverk. Søknaden fra Opplandskraft hadde til hensikt å finne gode løsninger som i større grad ivaretok hensynet til Hunderørreten gjennom økt vannføring i oppvandrings- og nedvandringsperioder, samt økt minstevannføring om vinteren.

Kjetil Rolseth (Rolseth Foto), Morten Kraabøl (Multiconsult) og Jon Museth (NINA) har på oppdrag fra Opplandskraft vurdert effekten av det midlertidige manøvreringsreglementet gjeldende i femårsperioden fra 19. mai 2017 til 18. mai 2022. I og med at Hunderørreten står 3-5 år på elva før den vandrer ut i Mjøsa, og at det går ytterligere 2-4 år før de returnerer til elva som gytefisk, presiseres det at tidsperioden er for kort til å konkludere med hvilken effekt det midlertidige manøvreringsreglementet har hatt på produksjonen av smolt og gytefisk. Denne rapporten oppsummerer kunnskapen om oppgangen av gytefisk i fisketrappa (1966-2022), fordeling av og antall gytegroper på minstevannføringsstrekningen mellom jernbanebrua og demningen på Hunderfossen, utvikling i ungfisktetthet og forholdene for nedvandring av utgytt fisk og støying på minstevannføringsstrekningen hhv. høst og vår.

Kjetil Rolseth har hatt ansvar for overvåkingen av gytegroper og antall gytefisk ved hjelp av drone, og Morten Kraabøl har i samarbeid med Kjetil Rolseth kvalitetssikret observasjonene av gytegroper og telling av gytefisk på minstevannføringsstrekningen nedstrøms demningen ved Hunderfossen til jernbanebrua, en strekning på ca. 600 m. Rapporteringen er ledet av Jon Museth, men med bidrag fra samtlige forfattere.

Parallelt med dette prosjektet arbeider Morten Kraabøl og Kjetil Rolseth med å beskrive endringer vanndekt areal og vannhastighet ved økt vannføring fra 1,8 m<sup>3</sup>/s til 5 m<sup>3</sup>/s. Disse resultatene publiseres i egen rapport,

Det arbeides for tiden med tekniske løsninger for å bedre forholdene for nedvandring forbi Hunderfossen kraftverk. Ansvarlig for utredning av disse løsningene har vært Lars Bendixby fra Norconsult. Morten Kraabøl og Jon Museth har bidratt med faglige innspill til dette arbeidet.

Vi takker vedlikeholdsleder Sigurd Eikerol og seniorrådgiver Trond Taugbøl fra Hafslund Eco Vannkraft for godt samarbeid underveis i prosjektet.

Det må også nevnes at Kjetil Rolseth har lagt ned en betydelig innsats parallelt med dette prosjektet for å videreutvikle droneteknologien, bl.a. uttesting av ulike type filter, slik at denne kan brukes ved varierende observasjonsforhold. Uten dette arbeidet hadde det ikke vært mulig å presentere så gode og presise data på bl.a. gytegroper og gytefisk som vi kan i denne rapporten.

Lillehammer, mars 2023

Jon Museth,  
prosjektleder



# 1 Innledning

De ulike stammene av storørret i Norge representerer unike økologiske og kulturelle verdier som det er bred enighet om at det er viktig å bevare (Museth mfl. 2018, Gladsø mfl. 2020). I de fleste steder i landet hvor det har vært livskraftige bestander av storørret, har disse gjennom hundrevis av år hatt stor betydning for lokalbefolkning, fiskerettshavere og etter hvert også tilreisende sportsfiskere (se f.eks. Dervo mfl. 1996, Aass og Kraabøl 1999, Aass 2011). I en nasjonal gjennomgang av status til et utvalg storørretbestander ble vassdragsregulering identifisert som en viktig negativ påvirkningsfaktor i ca. 70% av lokalitetene (Museth mfl. 2018). Utvalget bak rapporten påpekte at det var et stort behov for implementering av miljøbasert vannføring i regulerte elver som i størst mulig grad er tilpasset storørretens ulike krav gjennom livet. I tillegg ble det påpekt at det var et stort behov for å gjennomføre habitatforbedrende tiltak i gyteelver som er påvirket av vannkraftproduksjon og andre fysiske inngrep, forbedre vandringsløsninger ved menneskeskapte vandringshindre, samt sikre en bærekraftig regulering av fiske.

Hunderørreten som gyter i Gudbrandsdalslågen med sideelver og bruker Mjøsa som næringslokalitet, er på grunn av sin livshistorie, individuelle størrelse og historiske betydning en av de mest ikoniske storørretpopulasjonene i Norge (se bl.a. Aass og Kraabøl 1999, Aass 2011, Kraabøl 2012). Storørreten i Mjøsa er i *Forslag til strategi for bevaring og utvikling av bestandene av storørret i Norge* foreslått som kandidat til nasjonalt storørretvassdrag (Gladsø mfl. 2020).

I arbeidet med kunnskapskapsoppsummeringen om storørret i Norge fra 2018 (Museth mfl. 2018) ble det tydelig at kunnskapen om storørreten som gyter i Gudbrandsdalslågen var relativt god sammenlignet med andre storørretbestander i Norge. Dette kunnskapsgrunnlaget ble lagt til grunn i søknaden fra Opplandskraft DA om midlertidig tillatelse til fravik fra manøvreringsreglementet for Hunderfossen kraftverk over en 5-års periode (sendt NVE desember 2016). Søknaden fra Opplandskraft baserte seg i tillegg til forslag om økt minstevannføring, på en intern manøvreringsinstruks fra 2013. Bakgrunnen for søknaden fra Opplandskraft fra 2016 var bl.a. et krav fra AL Lågen Fiskeelv så tidlig som i 2008, om omgjøring av manøvreringsreglementet for Hunderfossen kraftverk. NVE vurderte den gang dette kravet å falle inn under prioriterte retningslinjer for omgjøringssaker som kunne vurderes etter §28 i vannressursloven. Grunnlaget for dette var nettopp hensynet til den nasjonalt verneverdige Hunderørret-stammen, men foreløpig er det ikke fattet noe vedtak i NVE om å behandle dette som en omgjøringssak. I brev av 3. april 2009 kommenterte Opplandskraft DA kravet om omgjøring, og det ble bl.a. redegjort for ulike flaskehalsen i Hunderørretens livssyklus som kunne relateres til driften av Hunderfossen kraftverk, og det ble foreslått tiltak som kunne bedre situasjonen.

I 2017 ga NVE Opplandskraft DA tillatelse til å fravike gjeldende manøvreringsreglement for Hunderfossen kraftverk for perioden 19.05.2017 til 18.05.2022. Gjeldende manøvreringsreglement ble fastsatt i kgl. Res av 20.05.1960 med tilføyinger av 05.11.1965 og 02.07.1976. I tabellen nedenfor er endringene presentert:

Tidsperiode	Minstevannføring (m <sup>3</sup> /s) i midlertidig manøvreringsreglement	Endring i forhold til gjeldende reglement:
01.07 - 15.07	15	Uendret
16.07 - 01.09	20	Uendret
02.09 - 10.09	15	Uendret
11.09 - 20.09	10	Uendret
21.09 - 05.11	7	Endret fra 5 m <sup>3</sup> /s i perioden 21.9 – 30.9 og fra 1.8 m <sup>3</sup> /s i perioden 01.10. – 05.11
06.11 - 14.06	5	Endret fra 1.8 m <sup>3</sup> /s
15.06 - 30.06	7	Endret fra 1.8 m <sup>3</sup> /s

I tillegg er det gitt følgende bestemmelser om lukemanøvrering og lokkeflommer i det midlertidige reglementet:

Lukemanøvrering:

- Tiltak for å bedre forholdene for nedvandring: Når vannføringen ved Losna overstiger 150 m<sup>3</sup>/s under vårmeltingen, skal minstevannføringen på 5 m<sup>3</sup>/s begynne å slippes over isluka. Vannslippet over isluka økes til minst 20 m<sup>3</sup>/s når flomvannføring gjør dette mulig. Etter at minstevannføringen begynner å slippes over isluka, skal det bestrebes å slippe så mye som mulig av minstevannføringen over isluka videre fram til 30.11 (delvis praktisert i intern instruks fra 2013).
- Tiltak for å bedre forholdene for oppvandring: Når det går vann forbi utover vannslippet i isluka og fisketrappa, skal det prioriteres å bruke flomluke 4 og deretter flomluke 3, dersom ikke spesielle grunner eller ny kunnskap tilsier noe annet (delvis praktisert i intern instruks fra 2013)

Lokkeflommer for å sikre opp- og nedvandring på regulert strekning:

- Tiltak for å bedre forholdene for oppvandring på minstevannføringsstrekningen: Hvis det i perioden 15.8 – 10.9 ikke har vært naturlige vannføringstopper slik at minst 60 m<sup>3</sup>/s har gått over dammen over en periode på minst to døgn, skal det slippes en lokkeflom på 60 m<sup>3</sup>/s over ett døgn innen 20.9. Opptrapping skal skje gradvis med 20 m<sup>3</sup>/s per time, og nedtrapping med 10 m<sup>3</sup>/s per time (praktisert i intern instruks fra 2013).
- Tiltak for å bedre forholdene for nedvandring over dam og på minstevannføringsstrekningen: I perioden 10.10-25.10 skal det slippes 20 m<sup>3</sup>/s over isluka i minst to døgn (ny praksis) og i perioden 5.5-15.5 skal det slippes 20 m<sup>3</sup>/s over isluka i minst to døgn (ny praksis)

Videre er det presisert at vannføringsendringer så langt det er mulig, skal foregå gradvis med inntil 10 m<sup>3</sup>/s per time.

I den midlertidige tillatelsen til å fravike manøvreringsreglementet fra NVE ble det satt som en forutsetning at tiltaket skulle følges opp med vitenskapelige undersøkelser. I denne rapporten fokuserer vi på følgende:

- Utvikling i fiskeoppgang i fisketrappa med fokus på størrelsesfordeling, artsfordeling, forhold mellom villfisk og settefisk av ørret.
- Utvikling i antall gytefisk, antall og fordeling gytegroper/-areal på regulert strekning mellom demning og Jernbanebrua. I utgangspunktet var det planlagt å følge opp registreringene som Kraabøl (2006) gjennomførte i perioden 1990-2005, men disse ble etter grundige vurderinger erstattet av bruk av drone, som i tillegg til kjerneområdet ved Jernbanebrua, også ga resultater fra områdene nærmere demningen (sone 3-4, se kap. 2).
- Overvåking av utvandring av utgytt ørret og støing på regulert strekning hhv. høst og vår, bl.a. for å evaluere om slipp av minimum 20 m<sup>3</sup>/s i perioden 10.10 – 25.10 er tilstrekkelig for å «få ut» fisken til Mjøsa etter gyting.
- Analyse av hvordan vannføring og lukemanøvrering påvirker oppgangen av fisk i fiske-trappa. Tidligere undersøkelser har konkludert med at slipp i flomluke 3 og 4 er best for å lokke fisken mot området for trappeinngangene (Kraabøl 2012), men det ble lagt opp til et forsøksoppsett i prøvereglementsperiodene med varierende vannføring i flomluke 3 og 4 for å se om det var mulig med ytterligere optimalisering av lukemanøvreringen. I praksis skulle dette gjennomføres ved å bytte på hvilke av de to lukene som skulle ligge i automatisk regulering. Det viste seg imidlertid at flomluke 4 ikke kunne ligge i automatisk regulering fordi det oppstod uheldige episoder med stranding av fisk nedstrøms denne når den ble lukket. Det ble derfor besluttet at det var flomluke 3 som måtte ligge i automatisk regulering, og det ble derfor begrenset med muligheter for å teste ut muligheten for ytterligere optimalisering av lukebruk

I tillegg ble det besluttet at eksisterende data fra ungfiskregistreringer med elektrisk fiskeapparat på minstevannføringsstrekningen i regi av Statsforvalteren i Innlandet skulle benyttes i analyse.

Pålegget fra Statsforvalteren fra 2014 om å bedre forholdene for nedvandring forbi Hunderfossen kraftverk har blitt håndtert separat, med flere nedvandringsundersøkelser (Kraabøl mfl. 2015, Forseth og Museth 2020) senere gjennom utredning av konkrete løsningsforslag (bl.a. Norconsult 2022)

Vi har i dette prosjektet fokusert på hvordan økt minstevannføring har påvirket arealet som benyttes til gyting på regulert strekning nedstrøms Hunderfoss-demningen, og om nye bestemmelser om lukemanøvrering og vannslipp er tilstrekkelig til å sikre nedvandring av utgytt fisk på regulert strekning. Selv om tettheten av ungfisk av ørret på regulert strekning er undersøkt av Statsforvalteren i Innlandet før og under i prøvereglementsperioden (Statsforvalteren i Innlandet, 2021), vil ikke eventuelle netto positive resultater på produksjonen av ørret fra gytingen høsten 2017 og senere, registreres før disse returnerer som gytefisk. Det er stor variasjon i livshistorien til Hunderørret, men vi kan ut ifra tidligere undersøkelser konkludere med at ungfisk står 3-5 år på elv før den vandrer ut i Mjøsa, og at de returnerer som gytefisk etter 2-4 år i innsjøen (Aass mfl. 2017, Nater mfl. 2018). Vi kan derfor anta at de første gytefiskene som er produsert under det midlertidige manøvreringsreglementet, returnerer til Gudbrandsdalslågen høsten 2023.

Selv om denne rapporten ikke kan presentere en fullstendig evaluering av effektene av det midlertidige manøvreringsreglementet, diskuteres resultatene opp mot de fysiske endringene dette har medført, og vi kommer også med anbefalinger om videre oppfølging.

## 2 Materiale og metode

### 2.1 Oppgang av ørret i fisketrappa

Årlig oppgang av gytefisk i fisketrappa ved Hunderfossen har blitt overvåket siden 1966, og dette har vært en viktig overvåkingsparameter for status til Hunderørreten. I tillegg har registreringene med drone, som er gjennomført som en del av dette prosjektet, gjort at vi har fått estimater på antall ørret som gyter nedstrøms demningen. Den offisielle statistikken som Statsforvalteren i Innlandet årlig publiserer starter i 1978, men vi har også inkludert data fra oppgangen i perioden 1966-1977 i denne rapporten, selv om denne også inkluderer et varierende antall ørret som ble fanget ved østre flomløp og båret over (for detaljer se Kraabøl mfl. 2009b).

Registreringen av oppgangen av Hunderørret i fisketrappa har gitt verdifull kunnskap om størrelsesfordeling og andel settefisk. Skjellanalyser og merkeprogrammet har gitt verdifull kunnskap om livshistorieparametere til Hunderørret (se bl.a. Aas mfl. 1989, Aass mfl. 2017, Haugen mfl. 2008, Nater mfl. 2018). I 2017 ble den fysiske fiskefella i fisketrappa, der all oppvandrende ørret ble fanget, målt, merket og tatt skjellprøver av, erstattet av en automatisk Vaki fisketeller. Fordelen med fisketelleren er at fisken svømmer fritt gjennom fisketrappa uten noen form for forsinkelse eller håndtering. Ulempen er det er noe mer usikkerhet knyttet til bl.a. lengdemåling. Følgende forhold er viktig å være klar over når oppgangstallene før og etter fisketelleren skal sammenlignes:

- Fisketelleren estimerer lengden til fisken ut ifra målt maksimal høyde, og det ble gjennomført kalibreringsforsøk i løpet av 2016 der både fiskefella og fisketelleren var i drift samtidig. Dette forsøket viste godt samsvar i antall, andel settefisk og lengdefordeling til oppvandrende Hunderørret (Statsforvalteren i Innlandet, 2021).
- Det er ikke alltid det er mulig å skille mellom settefisk (klipt fettfinne) og villfisk (fettfinne intakt) på grunn av kvaliteten på videoen (f.eks. pga. dårlig sikt i vannet), og andelen settefisk er derfor estimert basert på et utvalg av videoer med god nok kvalitet.
- Fisketelleren har vist at det vandrer en betydelig andel mindre ørret i trappa, dvs. ikke gytemoden ørret, og disse har ikke blitt registrert tidligere i den fysiske fiskefella. For å få sammenlignbare tall på gyteoppgangen før og etter installasjon av fisketelleren benytter vi den offisielle statistikken som viser oppgangen av ørret  $\geq 45$  cm når vi vurderer utvikling og trender (Statsforvalteren i Innlandet, 2021).
- Det registreres en del nedvandrende fisk i fisketelleren. Ut ifra vurderinger som er gjort i forbindelse med analyse av materialet vurderes disse hovedsakelig å være fisk som snur i fisketrappa, og at dette i liten grad er reelle nedvandringer (dvs. fisk som har vandret ned forbi dammen gjennom fisketrappa). Disse registreringene av «ned» trekkes derfor i fra det totale antallet som er registrert som «opp» i tallet for den totale gyteoppgangen.

Vi viser til årsrapporten fra Statsforvalteren i Innlandet (2021) der det er redegjort for grunnlagsdataene, men som et eksempel vises tallene for 2021 i **tabell 2.1**

**Tabell 2.1** Oversikt over registreringer i fisketelleren i fisketrappa ved Hunderfossen i 2021 (observert) og de beregninger som er gjort for å estimere gyteoppgangen av villfisk og settefisk  $\geq 45$  cm (estimert). I 2021 ble det registrert 906 oppvandrende og 241 nedvandrende fisk, og derfor en total netto oppgang på 665 fisk. Av disse var 664 ørret og 1 gullbust. Estimert antall oppvandrende villfisk og settefisk er markert i rødt.

		<b>2021</b>		
	OPP	906		
	NED	241		
	NETTO OPPVANDRING	<b>665</b>		
<hr/>				
<b>Observert</b>		<b>Opp</b>	<b>Ned</b>	<b>Netto</b>
	Fisk	0	0	0
	Ørret vill	518	39	479
	Ørret settefisk	161	15	146
	Ørret	224	185	39
	Harr	0	0	0
	Gullbust	3	2	1
<b>Estimert</b>				
	Andel ørret settefisk	<b>0,24</b>	0,28	<b>0,23</b>
	Andel ørret settefisk $\geq 45$ cm	<b>0,32</b>	0,38	<b>0,24</b>
	Andel harr	0,00	0,00	
	Andel gullbust	0,01	0,01	
	Andel ørret	0,99	0,99	
	Totalt antall ørret	903	239	<b>664</b>
	Herav vill ørret	692	173	<b>509</b>
	Totalt antall harr	0	0	0
	Andel NED av OPP	0,27		
	Ørret < 45 cm:			51
	Ørret $\geq 45$ cm:			<b>613</b>
	<b>Vill <math>\geq 45</math> cm</b>			<b>466</b>
	<b>Settefisk <math>\geq 45</math> cm</b>			<b>147</b>

## 2.2 Bruk av drone for å kartlegge gyteareal, antall gytegroper og antall gytefisk/støing

Dronefilming ble gjennomført av Kjetil Rolseth (Luftfartstilsynet, dronepilot reg. nr **NORnc5cylwqp94k7-iu4**, "Rolseth Foto"). Dette ble gjort for å overvåke antall gytegroper og det anvendte gytearealets utbredelse mellom jernbanebrua og demningen de ulike årene. Dette området ble delt inn i fire soner (**figur 2.1**), og resultatene fra hver sone er presentert de ulike årene. Sone 1 tilsvarer det området som ble overvåket av Kraabøl (2006) i perioden 1990-2005, og resultatene av de visuelle observasjonene til Kraabøl (2006) og registreringene som er gjennomført i perioden 2016-2021 med drone er direkte sammenlignbare for sone 1. I tillegg er det med drone telt antall gytefisk ved ulike tidspunkt på høsten på den samme strekningen, og antall støing om våren før første vårflo.



**Figur 2.1** Strekningen av Gudbrandsdalslågen mellom Jernbanebrua og Hunderfossdemningen ble delt inn i fire soner i analysene av gyteareal og antall gytegroper.

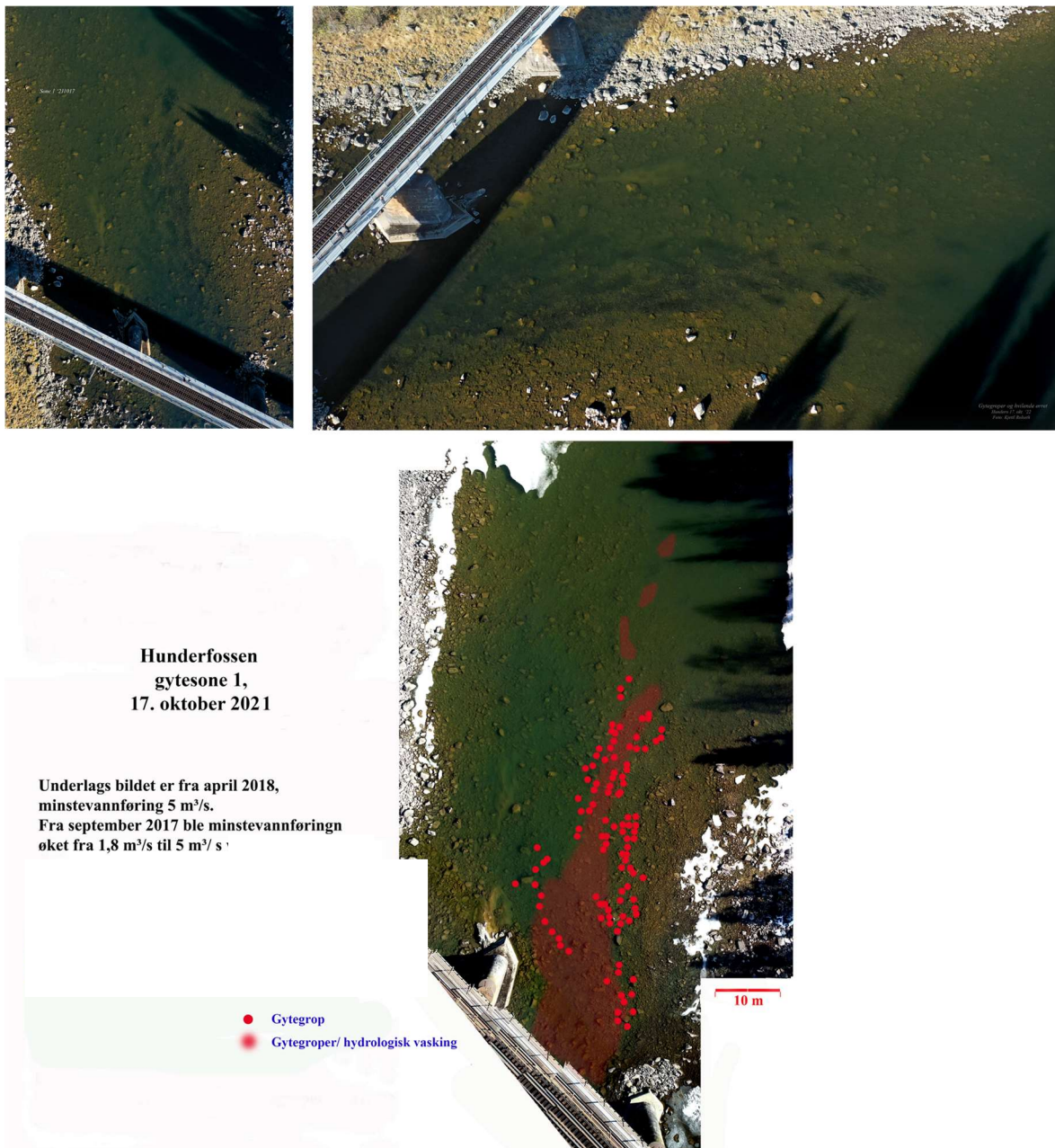
Flyging ble gjennomført med tre droner, hhv. DJI Phantom 4 pro- V2 (<https://www.dji.com/no/phantom-4-pro-v2>), Mavic 2 pro (<https://www.dji.com/no/mavic-2>) og Mavic 3 ([https://www.dji.com/no/mavic-3?site=brandsite&from=landing\\_page](https://www.dji.com/no/mavic-3?site=brandsite&from=landing_page)). Alle tre dronene er utstyrt med spesialtilpasset software på kamera og egenutviklet filterteknologi for filming av og ned i vann. Dette er utviklet av Kjetil Rolseth. Denne teknologien søker å redusere/fjerne polarisert lys, forandre bølgelengden på reflektert lys og øke kontrast. Mer detaljert informasjon kan gis av Kjetil Rolseth.

Det flys først i høyder som gir geografisk gjenkjennelse og oversikt over området. Ved kartlegging av områder for forekomst av fisk, flys det deretter i betydelig lavere høyder som muliggjør observasjon av fisk og gytegroper. Dernest ble ønskede detaljer som observasjoner av gytegroper, gytefelt og fisk dokumentert ved videofilm og stillbilder fra hensiktsmessig høyde. Ved videofilming fra drone vil dronehøyden bestemme perspektiv og detaljering. Utlagte fastmerker og målestav (1 m) ble brukt som en referanse, noe som muliggjorde bl.a. estimering av fiskestørrelse. Ved fotografering og videofilming med vertikale opptak ligger georeferanse i metadata til den digitale bildeinformasjonen.

For hver av de fire sonene ble det etablert et underlagsbilde hvor observasjoner av gytegroper og gyteareal ble markert for hvert år. Underlagsbildet ble tatt på våren med god sikt i vannet og lav vannføring. Dronefilm av de enkelte sonene ble etter endt gyting hvert år gjennomgått på 4K storskjerm av Rolseth og Kraabøl i felleskap i NINAs lokaler på Lillehammer, og oppgravd areal og enkeltgroper ble plottet og overført til underlagsbilde (**figur 2.2**).

Selv om registreringene ble gjennomført på regulert strekning var det varierende forhold for registreringer, og endret vannføring under og/eller rett etter gyting kunne føre til helt eller delvis utvasking av gytegroper slik at de ble vanskelige å registrere og skille fra hverandre. Dette gjaldt

særlig høsten 2018 når det ble storflom i midten av oktober (maks vannføring 2088 m<sup>3</sup>/s), men også i 2021 og 2022 ble det betydelig økning i vannføring og turbiditet i løpet av gytesesongen.



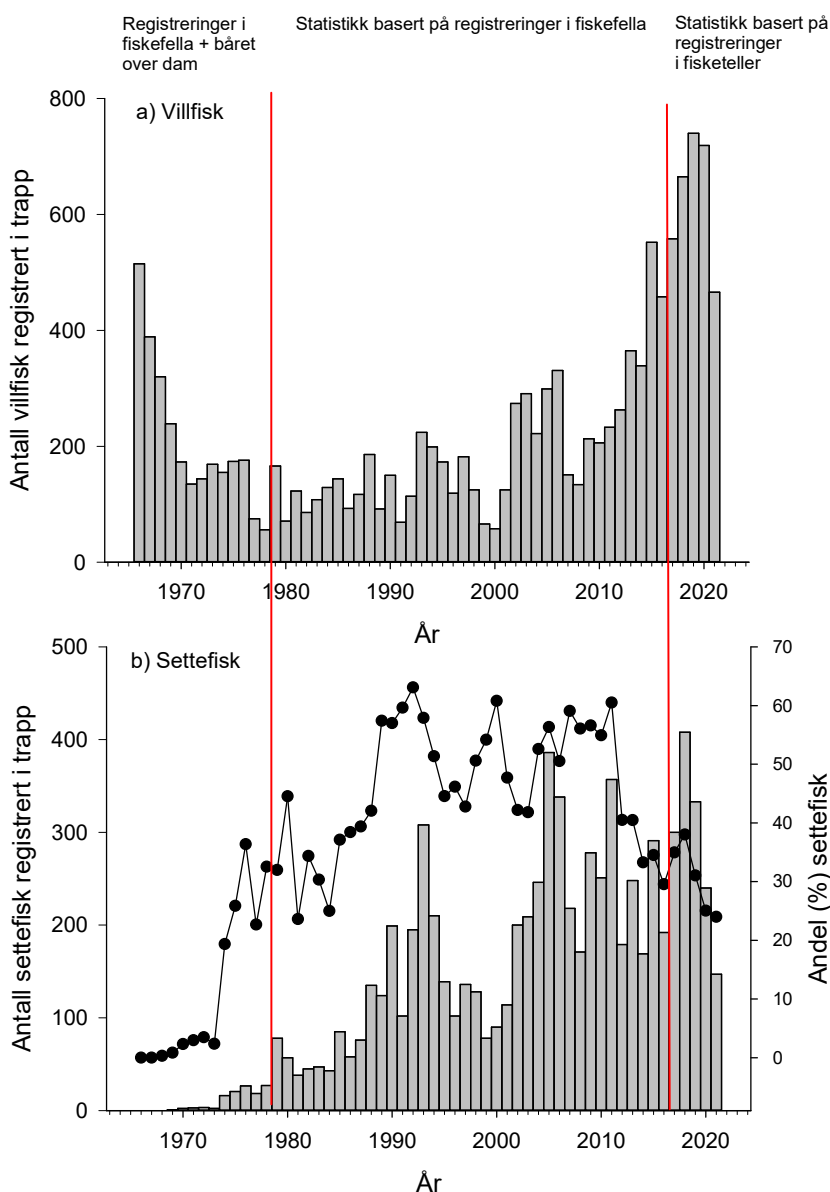
**Figur 2.2** Stillbilder av dronefilm fra gytegrøpregistreringer i sone 1 (to øverste bilder) som ble gjennomgått på storskjerm og dannet grunnlag for plottet på grunnlagskartet (nederst)

## 3 Resultater

### 3.1 Utvikling i oppgang av gytefisk i fisketrappa

I dette kapitlet presenteres en analyse av oppvandring av Hunderørret i fisketrappa ved Hunderfossen i perioden før (1966-2016) og etter perioden med midlertidig manøvreringsreglement (2017-2021). Hovedfunnene og de forventede effektene av det midlertidige manøvreringsreglementet diskuteres i kapittel 4. I perioden 2016-2021 ble det registrert en netto oppgang av 5760 ørret i fisketelleren, mens det kun ble registrert en netto oppgang av ni harr og én gullbust.

Det var signifikant nedgang i antall villfisk i de første årene etter 1966 og fram til 1977 (**figur 3.1a, tabell 3.1**). Ser vi på utviklingen innen periodene 1978-1989, 1990-1999 og 2000-2009 var det ingen signifikante trender, men i perioden fra 2010-2021 var det en signifikant økende trend i den årlige oppgangen av villfisk (**tabell 3.1**)



**Figur 3.1** Registrert oppgang av a) villfisk og b) settefisk i fisketrappa i Hunderfossen i perioden 1966-2021 (svarte kulepunkter i figur 3.1b angir andelen settefisk).

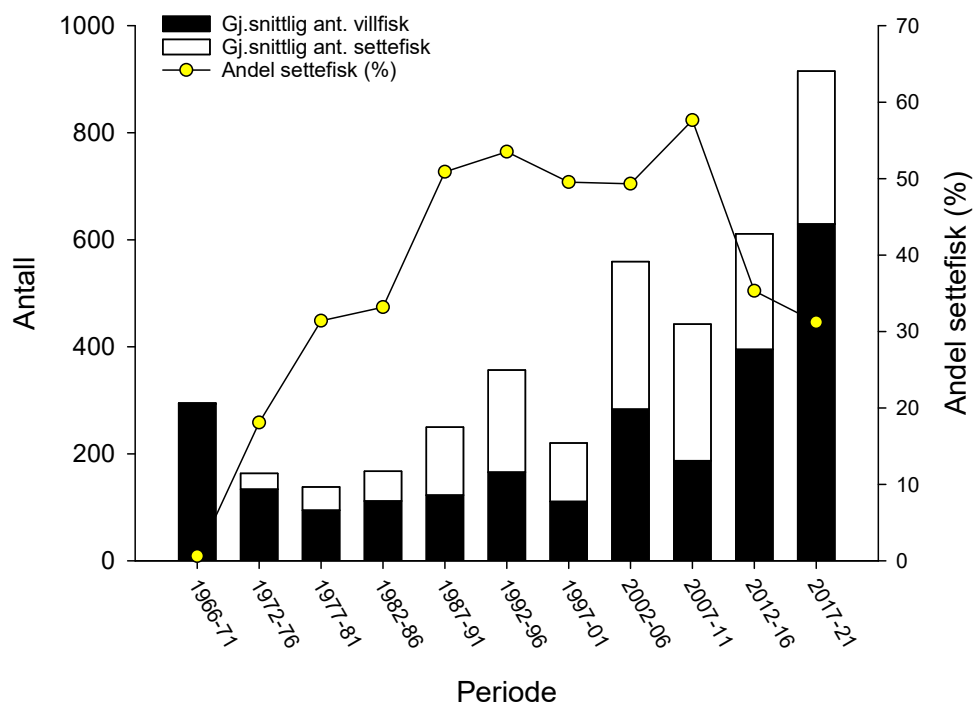


Etter hvert som settefiskanlegget kommer i drift, øker oppgangen av antall settefisk i trappa og i perioden 1978-1989 er det en signifikant økning i årlig antall settefisk som blir registrert (**tabell 3.1**). I periodene 1990-1999, 2000-2009 og 2010-2021 er det forholdsvis stor variasjon i årlig oppgang og andel av settefisk (**figur 3.1b**), men ingen signifikante trender (**tabell 3.1**). Det er derfor tydelig at økningen i totalt antall gytefisk i fisketrappa de siste årene skyldes en økning i oppgangen av villfisk.

**Tabell 3.1** Gjennomsnittlig årlig oppgang av villfisk og settefisk i periodene 1966-1977, 1978-1989, 1990-1999, 2000-2009 og 2010-2021 (celler i tabellen som er markert med rødt og grønt viser henholdsvis signifikante negative og positive trender i oppgangen).

Periode	Gj.snitts verdier			Pearson korrelasjon	
	Ant. villfisk	Ant. settefisk	% settefisk	Trend villfisk	Trend settefisk
1966-1977	207	15	7	r=-0,824/P<0,01	r=0,861/P<0,01
1978-1989	114	68	36	r=0,311/P=0,325	r=0,722/P<0,01
1990-1999	142	160	53	r=-0,126/P=0,728	r=-0,504/P=0,137
2000-2009	210	225	52	r=0,212/P=0,557	r=0,540/P=0,107
2010-2021	464	260	37	r=0,853/P<0,01	r=0,004/P=0,990
<b>Totalt</b>	<b>221</b>	<b>153</b>	<b>39</b>	<b>r=0,781/P&lt;0,01</b>	<b>r=0,730/P&lt;0,01</b>

Det er en betydelig variasjon i årlig oppgang i fisketrappa mellom år (**figur 3.1a, b**), og for å få et bedre inntrykk at det store bildet er gjennomsnittlig årlig oppgang av villfisk og settefisk for 5-års perioder vist i **figur 3.2**. Gjennomsnittlig årlig antall villfisk som gikk opp trappa i perioden 2017-2021 (prøvereglementsperioden) var høyere enn totaloppgangen av både villfisk og settefisk i alle de tidligere periodene.

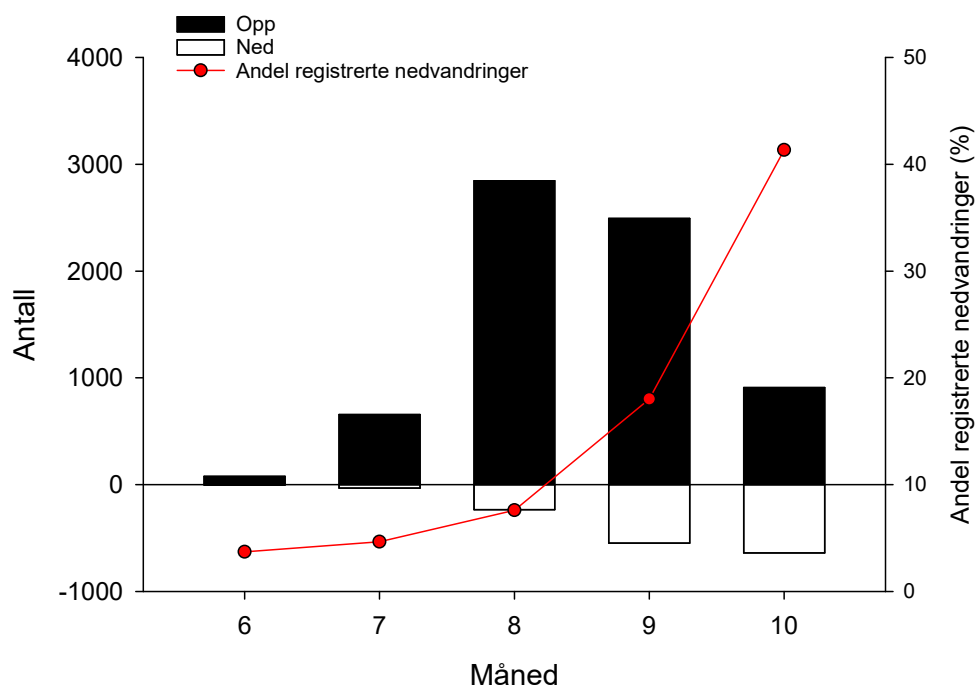


**Figur 3.2** Gjennomsnittlig årlig oppgang av villfisk og settefisk og andelen settefisk i fisketrappa ved Hunderfossen for 5-års perioder siden etableringen av trappa i 1966 (i perioden 1966-1977 ligger det inne et varierende antall som hvert år ble fanget med hån i kulper nedenfor dammen og båret over, for detaljer se Kraabøl 2009).

### 3.2 Oppgang av ørret i fisketrappa gjennom sesongen i perioden 2016-2020

I dette delkapittelet bruker vi data fra fisketelleren fra 2016 og i perioden 2017-2021 (midlertidig manøvreringsreglement). Det ble registrert oppgang i fisketelleren i datointervallet 12. juni til 5. november, dvs. over en periode på 146 dager.

For hele perioden (2016-2021) under ett ser vi at antall registrerte oppvandring i fisketrappa er klart størst i august og september med henholdsvis 41 % og 36 % av registrerte oppvandring, dvs. til sammen 77 % (**figur 3.3**). Vi ser også at det gjennom hele oppvandringsperioden blir registrert nedvandring i fiskefella, og at omfanget av nedvandring øker utover høsten. I juni, juli og august var andelen registrerte nedvandring av det totale antallet registreringer i fisketrappa fra 4-8 %, mens andelen i september og oktober var hhv. 18 og 41 %. Andelen registrerte nedvandring økte derfor betraktelig utover høsten. Det kan ikke utelukkes at noen av disse faktisk er reelle nedvandring, dvs. ørreten har valgt fisketrappa som nedvandringsvei ned forbi dammen, men videoanalysene tyder på at en stor andel av disse er ørret som enten har snudd i fisketrappa eller vandret ned etter et opphold i hvilekummen mellom kulpe-trappa og denil-trappa. Vi vet fra tidligere observasjoner at gytefisken har utfordringer med å passere denil-trappa når vanntemperaturen synker ned under 10 °C om høsten.

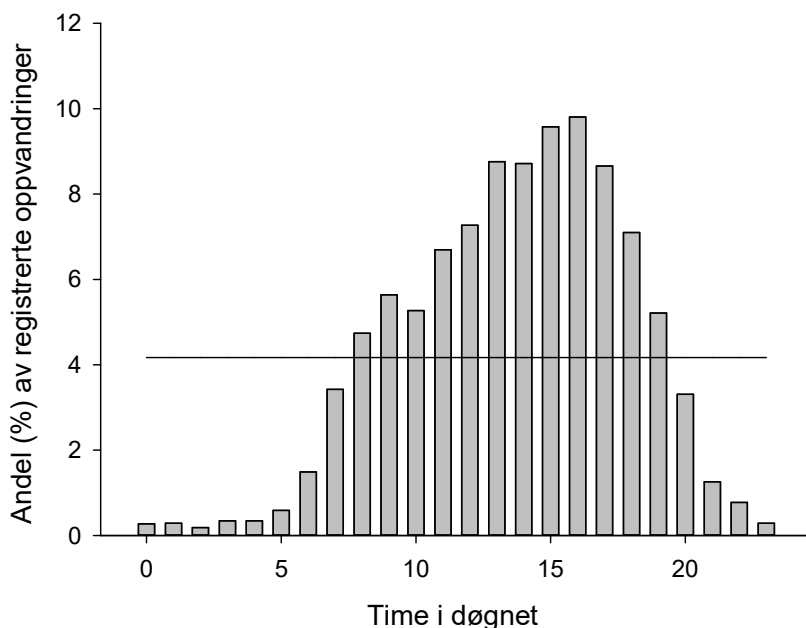


**Figur 3.3** Antall registrerte oppvandring (svarte søyler) og nedvandring (hvite søyler) i fisketelleren i fisketrappa ved Hunderfossen gjennom sesongen. Figuren viser totalt antall registreringer i perioden 2016-2021 ( $N = 5\,760$ ). Andelen nedvandring av det totale antallet registreringer er vist med rød line.

Vi ser også at andelen settefisk som registreres i trappa øker utover i sesongen. I juli ( $n=576$ ), august ( $n=2\,258$ ), september ( $n=1\,969$ ) og oktober ( $n=483$ ) var andelen settefisk hhv. 18, 27, 34 og 50 %. Det er interessant å merke seg at det er forskjeller i tidspunktet for oppvandring av villfisk og settefisk, og dette kan være en effekt av at stamfisk gjennomgående har blitt tatt inn for stryking sent i gyttesesongen.

### 3.3 Oppgang av ørret gjennom døgnet i perioden 2016-2021

Tidspunkt for passering av fisketelleren blir registrert. Dette gir opplysninger om fordelingen av oppvandring i fisketrappa gjennom døgnet. Vi ser at en stor andel av de registrerte oppvandringene av ørret skjer på dagtid (**figur 3.4**). Av det totale antallet registrerte oppvandringene ble 87 % registrert i løpet av de 12 timene mellom kl 0800 og kl 1959. Kun 1.7 % av oppgangen ble registrert i løpet av de 6 timene mellom kl 2300 og kl 0459 (25% av døgnet).



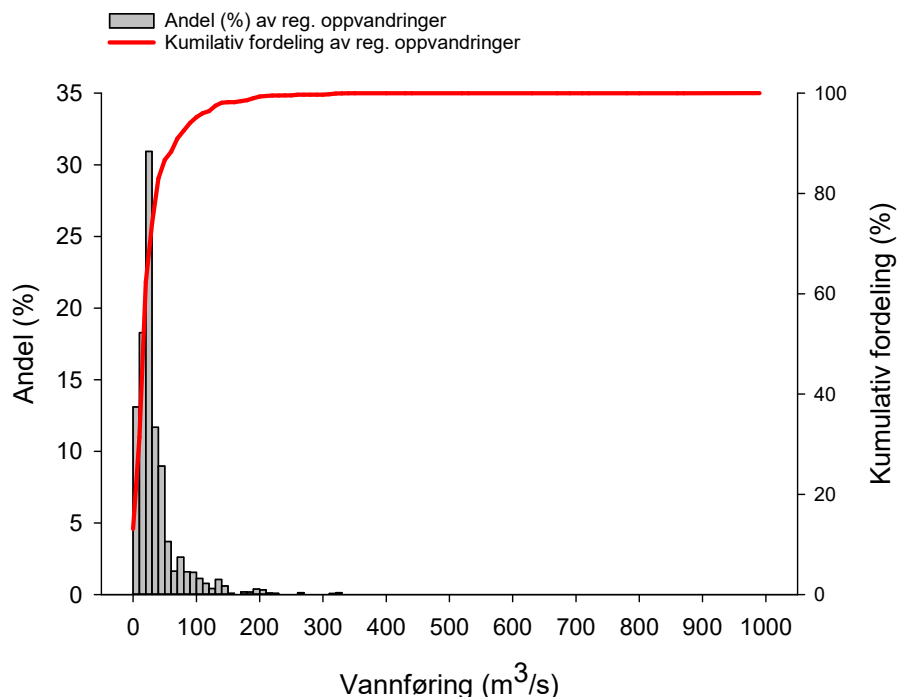
**Figur 3.4** Fordelingen av totalt antall registrerte oppvandringene av ørret ( $n=6\,986$ ) i fisketrappa ved Hunderfossen gjennom døgnet i perioden 2016-2021 (vertikal linje markerer forventet andel ved lik fordeling gjennom døgnet).

### 3.4 Oppgang i fisketrappa ved ulike vannføringer i perioden 2017-2021

For hele prøvereglementsperioden (2017-2021) er det registrert oppvandring ( $N = 6\,119$ ) av ørret i fisketrappa/-telleren ved vannføringer fra 7 til 980 m<sup>3</sup>/s. Kun 6 % og 1 % av registrerte oppvandringene i fisketrappa skjedde ved vannføringer over hhv. 100 og 200 m<sup>3</sup>/s (**figur 3.5**). Det presiseres at selv om nøyaktig tidspunkt for passering av fisketelleren ble registrert, kan vi ikke si nøyaktig når og ved hvilke forhold et individ gikk inn i fisketrappa. Antall registrerte oppvandringene er ikke bare en funksjon av funksjonaliteten til fisketrappa, men avhenger også av antall ørret som står nedstrøms dammen, og som er motivert for å passere demningen (se kap. 4 for ytterligere diskusjon).

For hele prøvereglementsperioden har 94 % av netto oppgang av ørret i fisketrappa skjedd i juli, august og september. I forhold til analyse av hvordan vannføring og eventuelt lukemanøvrering påvirker oppvandringen av ørret forbi Hunderfossen, er det derfor valgt å fokusere på disse månedene. Det presiseres at tidligere undersøkelser har konkludert med at slipp i flomluke 3 og 4 er best for å lokke fisken mot området for trappeinngangen (se bl.a. Kraabøl 2012), og dette har

vært implementert i den interne manøvreringsinstruksen f.o.m. 2013. I utgangspunktet ble det lagt opp til forsøksoppsett i prøvereglementsperiodene med varierende vannføring i flomluke 3 og 4 for å se om det var mulig med ytterligere optimalisering av lukemanøvreringen. I praksis skulle dette gjennomføres ved å bytte på hvilke av de to lukene som skulle ligge i automatisk regulering. Det viste seg imidlertid at flomluke 4 ikke kunne ligge i automatisk regulering (ikke uten fysiske tiltak nedstrøms demningen) fordi det medførte stranding av fisk nedstrøms denne når den ble lukket. Det ble derfor besluttet at flomluke 3 måtte ligge i automatisk regulering, noe som begrenset muligheten for ytterligere optimalisering av lukebruk.



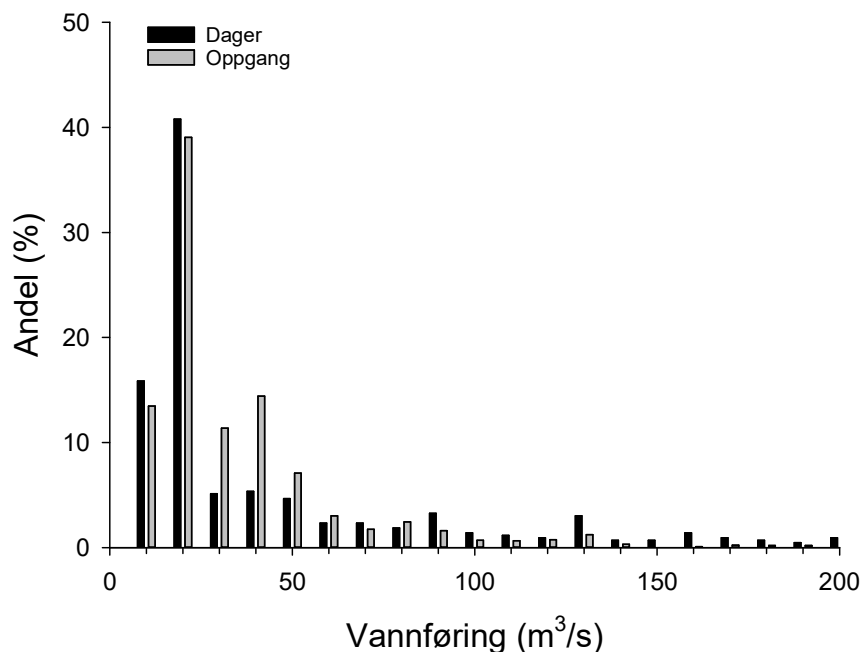
**Figur 3.5** Andel (%) av registrerte oppvandringer av ørret i fisketelleren/-trappa ved Hunderfossen i perioden 2017-2021. Rød linje viser kumulativ fordeling (%) av antall registrerte oppvandringer med økende vannføring over dammen,

I beregningene nedenfor og i **figur 3.6**, er vannføringen på minstevannføringsstrekningen delt inn i 10 m<sup>3</sup>/s – klasser, dvs. vannføringsklasse 20 går fra 15-24,9 m<sup>3</sup>/s, vannføringsklasse 30 går fra 25-34,9 m<sup>3</sup>/s, osv.

Det er ingen endringer i minstevannføringsreglementet i perioden 1. juli til 20. september i det midlertidige manøvreringsreglementet, dvs. i den viktigste oppvandringsperioden for gytemoden ørret, men den er økt til 7 m<sup>3</sup>/s i perioden 21. september til 5. november (se kap. 1). I perioden 16. juli til 1. september (1.5 måneder) er det krav om slipp av 20 m<sup>3</sup>/s, og det er derfor som forventet at det i prøvereglementsperioden er høyest andel dager (41 % av totalt 429 dager med drift av fisketeller) i vannføringsklasse 20 (15-24,9 m<sup>3</sup>/s) (**figur 3.6**). På grunn av perioder med totalvannføringer over kraftverkets slukeevne + pålagt minstevannføring er det også perioder med vannføringer over dette (43 % av totalt 429 dager med drift av fisketeller). På grunn av gradvis redusert minstevannføring fra 2. september er det også registrert perioder med vannføringer under vannføringsklasse 20 (16 % av totalt 429 dager med drift av fisketeller).

I **figur 3.6** ser vi at andelen dager med vannføring fra 5-14,9 m<sup>3</sup>/s (16 %) er noe høyere enn andelen av den totale registrerte oppgangen ved denne vannføringen (13 %). Det samme gjelder for vannføringer fra 15-24,9 m<sup>3</sup>/s, men her er forskjellen mindre. Her er andelen dager med denne vannføringen 41 % og andelen av den totale registrerte oppgangen ved denne

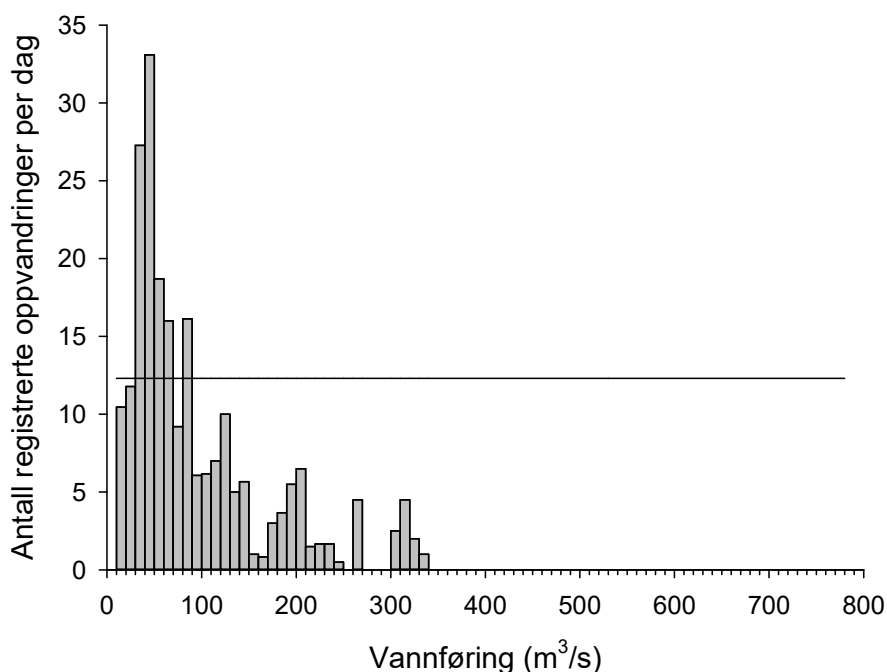
vannføringen er 39 % (**figur 3.6**). Ved ytterligere økning i vannføringen endrer bildet seg. Andelen av den totale trappeoppgangen ved vannføringer fra 25-34,9 m<sup>3</sup>/s (11,4 %), 35-44,9 m<sup>3</sup>/s (14,4 %), 45-54,9 m<sup>3</sup>/s (7,1 %) var betydelig høyere enn andelen dager med disse vannføringene som var på hhv. 5,1 %, 5,4 % og 4,7% (**figur 3.6**).



**Figur 3.6** Andel dager (%) og andel av registrert oppgang i fisketrappa (%) ved ulike vannføringer (minstevannføringsstrekningen) nedenfor Hunderfossen kraftverk i juli-september i perioden 2017-2021 (Det er registrert oppvandring ved vannføringer >200 m<sup>3</sup>/s men dette utgjør kun 1 % av den totale oppgangen).

En annen måte å fremstille ved hvilke vannføringer som fisketrappa ser ut til å fungere best er å se på gjennomsnittlig antall oppvandring per dag ved ulike vannføringer (**figur 3.7**). I perioden juli-september er det registrert i gjennomsnitt 12,3 oppvandring per dag i årene 2017-2021. I vannføringsklassene 10 og 20 m<sup>3</sup>/s ser vi at oppvandringen er noe lavere enn gjennomsnittsverdien på 12,3 fisk/dag. Ved vannføringer fra 25-65 m<sup>3</sup>/s (vannføringsklassene 30, 40, 50 og 60) er gjennomsnittlig antall oppvandrende ørret høyere enn gjennomsnittsverdien på 12,3 fisk/dag, og spesielt ved vannføringer fra 25-45,9 m<sup>3</sup>/s (vannføringsklasse 30 og 40) er gjennomsnittlig oppvandring per dag betydelig høyere.

Antall ørret som blir registrert i trappa er en funksjon av en rekke forhold, og så lenge man ikke har et tall på hvor mange vandringvillige fisker som til enhver tid står klare nedstrøms dammen, er det vanskelig å gjennomføre analyser av funksjonaliteten til trappa. Det er observert stor årlig variasjon i vannføringsmønster på minstevannføringsstrekningen i de ulike årene i prøvereglementsperioden (**tabell 3.2, figur 3.8**). Årlig gjennomsnittlig vannføring på minstevannføringsstrekningen har variert mellom 31 og 127 m<sup>3</sup>/s i prøvereglementsperioden. I det «våte året» 2020 ble det registrert 58 dager med vannføring ≥45 m<sup>3</sup>/s, mens det i det «tørre» året 2021 kun ble registrert 15 dager med vannføring ≥45 m<sup>3</sup>/s.

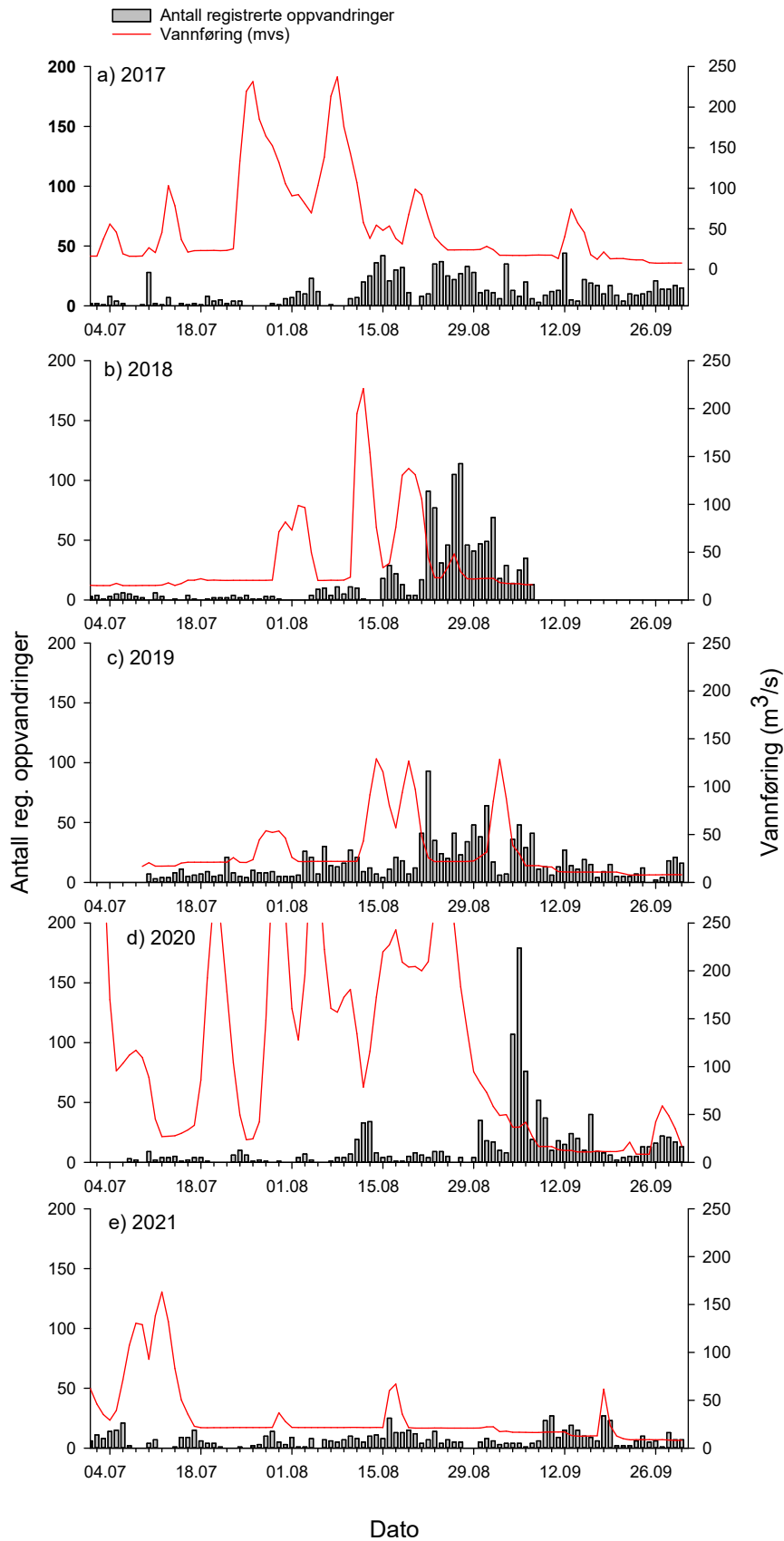


**Figur 3.7** Antall registrerte oppvandring av ørret i fisketrappa ved Hunderfossen per dag ved ulike vannføringer i juli-september i perioden 2017-2021 (vertikal linje markerer gjennomsnittlig antall registrerte oppvandring per dag i perioden)

**Tabell 3.2** Gjennomsnittlig og maksimal vannføring ( $m^3/s$ ) på minstevannføringsstrekningen nedstrøms Hunderfossen kraftverk i juni-september i prøvereglementsperioden (2017-2021). Antall dager med vannføring  $\geq 45$  og  $\geq 95 m^3/s$  i samme periode er gitt.

År	Gj. snitt. vannføring ( $m^3/s$ )	Maks. vannføring ( $m^3/s$ )	Antall dager	
			vannføring $\geq 45 m^3/s$	vannføring $\geq 95 m^3/s$
2017	54	237	35	16
2018	41	221	16	7
2019	31	129	16	5
2020	127	781	58	44
2021	32	163	15	6

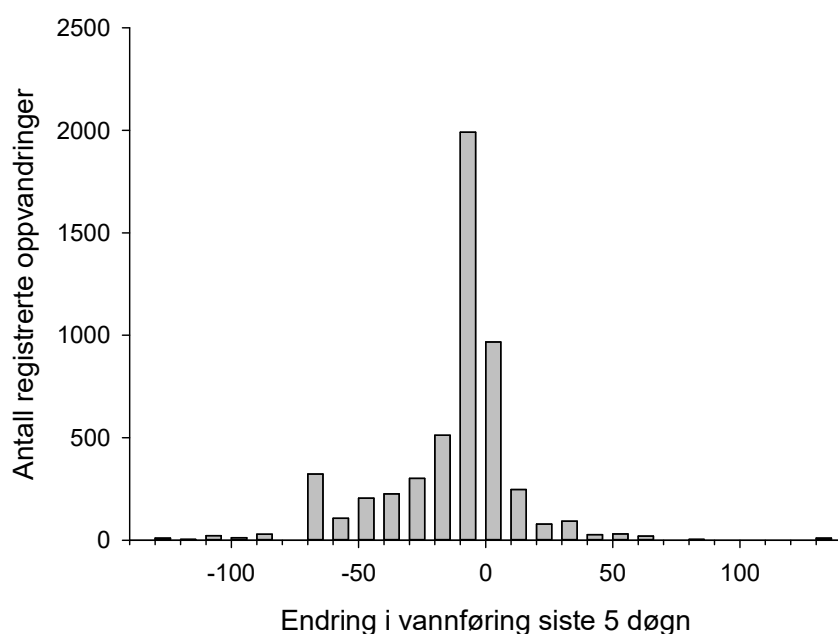
Ved å se på antall oppvandrende ørret i fisketrappa og vannføring per dag i den viktigste vandringsperioden (juli-september) for hvert enkelt år i prøvereglementsperioden ser man, i alle fall tidvis, et mønster. Som tidligere vist ser vi at ved topper i vannføring på over  $100 m^3/s$  går det relativt lite fisk, men **figur 3.8** viser at man ganske ofte får en topp i oppvandring etter en slik periode med løft i vannføringen. I 2017 ser vi f.eks. at vi har to tydelig topper i vannføring rundt 26. juli ( $231 m^3/s$ ) og 8. august ( $237 m^3/s$ ) og en påfølgende topp i oppvandringen på synkende vannføring noen dager senere. Dette bildet ser man også i de øvrige årene, men det er som nevnt store forskjeller i vannføring og oppvandringmønster mellom ulike årene. I et tørt år som i 2021 ser det ut som de små toppene i oppvandring kommer mer parallelt med beskjedne løft i vannføringen (**figur 3.8**).



**Figur 3.8** Gjennomsnittlig vannføring på minstevannføringsstrekningen og antall oppvandrende ørret i fisketrappa/telleren ved Hunderfossen kraftverk i perioden 2017-2021.

Selv om det stor variasjon mellom år i oppvandringsmønster gjennom sesongen ser man fra **figur 3.8** at man relativt ofte får en økt oppgang av fisk i fisketrappa etter perioder med løft i vannføringen. En sannsynlig forklaring er at økt vannføring som følge av nedbør initierer vandring fra Mjøsa og forbi kraftverksutløpet ved Hølshauget og at det akkumulerer fisk nedstrøms dammen som begynner å gå trappa når vannføringen går ned i igjen (se nærmere diskusjon i kap. 4).

Et interessant mønster er at det er flere fisk som går fisketrappa på synkende enn økende vannføring. Dette er framstilt i **figur 3.9** der vannføringen en gitt dag er sammenlignet med gjennomsnittet de fem foregående dagene. Dette er framstilt som 10 m<sup>3</sup>/s-endringsklasser som enten er negative (synkende vannføring) eller positive (økende vannføring). I den viktigste vandrings sesongen (juli-september) i årene 2017-2021 og ved vannføringer < 205 m<sup>3</sup>/s var andelen ørret som gikk fisketrappa på økende eller synkende vannføring henholdsvis 28 % og 72 %.



**Figur 3.9** Antall registrerte oppvandring ved 10 m<sup>3</sup>/s-klasse endringer i vannføring (vannføring en gitt dag minus gjennomsnittlig vannføring de 5 foregående døgn).



### 3.5 Lengdefordeling til registrert ørret i fisketelleren

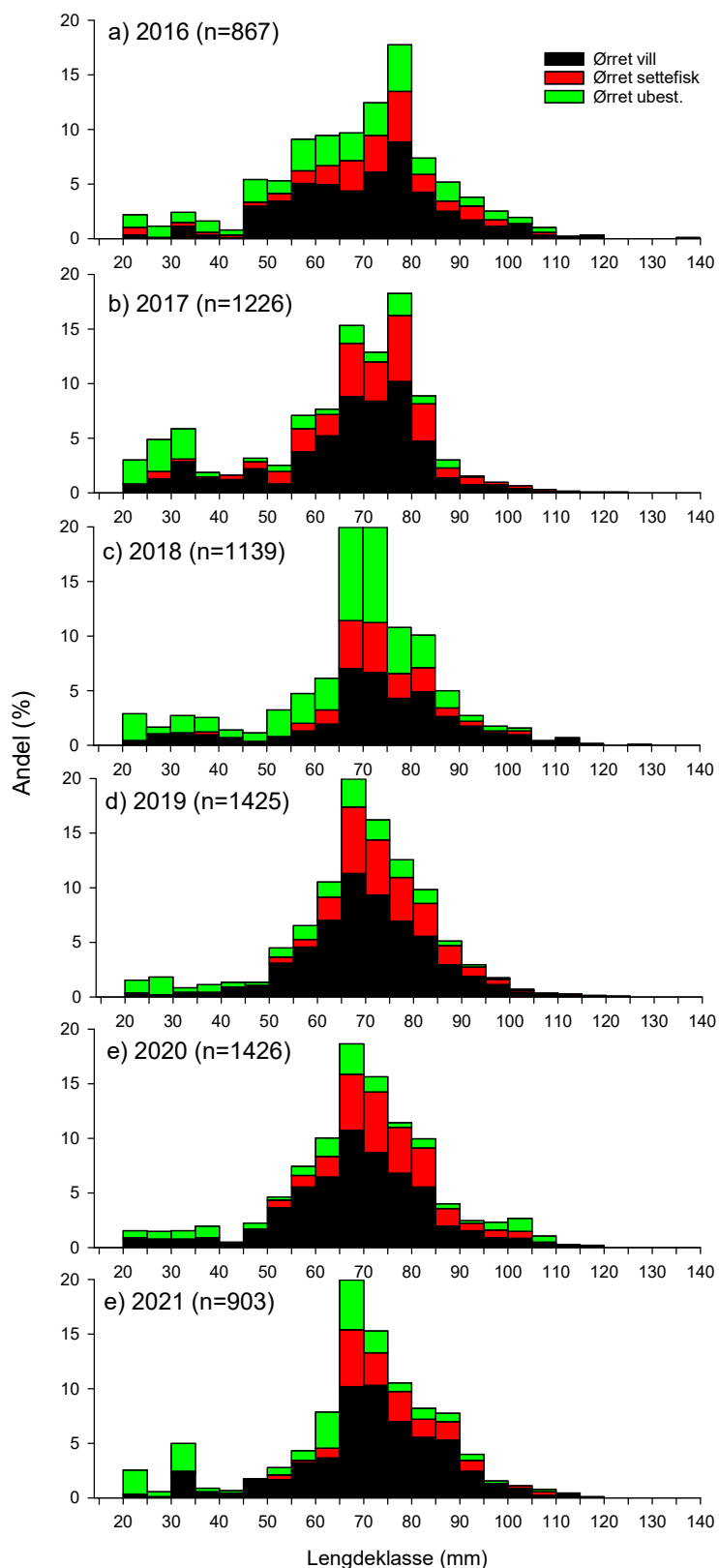
Som omtalt i kapittel 2.1 ble det i liten grad registrert ørret < 45 cm i fisketrappa når fiskefella var i drift (i gjennomsnitt 2,3 individer per år i perioden 1999-2016), men dette endret seg ved installasjon av fisketelleren i 2016.

Det er liten variasjon i gjennomsnittslengde (**tabell 3.2**) og i lengdefordeling til ørret som er registrert i fisketelleren i perioden 2016-2021 (**figur 3.10**). Estimert gjennomsnittslengde til ørret som er registrert på oppvandring de ulike årene varierte fra 71,8 til 73,4 cm.

**Tabell 3.3** Gjennomsnittslengde til ørret som er registrert på oppvandring i fisketrappa/-telleren ved Hunderfossen kraftverk i perioden 2016-2021. Gjennomsnittslengde til ørret  $\geq$  45 cm og for all oppvandrende ørret er vist (Stdav = standardavvik og N er lik antall med estimert lengde)

År	Ørret $\geq$ 45 cm			All ørret		
	Gj.snitt lengde (cm)	Stdav	N	Gj.snitt lengde (cm)	Stdav	N
2016	72,0	14,1	796	68,6	17,7	867
2017	71,3	11,2	1014	64,2	18,7	1226
2018	73,4	11,6	1011	68,7	17,3	1139
2019	71,8	11,3	1330	69,1	14,9	1425
2020	72,2	12,8	1326	69,3	16,3	1426
2021	73,0	11,7	816	69,0	16,8	903
<b>Totalt</b>	<b>72,2</b>	<b>12,1</b>	<b>6293</b>	<b>68,1</b>	<b>17,0</b>	<b>6986</b>

Det presiseres at lengdene til oppvandrende fisk er estimert, ikke målt, og det legges derfor ikke vekt på inngående analyser i eventuelle forskjeller mellom år. Totalt for alle år var estimert gjennomsnittslengde til settefisk og villfisk hhv. 73.7 og 72.1 cm (av ørret  $\geq$  45 cm).



**Figur 3.10.** Fordeling av estimert lengde til ørret som ble registrert i fisketelleren i fisketrappa ved Hunderfossen i perioden 2016-2021.

### 3.6 Utvikling i gyteareal og gytegroper

Nedenfor presenteres utviklingen i benyttet gyteareal og antall gytegroper som er registrert i de ulike sonene (**figur 2.1**) mellom jernbanebrua og Hunderfossen dam. I enkelte år det det svært gode estimater på antall gytegroper, men i andre år kan det ha vært økning i vannføring i løpet av gyteperioden, slik at grensene mellom gytegroper og omgivelsene har blitt vasket ut.

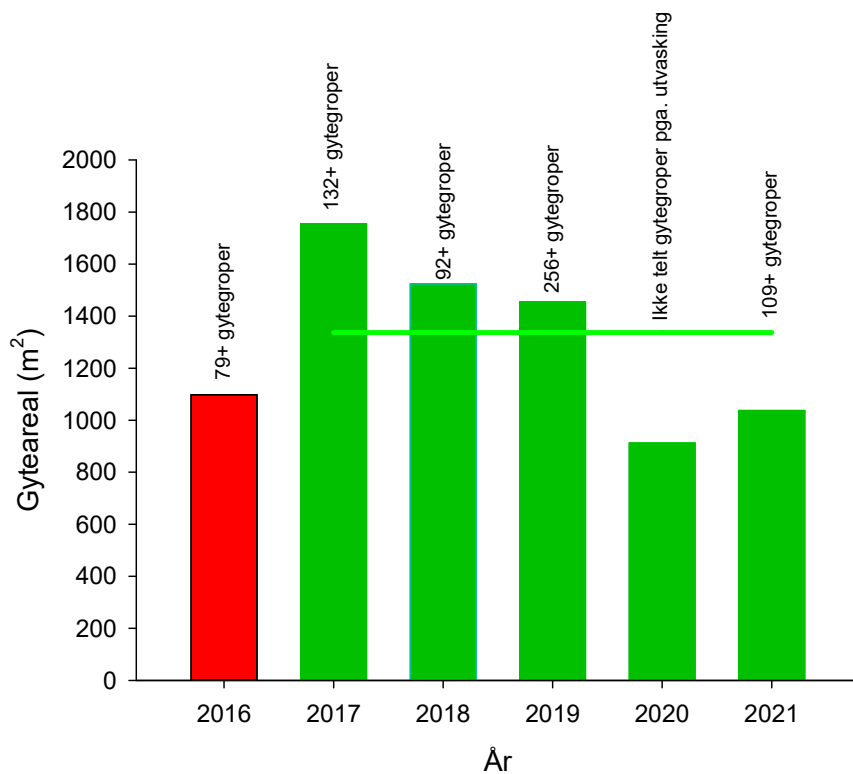
#### Sone 1

I sone 1 ble benyttet gyteareal beregnet til 1100 m<sup>2</sup> i 2016, og det ble telt 79 gytegroper (**figur 3.11**). I denne sona foreligger det data fra observasjoner gjort fra jernbanebrua i perioden 1990-2006 (Kraabøl 2006). I løpet av prøvereglementsperioden (2017-2021) varierte beregnet gyteareal mellom 912-1754 m<sup>2</sup> og telte gytegroper mellom 92-256 (**figur 3.11**). Det presiseres at i 2018 ble siste telling foretatt den 10. oktober før den store høstflommen (som kulminerte på 2088 m<sup>3</sup>/s) inntraff dette året, og i forhold til gyteperiodens normale varighet var dette for tidlig til å få fullstendig oversikt over antall groper og oppgravd areal. Også i 2020 og 2021 var det en betydelig økning i vannføring i løpet av gyteperioden som førte til utvasking av groper. Tallene som presenteres her er antall adskilte groper som var mulig å identifisere, og tallene må vurderes deretter. Sammen med beregnet gyteareal har tellingene av gytegroper imidlertid gitt kunnskap om variasjoner i utbredelsen til gyteområdet de ulike årene.

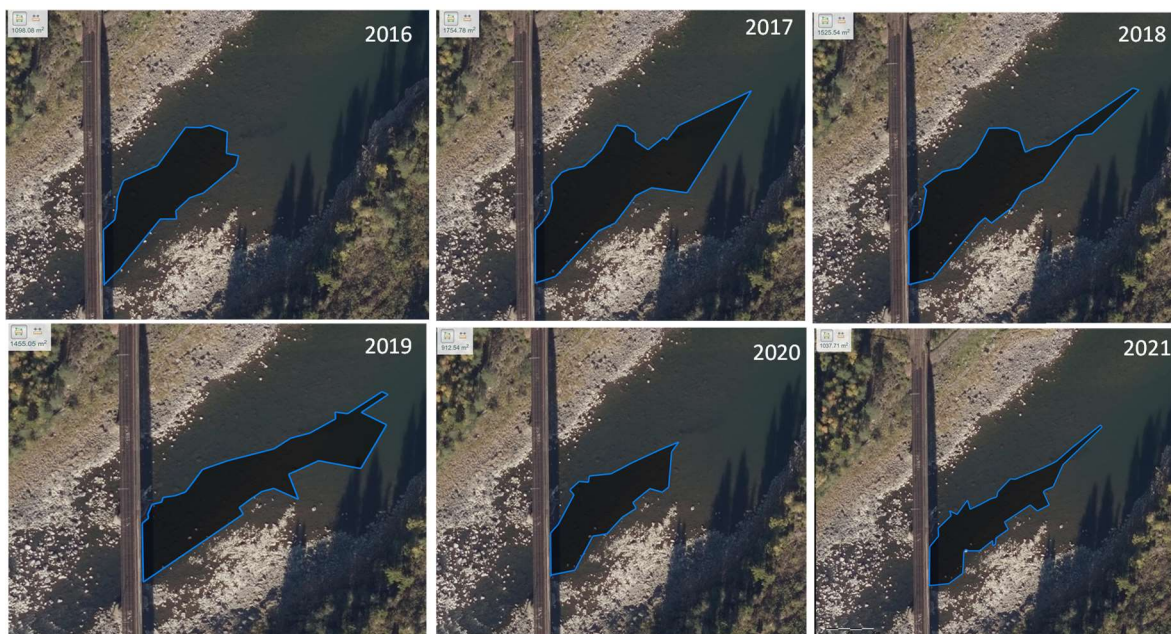
Det var en markant økning i størrelsen på gytearealet i 2017 (**figur 3.11**), 2018 og 2019 sammenlignet med i 2016 (før økt minstevannføring), men vi ser imidlertid at situasjonen i 2021 og 2022 var relativ lik som i 2016 (**figur 3.11**). Som nevnt var det både i 2021 og 2022 en økning i vannføringen i starten av gytesesongen/begynnelsen av oktober, og dette kan ha påvirket valg av gyteområder. Dette kan bl.a. ha vært en medvirkende årsak til det høye antall gytegroper som ble registrert i sone 2 i 2020 (se under).

Økningen i gyteareal i 2017, 2018 og 2019 skjedde på østsiden av kjerneområdet for gyting, og det strakte seg lenger opp og på et større dyp i sona enn tidligere år (**figur 3.12 og figur 3.13**).

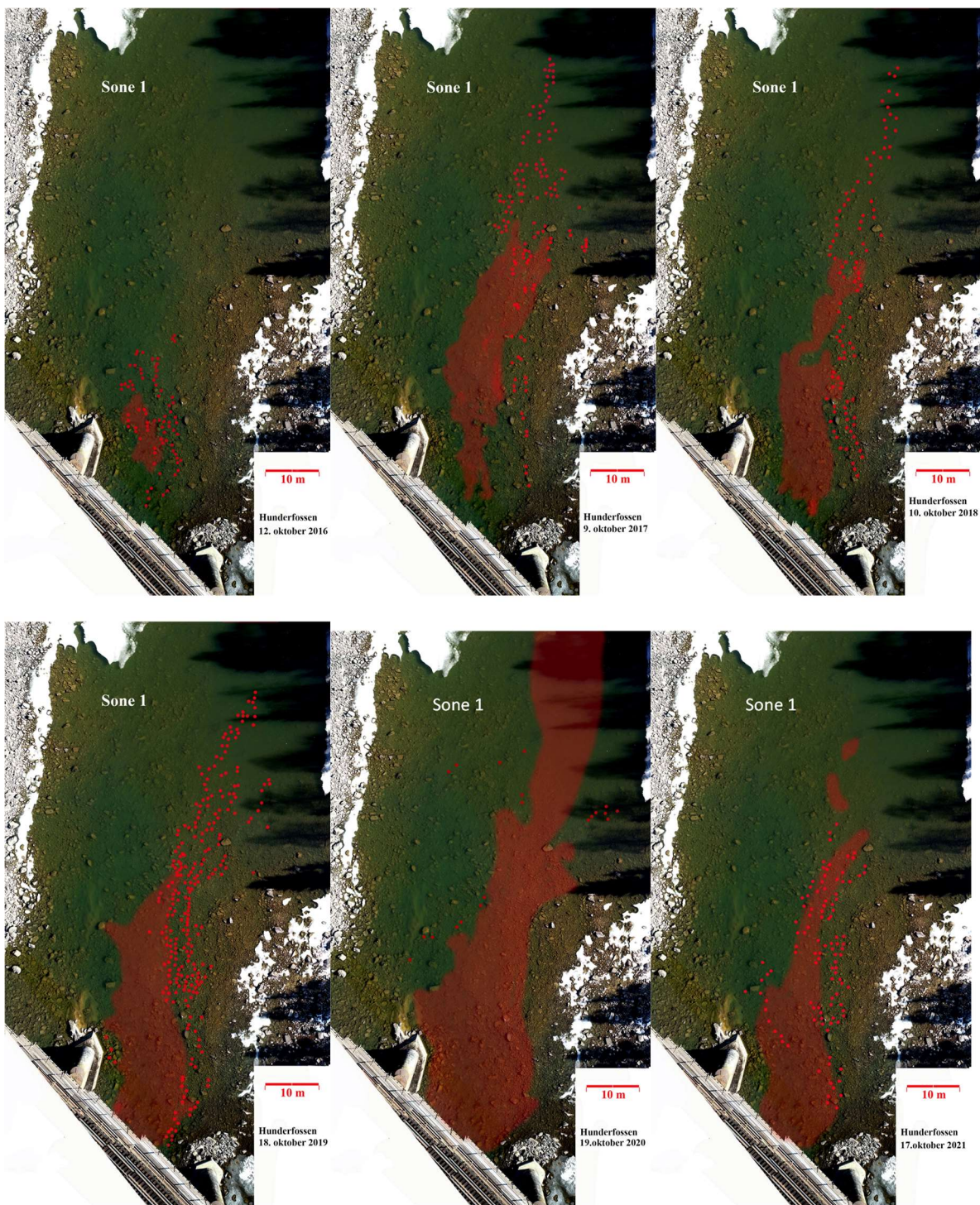
Antall gytegroper må betraktes som et minimumstall. Sammenligner vi årlig gjennomsnittlig benyttet gyteareal (1337 m<sup>2</sup>) og antall gytegroper (147) i prøvereglementsperioden (2017-2021) med 2016 (gyteareal = 1100 m<sup>2</sup>, antall gytegroper = 79) tilsvarer dette en økning i benyttet gyteareal på 22 % og en økning i adskilte gytegroper på 86 %.



**Figur 3.11** Beregnet størrelse på gyteareal før (2016) og etter (2017-2021) at det midlertidige manøvreringsreglementet trådte i kraft i sone 1 ved Hunderfossen kraftverk. Antall observerte gytegroper er angitt over søylene de ulike årene og «+» angir at det er oppgitt et minimumsantall. Grønn horisontal strek markerer gjennomsnittlig benyttet gyteareal i prøvereglementsperioden (2017-2021).



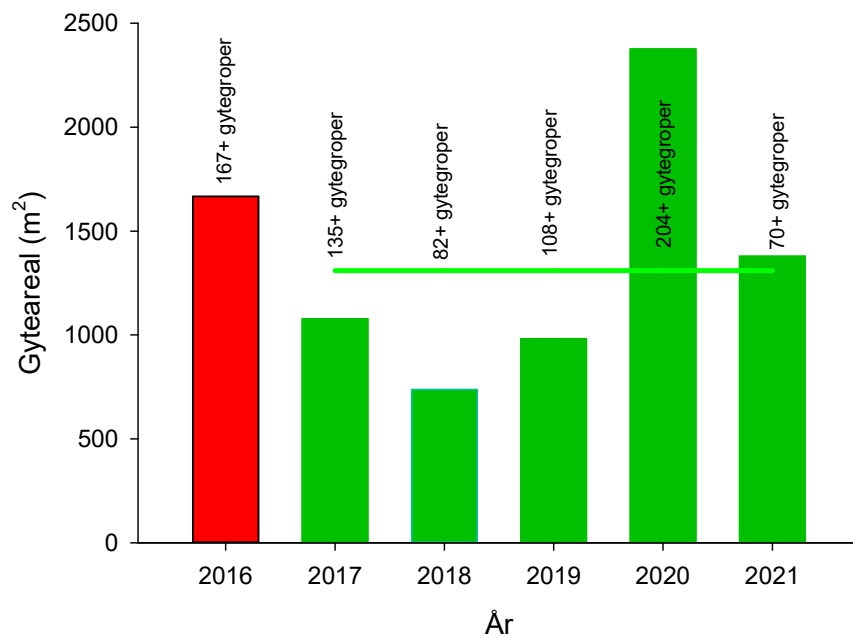
**Figur 3.12** Observert utbredelse til gyteområdet i sone 1 nedstrøms Hunderfossen i perioden før (2016) og etter (2017-2021) midlertidig manøvreringsreglement for Hunderfossen kraftverk.



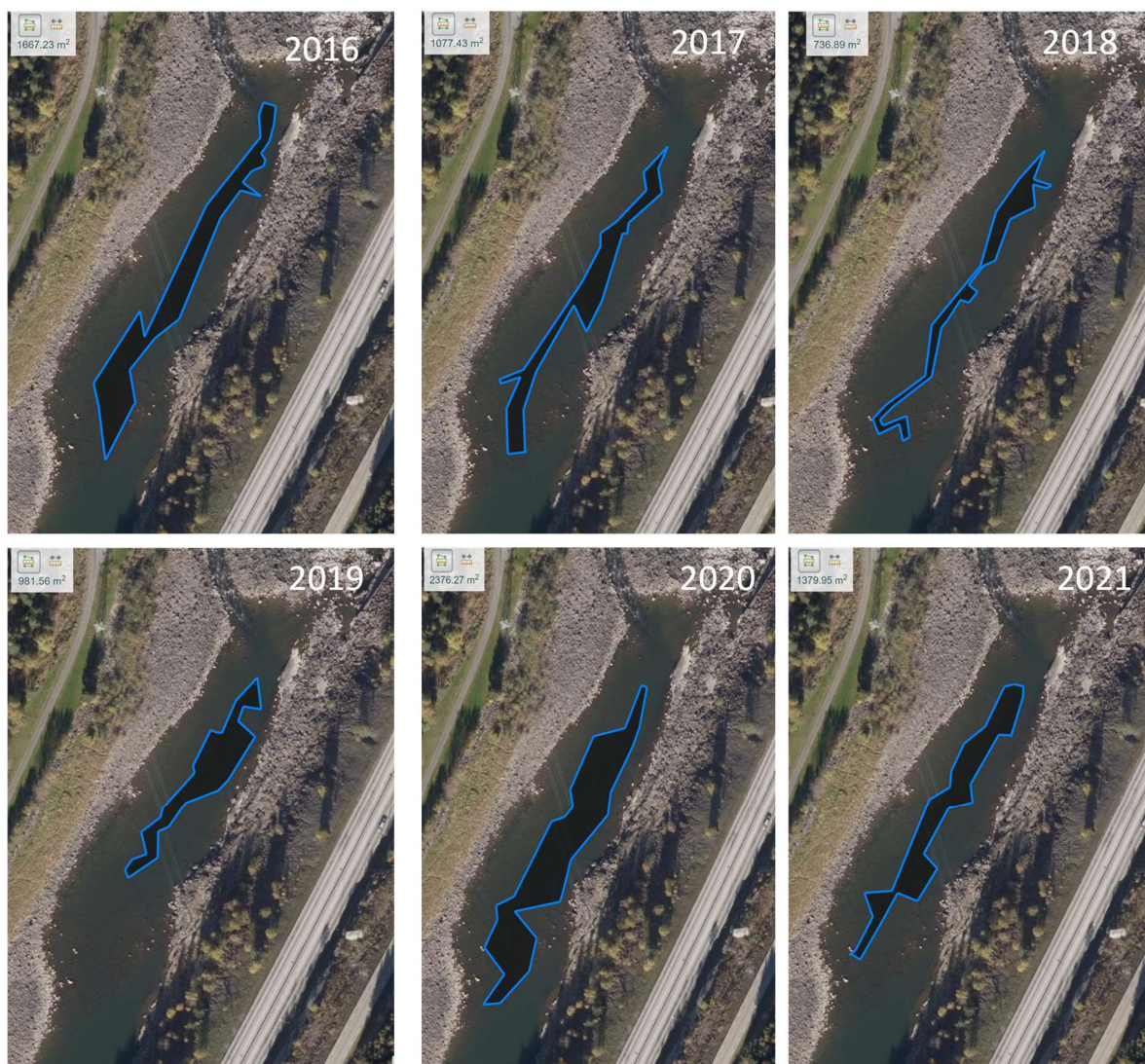
**Figur 3.13** Sammenligning av benyttet gyteareal i sone 1 ved Jernbanebrua nedstrøms Hunderfossen i 2016 og i prøvereglementsperioden 2017-2021 (sirkler angir posisjon til identifiserte enkeltgroper og skravert felt angir områder med overgraving og/eller utvasking i løpet av gyteperioden, overgraving og/eller utvasking ble ikke kartlagt i 2016).

## Sone 2

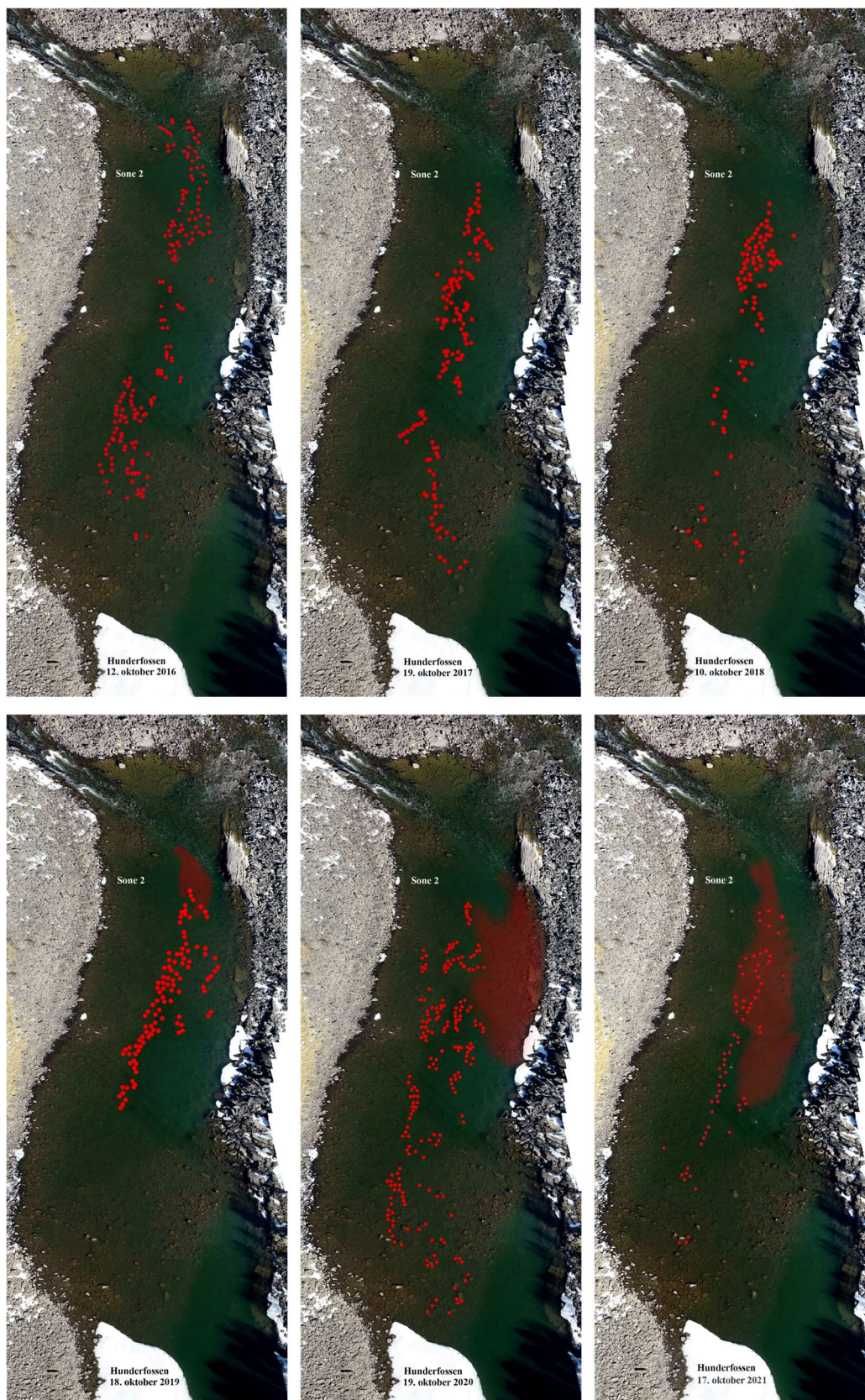
I sone 2 foreligger det lite førdata mht. til antall gytegroper og benyttet gyteareal, men vi har data fra dronefilming i 2016. Dette året ble det telt 67 gytegroper og beregnet et benyttet gyteareal på 1667 m<sup>2</sup> (**figur 3.14**). I denne sone er det stor årlig variasjon i utbredelsen til benyttet gyteareal, men det var faktisk en nedgang fra 2016 og i de tre påfølgende årene med midlertidig manøvreringsreglement (**figur 3.14**). I 2020 var det en markant økning i benyttet gyteareal i denne sone (**figur 3.16**), og dette året ble det telt 204 gytegroper i her. Dette året var det betydelig utvasking i øvre og østre del av sone som gjorde at telling av gytegroper i dette området ikke var mulig (se **figur 3.15**). Sammenligner vi årlig gjennomsnittlig benyttet gyteareal (1310 m<sup>2</sup>) og antall gytegroper (123) i prøvereglementsperioden (2017-2021) med 2016 (gyteareal = 1667 m<sup>2</sup>, antall gytegroper = 79) tilsvarer dette en reduksjon i benyttet gyteareal på 27 %, men en økning i antall adskilte gytegroper på 64 %. I denne sone foregår gytingen delvis på relativt dypt vann, og utviklingen av droneteknologien i løpet av prosjektperioden har nok muliggjort telling av adskillelse av flere enkeltgroper enn de første årene (men se kap. 4 for nærmere vurderinger).



**Figur 3.14** Beregnet størrelse på gyteareal før (2016) og etter (2017-2021) det midlertidige manøvreringsreglementet trådte i kraft i **sone 2** ved Hunderfossen kraftverk. Antall observerte gytegroper er angitt over søylene de ulike årene og «+» angir at det er oppgitt et minimumsantall. Grønn horisontal strek markerer gjennomsnittlig benyttet gyteareal i prøvereglementsperioden (2017-2021).



**Figur 3.15** Observert utbredelse til gyteområdet i sone 2 nedstrøms Hunderfossen i perioden før (2016) og etter (2017-2021) midlertidig manøvreringsreglement for Hunderfossen kraftverk.



**Figur 3.16** Sammenligning av benyttet gyteareal i sone 2 nedstrøms Hunderfossen i 2016 og i prøvereglementsperioden 2017-2021 (sirkler angir posisjon til identifiserte enkeltgroper og skravert felt angir områder med overgraving og/eller utvasking i løpet av gyteperioden).



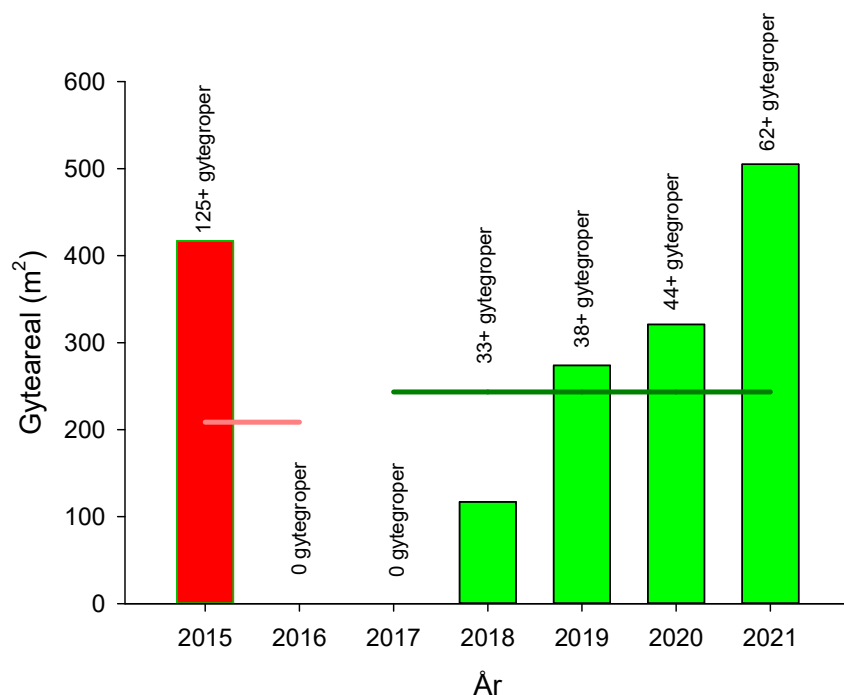
### Sone 3

I denne sone var det ikke mulig å påvise oppgravd areal eller gytegroper i løpet av prosjektperioden, men både i 2015 og 2016 ble det påvist gytefisk som stod i bekken. Etter at minstevannføringen økte i 2017, har det ikke vært mulig å registrere fisk i denne sonen ved bruk av drone. Det er tidligere observert gravende hunner ved enkelte anledninger (M. Kraabøl, pers obs.)

### Sone 4

I denne sone som ligger nærmest dammen er det påvist svært stor variasjon i gyteaktivitet de ulike årene (**figur 3.17**). Her foreligger det «før-data» fra 2015 (gyting ikke påvist i 2016). I første året i prøvereglementsperioden (2017) ble det ikke påvist gyting i denne sone. I årene med påvist gyting er gytegroperne og oppgravd areal observert på et relativt konsentrert område i nedre og vestre del av sone (**figur 3.18**). Det har bygd seg opp noe mer relativt finkornede løsmasser på vestsiden av sone i løpet av perioden med midlertidig manøvreringsreglement, trolig pga. av endret strømningsmønster som følge av økt minstevannføring og/eller endret lukemanøvrering.

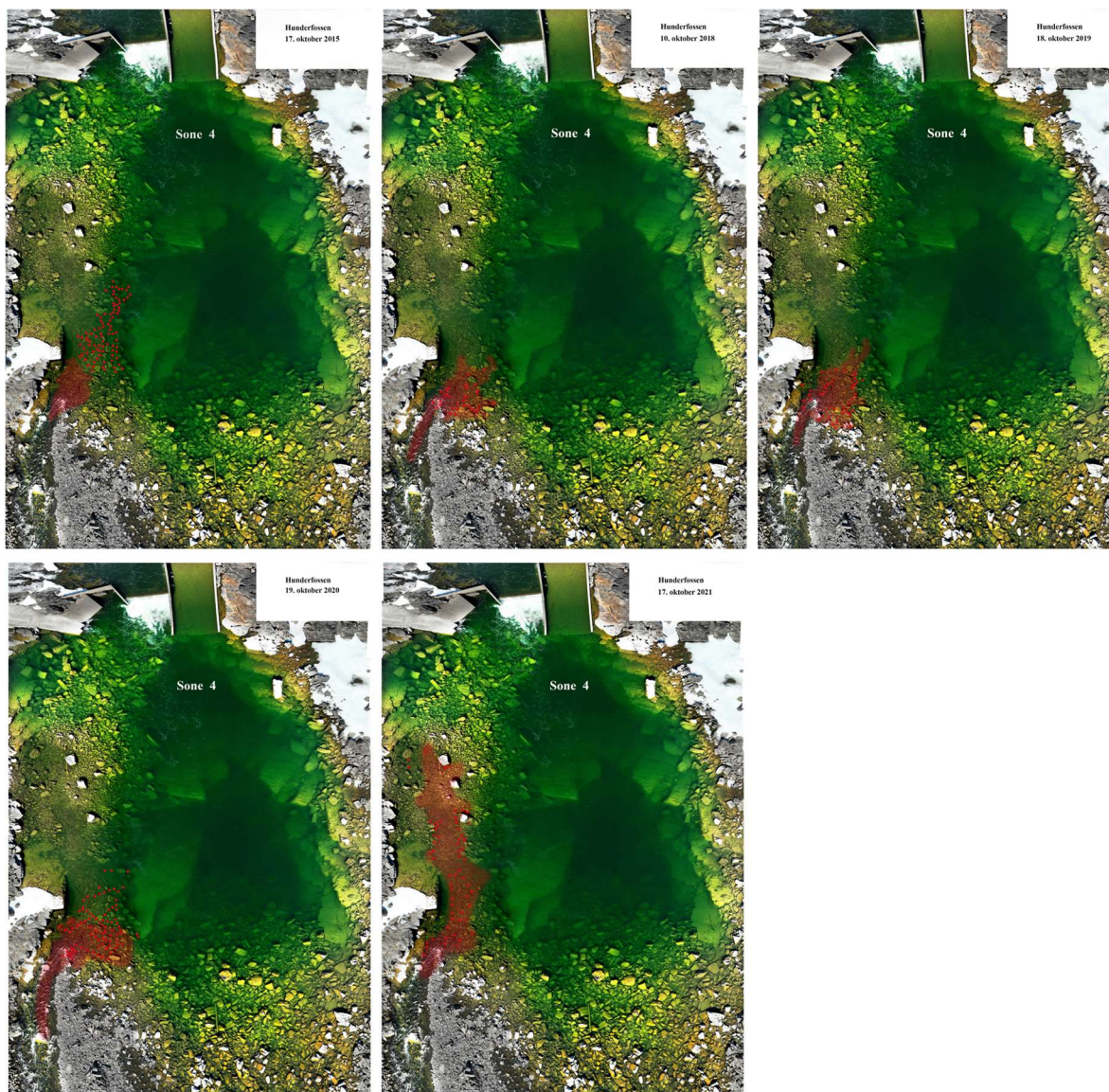
Det er stor variasjon i bruken av denne sone til gyting, og observert oppgravd areal og antall gytegroper er langt lavere enn i sone 1 og 2. I 2015 ble det påvist 125 gytegroper og et relativt begrenset gyteareal på 417 m<sup>2</sup>, mens i 2016 og 2017 (første år med midlertidig prøvereglement) ble det ikke påvist gyting her (**figur 3.17**). Fra og med 2018 har gytearealet i denne sone økt, og i 2021 var arealet beregnet til 505 m<sup>2</sup> og antall gytegroper varierte fra 33-62. Det må påpekes at på grunn av økt vannhastighet har, det de siste årene vært betydelig utvasking i denne sone, slik at adskillelse av gytegroper har vært vanskelig å definere (figur 3.19).



**Figur 3.17** Beregnet størrelse på anvendt gyteareal før (2015, 2016) og etter (2017-2021) det midlertidige manøvreringsreglementet trådte i kraft i **sone 4** ved Hunderfossen kraftverk. Antall observerte gytegroper er angitt over søylene de ulike årene og «+» angir at det er oppgitt et minimumsantall. Grønn horisontal strek markerer gjennomsnittlig benyttet gyteareal i prøvereglementsperioden (2017-2021).



**Figur 3.18** Observert utbredelse til gyteområdet i sone 4 nedstrøms Hunderfossen i perioden før (2015) og etter (2018-2021) midlertidig manøvreringsreglement for Hunderfossen kraftverk. Dette ble ikke registrert gyting i denne sone i 2016 og 2017)



**Figur 3.19** Sammenligning av benyttet gyteareal i sone 4 nedstrøms Hunderfossen i 2015 og i prøvereglementsperioden 2018-2021 (sirkler angir posisjon til identifiserte enkeltgroper og skravert felt angir områder med overgraving og/eller utvasking i løpet av gyteperioden). Det ble ikke registrert sikker gyteaktivitet i denne sone i 2016 og 2017.

### 3.6.1 Utvikling i antall overvintrende støing nedstrøms Hunderfossdammen

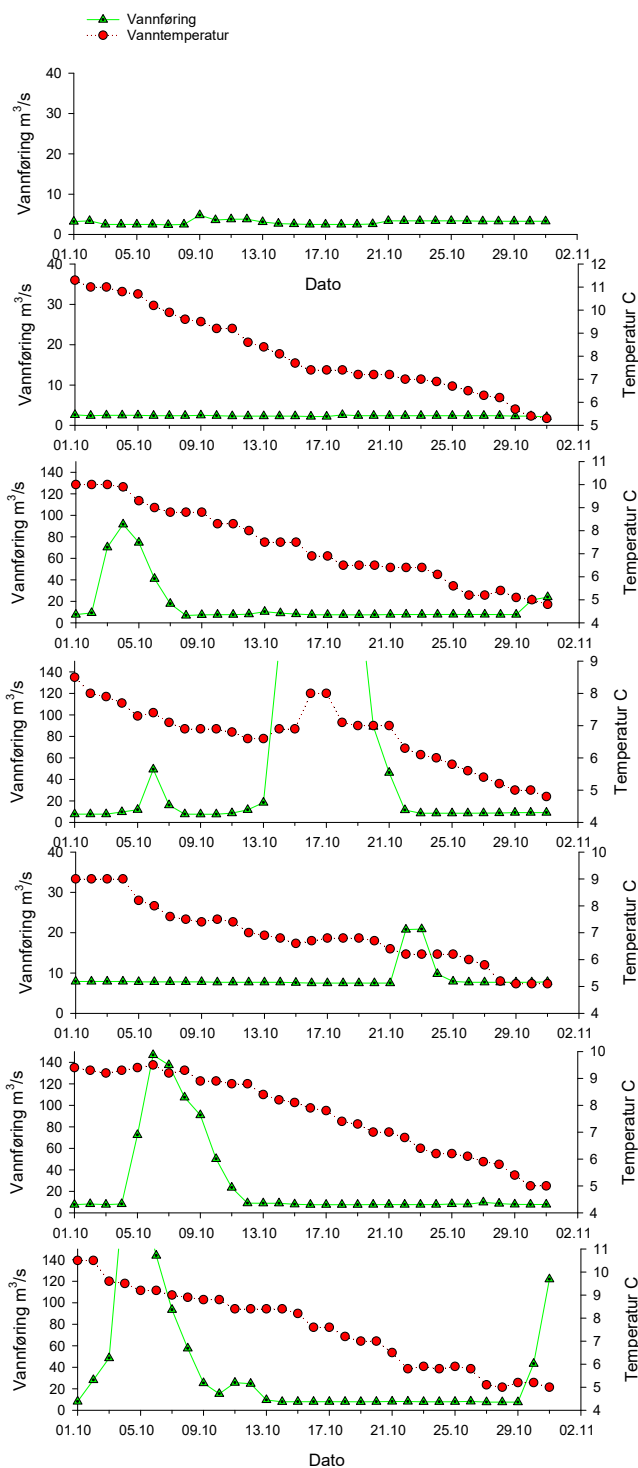
I det midlertidige manøvreringsreglementet som trådte i kraft fra mai 2017 ble det innført bestemmelser om slipp av vann over isluka om høsten og våren for å bedre forholdene for nedvandring av utgytt fisk/støing, både over dam og på minstevannføringsstrekningen. Bestemmelsen om høsten er at det i perioden 10.10-25.10 skal slippes 20 m<sup>3</sup>/s over isluka i minst to døgn og på våren skal det i perioden 5.5-15.5 skal slippes 20 m<sup>3</sup>/s over isluka i minst to døgn.

I prøvereglementsperioden er det forsøkt å telle antall gytefisk som står mellom Jernbanebrua og Hunderfossen etter endt gyteperiode om høsten. Antall gytefisk som blir observert her er et resultat av antall som har gytt her, men kan også være et resultat av suksessiv nedvandring av gytefisk om høsten fra gyteområder oppstrøms Hunderfossen. I tillegg er det telt støing om våren, før vårflommen, på samme strekning. Observasjonsforholdene om høsten har variert, men

før vårflommen har de vært gode. Anslagene av antall støing om våren er derfor bedre og sikrere enn antall gytefisk observert om høsten.

Registreringene våren 2016 (01. mai) og 2017 (4. mai), dvs. før det midlertidige manøvreringsreglementet trådte i kraft, viste at stod mye støing i elva som hadde overvintret mellom dammen og Jernbanebrua. Vi har ikke tall på antall gytefisk som stod i dette området høsten 2015. I 2016 ble det registrert minimum 600 gytefisk den 12. oktober, og 200-300 støing påfølgende vår (**figur 3.20**). Det viktigste funnet er at det stod mange støing nedstrøms Hunderfossen både våren 2015 og 2016, men også at det må ha vandret ut minimum 300 støing i perioden 12. oktober 2016 – 1. mai 2017. Basert på døgndata for vannføring var det ingen økning i vannføring i denne perioden (**figur 3.20**), med unntak av to dager i desember 2016 (8,6-10 m<sup>3</sup>/s) og i en dag i slutten av januar 2017 (10,2 m<sup>3</sup>/s) pga. driftstans.

Til sammenligning ble det våren 2018 og våren 2019 registrert et fåtall støing nedstrøms Hunderfossen om våren, hhv. 27 og 15. Høsten 2018 ble var det en stor flom i perioden 13.-23. oktober, og det vandret nok ut en del utgytt fisk i denne perioden, noe som kan forklare det lave antallet støing våren 2019. Høsten 2017 var det også et løft i vannføringen i periode 2. – 7. oktober, men dette var forholdsvis tidlig, og vi antar at det var relativt få fisk som var ferdig med gytingen. I tillegg var vannføringen om høsten og gjennom vinteren høyere på grunn av den økte minstevannføringen i disse to årene, sammenlignet med høst/vinter/tidlig vår i 2016 og 2017. Det var m.a.o. mye som kunne tyde på at den økte minstevannføringen hadde medført bedre forhold for nedvandring, men våren 2020 ble det igjen observert et høyt antall støing (ca. 400). Høsten 2019 var det ingen naturlig løft i vannføringen i løpet av oktober og november, men det ble sluppet vann i to døgn over isluka iht. bestemmelsene i det midlertidige manøvreringsreglementet i perioden 22.-23. oktober ved en vanntemperatur på 6.1-6.3 °C. Våren 2021 og 2022 ble det igjen registrert et mer beskjedent antall støing. Det foreligger ikke tellinger av antall gytefisk etter endt gyteperiode de forutgående høstene disse årene. Både høsten 2020 og 2021 var det et betydelig løft i vannføringen i begynnelsen av oktober (**figur 3.20**).



Høst 2015: Ikke registrert  
 Vår 2016: 450-500 støing

Høst 2016: Min. 600 gytefisk  
 Vår 2017: 200-300 støing

Høst 2017: Min. 200 gytefisk  
 Vår 2018: 27 støing

Høst 2018: Min. 91 gytefisk  
 Vår 2019: 15 støing

Høst 2019: 165 gytefisk  
 Vår 2020: Ca. 400 støing

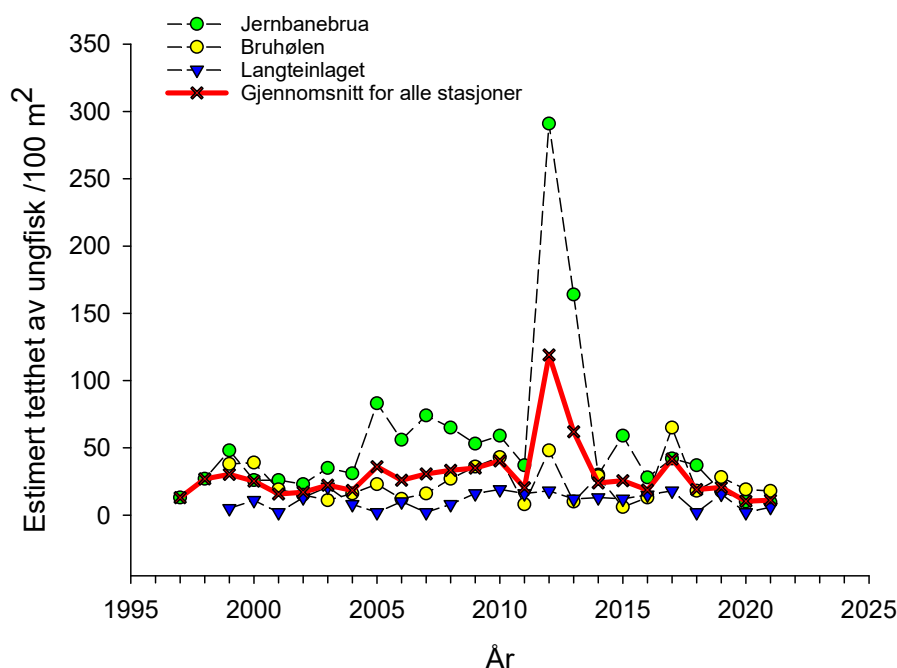
Høst 2020: Ikke registrert  
 Vår 2021: 36-44 støing

Høst 2021: Ikke registrert  
 Vår 2022: 70 støing

**Figur 3.20** Vannføring (grønn) og -temperatur (rød) på minstevannføringsstrekningen nedstrøms Hunderfossen i perioden 1. oktober – 1. november i årene 2015 til 2021.

### 3.7 Ungfisktetthet

Det er i regi av prosjektet Bedre Bruk av Fiskeressursene i Regulerte Vassdrag i Oppland (nå Regulerings og Fisk i Innlandet) blitt gjennomført strandnært elektrisk fiske på tre stasjoner på regulert strekning (Statsforvalteren i Innlandet 2021). Utviklingen i estimerte tettheter av ungfisk av ørret på de tre stasjonene og gjennomsnittsverdier i estimerte tettheter for de ulike årene er vist i **figur 3.21**. På stasjonen ved Jernbanebrua skiller årene 2012 og 2013 seg ut med svært høye estimerte tettheter av ungfisk, og i mange av årene er det denne stasjonen som har høyest estimerte tettheter av ungfisk. Forskjellene mellom stasjonene har blitt mindre de senere årene, og i de siste tre årene er det stasjonen på Bruhølen som har hatt noe høyere tettheter enn de to andre stasjonene (**figur 3.21**). Det er ingen signifikant trend i utviklingen i estimerte tettheter ungfisk på noen av stasjonene i perioden 1999-2021 (stasjonen ved jernbanebrua ble undersøkt fra 1997), men det påpekes at de laveste tetthetene på stasjonen ved jernbanebrua er registrert i 2020 og 2021, dvs. på slutten av prøvereglementsperioden.



**Figur 3.21** Estimerte tettheter av ungfisk av ørret (antall/100m<sup>2</sup>) på stasjonene ved jernbanebrua, Bruhølen og Langteinelaget på minstevannføringsstrekningen nedstrøms Hunderfossen i perioden 1997-1999 (jernbanebrua undersøkt i 1997 og 1998, alle tre stasjoner undersøkt f.o.m. 1999). Rød linje viser gjennomsnittet for alle stasjoner.

Hovedkonklusjonen fra overvåkingen i regi av Statsforvalteren i Innlandet må sies å være at den positive utviklingen i antall gytefisk ikke har resultert i en positiv utvikling i tettheten av ungfisk av ørret (vel og merke på regulert strekning), snarere tvert imot er det en tendens til reduserte tettheter på stasjonene ved jernbanebrua og Langteinelaget (**tabell 3.4**).

**Tabell 3.4** Gjennomsnittlig årlige estimerte tettheter av ungfisk i prøvereglementsperioden (2017-2021) og i femårsperioden 2012-2016, 2007-2011, 2002-2006 og 1997-2001 (kun jernbanebrua undersøkt i 1997 og 1998, alle tre stasjoner undersøkt f.o.m. 1999).

Periode	Jernbanebrua	Bruhølen	Langteinlaget	Alle stasjoner
2017-2021	23,3	29,6	8,7	20,5
2012-2016	114,4	21,2	14,0	49,9
2007-2011	57,6	26,0	12,2	31,9
2002-2006	45,6	15,4	10,8	23,9
1997-1998/ 1999-2001	28,0	32,0	6,0	22,3

## 4 Diskusjon

I 2017 ga NVE, Opplandskraft DA tillatelse til å fravike gjeldende manøvreringsreglement (fra 1976) for Hunderfossen kraftverk for perioden 19.05.2017 til 18.05.2022. Målet med de midlertidige endringene i reglementet var å undersøke mulighetene for å forbedre forholdene for naturlig produksjon av Hunderørret i Gudbrandsdalslågen på den 4,4 km lange regulerte elvestrekningen nedstrøms dammen. En av de mest omfattende endringene var en økning i minstevannføringen i perioden 21. september til 30. juni (for detaljer se **tabell 4.1**).

**Tabell 4.1** Detaljer om endring i minstevannføring nedstrøms inntaksdammen til Hunderfossen kraftverk i forbindelse med det midlertidige manøvreringsreglementet i perioden 19.05.2017 – 18.05.2022 (reglementet er videreført inntil ny konsesjon foreligger).

Tidsperiode	Minstevannføring (m <sup>3</sup> /s) i midlertidig manøvreringsreglement	Endring i forhold til gjeldende reglement:
01.07 - 15.07	15	Uendret
16.07 - 01.09	20	Uendret
02.09 - 10.09	15	Uendret
11.09 - 20.09	10	Uendret
21.09 - 05.11	7	Endret fra 5 m <sup>3</sup> /s i perioden 21.9 – 30.9 og fra 1.8 m <sup>3</sup> /s i perioden 01.10. – 05.11
06.11 - 14.06	5	Endret fra 1.8 m <sup>3</sup> /s
15.06 - 30.06	7	Endret fra 1.8 m <sup>3</sup> /s

I tillegg ble bestemmelser om manøvrering av isluke og flomluker, samt bestemmelser om lokkeflommer for å bedre forholdene for oppvandring av gytefisk og nedvandring av gytefisk og smolt forbi inntaksdammen og på minstevannføringsstrekningen, formalisert i det midlertidige manøvreringsreglementet. Flere av disse bestemmelsene hadde imidlertid vært iverksatt i en intern manøvreringsinstruks siden 2013 (for detaljer, se kap. 1). Endringene i manøvreringsreglementet var faglig forankret i en rekke studier av Hunderørreten, bl.a. på nedvandring (bl.a. Kraabøl & Arnekleiv 1997; Kraabøl mfl. 2009a, 2013, 2015), gyteaktivitet og -biologi på minstevannføringsstrekningen (bl.a. Kraabøl 2006) og forholdene for oppstrøms vandring av Hunderørret på regulert strekning og forbi dammen (Kraabøl & Arnekleiv 1992, 2007; Arnekleiv & Kraabøl 1996, Kraabøl 2012).

Målet med dette prosjektet har vært å vurdere effektene av det midlertidige manøvreringsreglement på rekrutteringsforholdene for storørretbestanden på regulert elvestrekning. I regi av dette prosjektet har gyteaktiviteten nedstrøms Hunderfossen blitt overvåket, og det er gjort vurderinger av forholdene for nedvandring til gytefisk og støing på minstevannføringsstrekningen hhv. høst og vår. Vi har tillegg benyttet data fra overvåkingen som gjennomføres i regi av Statsforvalteren i Innlandet og Opplandskraft DA, bl.a. ungfiskundersøkelser på minstevannføringsstrekningen og oppgangen av gytefisk i fisketrappa (Statsforvalteren i Innlandet 2021; [https://www.statsforvalteren.no/siteassets/fm-innlandet/06-miljo-og-klima/fiskeforvaltning/bedrebruk/overvakings-rapporter/gudbrandsdalslagen\\_2021.pdf](https://www.statsforvalteren.no/siteassets/fm-innlandet/06-miljo-og-klima/fiskeforvaltning/bedrebruk/overvakings-rapporter/gudbrandsdalslagen_2021.pdf)).

Økt minstevannføring (økt vannhastighet og vanddekket areal) nedstrøms Hunderfossen, og mer optimal lukemanøvrering, var forventet å være positive tiltak for Hunderørretens naturlige rekruttering gjennom:

- Økt gytesuksess og derved økt naturlig produksjon av ungfisk og smolt på minstevannføringsstrekningen
- Forbedrede forhold for opp- og nedvandring av gytefisk på regulert strekning



- Forbedrede forhold for opp- og nedvandring av gytefisk forbi ulike fiskepassasjer (fiske-trapp og reguleringsluker) i dammen
- Forbedrede forhold for nedvandring av smolt forbi dammens vannveier og videre ned-over minstevannføringsstrekningen

Den samlede gytebestanden av Hunderørret består av fisk som gyter nedstrøms Hølsaundet, på regulert strekning nedstrøms dammen og av fisk som passerer fisketrappa og vandrer til ulike gyteområder på strekningen av Lågen og sideelver mellom Granerudmoen (Øyer) og Harpefoss (Sør-Fron) (Kristiänsson & Kraabøl 1994; Kraabøl 2001, 2012; Kraabøl & Arnekleiv 1998). Det er registrert gyting i Lågen på flere steder nedstrøms tunnelutløpet ved Hølsaundet, bl.a. helt ned til Sundstranda ved Gausautløpet (Kraabøl 2006, 2012, Rolseth pers. obs. 2016).

Oppgangen av gytefisk i fisketrappa er en viktig overvåkingsparameter for den delen av gytebestanden som har destinasjon oppstrøms Hunderfossen. Oppgangen av fisk i fisketrappa er en funksjon av antall gytefisk som søker ulike gyteområder oppstrøms dammen, og funksjonaliteten/effektiviteten til trappa. Det er tidligere gjennomført studier av effektiviteten til trappa i 1998, 2008 og 2011 (Kraabøl 2012), og denne ble funnet å variere fra 21-39 % mellom år. Vi kan derfor legge til grunn at en betydelig andel av ørreten som gyter nedstrøms Hunderfossen har blitt tvunget til å gyte her. Årlige variasjoner i antall oppvandrende gytefisk i fisketrappa kan derfor både skyldes variasjon i gytebestandens størrelse, og variasjon i forholdene for både oppvandring på minstevannføringsstrekningen og funksjonaliteten til fisketrappa.

### **Positiv utvikling i oppgangen av gytefisk i fisketrappa ved Hunderfossen**

Som en hovedkonklusjon kan vi slå fast at det har vært en svært positiv utvikling i oppgangen av gytefisk i fisketrappa de senere årene, og ikke minst at denne positive utviklingen først og fremst skyldes en økning i oppvandringen av villfisk. I femårsperioden med midlertidig manøvreringsreglement (2017-2021) var oppgangen av villfisk i fisketrappa ved Hunderfossen høyere enn totaltoppgangen av settefisk og villfisk i tidligere perioder etter kraftutbyggingen (**figur 3.1 og 3.2**). Den positive utviklingen ser imidlertid ut til å ha startet før det midlertidige manøvreringsreglementet trådte i kraft i 2017, og vi kan si at f.o.m. 2015-sesongen har oppgangen av gytefisk i fisketrappa vært på et høyere nivå enn tidligere (**figur 3.1**). Som nevnt innledningsvis i denne rapporten er det stor variasjon i livshistorien til Hunderørreten, men ut ifra tidligere undersøkelser kan vi konkludere med at ungfisk står 3-5 år på elv før den vandrer ut i Mjøsa, og at de returnerer som gytefisk etter 2-4 år i innsjøen (Aass mfl. 2017, Nater mfl. 2018). Vi kan derfor anta at gytefisk som er produsert under det midlertidige manøvreringsreglementet tidligst vil begynne å returnere som gytefisk til Gudbrandsdalslågen høsten 2023. Årsakene til den økte oppgangen av gytefisk har derfor sammenheng med andre faktorer. Det er grunn til å anta at endret lukemanøvrering gjennom en frivillig instruks f.o.m. 2013 har bidratt til bedre forhold for både opp- og nedvandring forbi dammen ved Hunderfossen. Det har også blitt gjennomført forsøk med isluka siden 1998 (Kraabøl, pers. medd). Det vurderes også som sannsynlig at fjerning av den fysiske fiskefella i fisketrappa har hatt positiv effekt på oppvandringen i trappa. Dette skyldes at inngangen til fella (kalven) kan ha vært en delvis adferds-barriere for oppvandrende fisk og at fisk som har blitt stående i fella kan finne veien ut igjen. Erfaringen i Glomma- og Trysilvassdraget har vært at antall registrerte oppvandringer i ulike fisketrapper gjennomgående har økt etter at fysiske fiskefeller ble erstattet med automatiske fisketellere (Taugbøl, T., unpubl. data).

Kunnskapen om beskatningen av Hunderørret i Mjøsa og Lågen er ikke fullstendig (men se Kraabøl 1995; Kraabøl & Aass 1995; 1996, Aass & Kraabøl 1999; Kraabøl m.fl. 2009, Norum 2022), men vårt inntrykk er at dreggefiskere i Mjøsa i økt, men varierende, grad praktiserer gjenutsetting av fisk, og da særlig gjenutsetting av villfisk. I tillegg er omfanget av garnfiske etter storørret i Mjøsa kraftig redusert (Kraabøl mfl. 2009). Lågen fiskeelv sone 1 (fra Mjøsa til Hunderfossen) innførte i 2010 en årskvote på fangst av ørret ( $\geq 30$  cm) på 7 fisk, og årskvota er senere redusert til fem fisk. Også i Lågen er vårt inntrykk at en stor andel av fiskerne praktiserer gjenutsetting, spesielt av villfisk, men det er ikke grunnlag for å kvantifisere denne praksisen.

I de senere årene har det også utviklet seg et mer omfattende stangfiske fra land og isfiske etter storørret. Dette er til dels nye fiskemetoder som i liten grad ble brukt for mer enn 10-15 år siden. I sum mener vi allikevel at det er sannsynlig at den samlede beskatningen av Hunderørret i Mjøsa er redusert, først og fremst som følge av bortfall av garnfiske. I tillegg viser overvåkingen av den pelagiske fiskebestanden i Mjøsa at biomassen av krøkle, den viktigste byttefisk for storørreten i Mjøsa, over flere år har vært høy (Gjelland mfl. 2020, Solheim mfl. 2021). Det er derfor grunn til å tro at dette har hatt en positiv effekt på vekst og overlevelse til utvandrende smolt av Hunderørret. Kraabøl m.fl. 2009 fant en sterk positiv sammenheng mellom fangst per dreggetime av villfisk og settefisk i perioden 1987-2008, og dette ble tolket dit hen at variasjon forholdene i Mjøsa (dvs. mattilgang, overlevelse m.m.) er viktig for å forklare variasjonen i CPUE (relativ tetthet) av Mjøsørret mellom år.

Selv om vi ikke har kunnskap til å isolere effektene av hva som skyldes endringer i forholdene i Mjøsa, endret lukemanøvrering og/eller økt minstevannføring m.m., har summen av endringer resultert i at utviklingen i bestanden av naturlig rekruttert Hunderørret er svært positiv. Tallene fra fisketrappa i 2022-sesongen er ikke inkludert i denne rapporten, men en oppgang på ca. 1 500 gytefisk (Taugbøl, T. pers. medd.) viser at den positive utviklingen fortsetter.

### **Forholdene oppstrøms Hunderfossen**

Som resultat av arbeidene til bl.a. Kraabøl (2012), har det gradvis blitt økt bevissthet rundt lukemanøvrering for å optimalisere forholdene for opp- og nedvandring ved Hunderfossen, og dette arbeidet startet først som konkrete forsøk med lukeåpninger i 1998, deretter frivillige tiltak av Opplandskraft i 2013 (formalisert i midlertidig manøvreringsreglement f.o.m. 2017). Det er derfor sannsynlig at funksjonaliteten til opp- og nedstrøms fiskepassasjer har økt som følge av dette, og at dette har bidratt til økt oppgang av gytefisk i fisketrappa, men dette er ikke dokumentert gjennom studier.

I artikkelen «Hva om Hunderørreten var laks» gjorde Kraabøl m.fl. (2012) beregninger av hva et gytebestandsmål (som beregnes i alle laksevassdrag) ville vært for Lågen. Det ble beregnet at av 13 579 494 m<sup>2</sup> tilgjengelige gyte- og oppvekstområder i Lågen var 86 % av dette oppstrøms Hunderfossen. Selv om man valgte en relativ beskjeden egg-deponering på ett eller to egg per m<sup>2</sup>, sannsynliggjorde disse beregningene at det var en betydelig underrekruttering oppstrøms Hunderfossen, dvs. at den naturlige produksjonen av ørret ville øke hvis flere gytefisk fikk gyte her (Kraabøl mfl. 2012). Beregninger viste at det samlede gytebestandsmålet i Lågen ville bli 3 900 og 7 800 hunner ved valg av en relativt beskjeden egg-deponering på henholdsvis ett eller to egg per m<sup>2</sup>. Av disse burde 3 400 (1 egg/m<sup>2</sup>) eller 6 700 (2 egg/m<sup>2</sup>) gyte oppstrøms Hunderfossen. Kraabøl mfl. (2012) påpekte at dette er høye tall og at en start ville være å sikre oppgang av ca. 2000 gytefisk forbi Hunderfossen. Forutsatt at det er en betydelig underrekruttering oppstrøms Hunderfossen, er det forventet at effekten av økt oppgang de senere årene vil kunne øke produksjonen av smolt fra denne elvestrekningen. Det er heller ikke usannsynlig at det allerede har skjedd en positiv «spin-off-effekt» av økt oppvandring i fisketrappa i flere år etter 2002 i form av økt naturlig produksjon av smolt oppstrøms Hunderfossen. Det presiseres at det ikke er gjennomført en systematisk analyse av fysiske habitatflaskehals, f.eks. etter miljødesignmetodikken (Forseth og Harby 2013) for ørreten oppstrøms Hunderfossen, og det foreligger heller ikke overvåkingsdata oppstrøms Hunderfossen som viser utvikling i ungfisktetthet og/eller produksjon av utvandringssklar smolt.

Hunderørreten kan gyte flere ganger i løpet av livet, og det er derfor viktig at gytefisk som gyter oppstrøms Hunderfossen kommer seg trygt og effektivt både opp og ned forbi dammen. Det har i lengre tid vært økt bevissthet rundt lukemanøvrering for å sikre nedvandring, og dette er formalisert i det midlertidige reglementet. På den annen side ble det i perioden 2009-2011 gjennomført en utskifting av varegrindene foran inntaket til kraftverket, og lysåpningen økte fra 6 til 10 cm. Denne 4 cm økningen i varegrindas lysåpning medførte at praktisk talt all voksen utgytt ørret fikk fysisk rom til å komme seg gjennom varegrinda, mens den opprinnelige åpningen på 6 cm fungerte som et fysisk stengsel for størstedelen av voksen utgytt ørret. Vi går ikke nærmere inn på konsekvensene av dette her, men det er gjort flere utredninger som viser at en

betydelig andel av nedvandrende gytefisk og smolt passerer turbinene (Kraabøl mfl. 2013, 2015, Forseth og Museth 2022). Dette medfører en uunngåelig dødelighet som følge av passasje gjennom turbinene, i tillegg til en forsinket dødelighet som følge av senskader. Norconsult arbeider på oppdrag for Opplandskraft med konkrete tiltak for å løse utfordringene for nedvandring ved Hunderfossen (Bendixby mfl. 2022). Løses disse utfordringene er det forventet at dette vil ha en betydelig positiv effekt på overlevelse og produksjon av storørret oppstrøms Hunderfossen, med påfølgende økt mengde ørret som kommer ut i Mjøsa og deretter opp igjen i Lågen for å gyte.

### Forholdene nedstrøms Hunderfossen

Minstevannføringsstrekningen har som følge av sterkt redusert vannføring, et begrenset tilgjengelig gyteareal. En del vanddekte arealer med egnet gytegrus har for lav vannhastighet til at ørret velger å gyte på disse områdene. På gyteområdet ved jernbanebrua er det registrert betydelig grad av overgraving av gytegroper (Kraabøl 2006). Et viktig mål med det midlertidige manøvreringsreglementet var å øke tilgjengelig gyteareal for storørret, og dermed øke den naturlige rekrutteringen av storørret på regulert strekning nedstrøms Hunderfossen. Utbyggingen av Hunderfossen kraftverk (ferdigstilt i 1964) medførte en betydelig reduksjon i vannføring og vanddekt areal med egnet vannhastighet for gyting og inkubasjon på den 4,4 km lange strekningen mellom Hunderfossen og kraftverksutløpet ved Hølsauget, og minstevannføringen ble oppjustert gjennom flere trinn, senest i 1976. Dagens gjeldende reglement (fra 1976) sikret tilstrekkelig vannhastighet på en del av den regulerte elvestrekningen, men vesentlige arealer har en vannhastighet som er for lav fra 1. oktober, når gytingen starter. Kraabøl (2006) dokumenterte at den trinnvise nedtrappingen av minstevannføring fra 20 m<sup>3</sup>/s til 1,8 m<sup>3</sup>/s forut for gyteperioden om høsten førte til brakklegging av 1680 m<sup>2</sup> med egnet gytesubstrat og betydelig overgraving på de mest attraktive områdene som resultat. Under enkelte flomsituasjoner i oktober ble det observert at gytearealet i kjerneområdet oppstrøms jernbanebrua økte (både oppover i lengderetningen og mot øst), og at det ved vannføringer over 15 m<sup>3</sup>/s var stor fare for at det ville skje gyting på områder som senere ville bli tørrlagt og/eller frosset av is når vannføringen ble redusert til 1,8 m<sup>3</sup>/s gjennom vinteren. Gitt en vintervannføring på 1,8 m<sup>3</sup>/s, anbefalte Kraabøl (2006) at vannføringen under gytetiden kunne økes til 15 m<sup>3</sup>/s i gytetiden, uten fare for tørrlegging og frost. I det midlertidige manøvreringsreglementet ble vannføringen kun økt til 7 m<sup>3</sup>/s i gyteperioden, men på den annen side ble minstevannføringen etter endt gyting og gjennom vinteren økt til 5 m<sup>3</sup>/s. Det er vanskelig å avveie disse forbedringene opp mot hverandre, men det er grunn til å anta at forholdene under inkubasjonstiden har blitt gunstigere, bl.a. med økt vanngjennomstrømming gjennom gytegroper og egglommene.

Kraabøl (2006) overvåket i en årrekke (1990-2006) gyteområdet ved jernbanebrua. Det ble observert relativt stor variasjon mellom år i benyttet gyteareal (315 - 900 m<sup>2</sup>), og maksimalt antall gytefisk som ble observert gyteaktive på samme dag i løpet av gytesesongen varierte fra 19 til 50 individer. Dette gyteområdet var antatt å være det største gyteområdet på regulert strekning, og tilsvarer sone 1 i våre undersøkelser.

Som en del av vårt prosjekt ble det samme gytefeltet kartlagt med drone i 2016 og i hvert år i prøvereglementsperioden (2017-2021). Denne metoden viste også betydelig variasjon i gyteaktiviteten i sone 1 mellom år, men også betydelig og varierende gyteaktivitet i sone 2 og 4 som ligger nærmere dammen (se **figur 2.1**). I løpet av prøvereglementsperioden har vannføringen i starten av gytesesongen (begynnelsen av oktober) variert fra minstevannføring på 7 m<sup>3</sup>/s til vannføringer på over 200 m<sup>3</sup>/s. Det har også forekommet vannføringer på over 2000 m<sup>3</sup>/s i løpet av gyteperioden (2018). Selv om dette er en regulert strekning med betydelig vannføringsreduksjon sammenlignet med uregulert vannføring, er vannføringsforholdene under gyteperioden varierende i takt med tilsiget når vannføringen i Lågen overstiger slukeevnen i kraftverket (320 m<sup>3</sup>/s) ved nedbørsperioder. Variasjon i vannføring i starten av gytesesongen mellom år har trolig påvirket hvor de første hunnfiskene stiller seg opp, noe som også påvirker fordelingen av gytefisk mellom de ulike gyteområdene vi har studert. Selv om det er observert stor variasjon i fordelingen av gytefisk og oppgravd areal mellom år, viser dette studiet at økt minstevannføring har ført til at det potensielle gyteområdet som ørreten kan benytte har økt i betydelig grad, og at gyteområdet mellom jernbanebrua og dammen har fått større areal med egnet vannhastighet for gyting og

inkubasjon. Økt vintervannføring tilsier økt vanngjennomstrømming i inkubasjonsperioden for rogn i grusen, noe som kan gi økt overlevelse frem til klekking. Økt vannhastighet og -dyp gjennom vinteren vil også redusere eventuelle problemer med tilfrysing av rogn og bunndyr. Økt vannføring er også fordelaktig for å dempe skadeomfanget av utilsiktet vannslipp over dam og påfølgende isgang over gyteområdene mellom dammen og jernbanebrua om vinteren. Dette skjer med noen års mellomrom som følge av utfall av turbiner.

Høsten 2016, året før prøvereglementet trådte i kraft, ble gytearealet i sone 1 beregnet til 1100 m<sup>2</sup> og det ble registrert 79 adskilte gytegroper dette året. Det er viktig å påpeke at antall gytegroper som registreres, må betraktes som et minimumstall, og at det i tillegg til de adskilte gytegroperne var oppgravde arealer i gytefeltet der det ikke var mulig å skille enkeltgroper fra hverandre. Bruk av drone til overvåking av gyteaktivitet har bidratt med ny og økt kunnskap om gyteaktiviteten i sone 1-4.

I de tre første årene av prøvereglementsperioden (2017, 2018 og 2019) observerte vi en betydelig økning i gyteareal og registrerte enkeltgroper i sone 1 (ved jernbanebrua), mens det i 2020 og 2021 var en reduksjon i anvendt gyteareal i denne sona sammenlignet med de tre foregående årene. I gjennomsnitt observerte vi en økning i gyteareal på 22 % og en økning i definerte groper på 86% i hele prøvereglementsperioden sammenlignet med i 2016. Selv om det var relativt stor årlig variasjon, observerte vi en utvidelse i gytefeltet både i lengderetningen mot demningen og mot øst, og dette skyldes utvilsomt den økte minstevannføringen og større arealer med egnet vannhastighet. Dette samsvarer godt med observasjonene og vurderingene som Kraabøl (2006) gjorde i perioder med økt vannføring i sine visuelle studier fra jernbanebrua. Bruk av drone muliggjorde systematisk registrering av gyteaktivitet også i sonene 2-4 (**figur 2.1**) oppstrøms gytefeltet ved jernbanebrua (sone 1). Det foreligger lite førdata fra disse sonene, men registreringer i 2015 og 2016, samt enkeltobservasjoner fra flere år (Kraabøl, pers. medd.) viste at det var gyting her også før det midlertidige manøvreringsreglementet trådte i kraft i 2017. Endringene i prøvereglementsperioden er ikke like åpenbare og tydelige i de øvrige sonene som i sone 1. I sone 2 ble det i 2015 telt 67 gytegroper, og det ble beregnet et benyttet gyteareal på 1667 m<sup>2</sup>. I de tre påfølgende årene med midlertidig manøvreringsreglement var det nedgang i bruk av denne sona, men i 2020 var det en markant økning i benyttet gyteareal og det ble telt 204 adskilte groper. Dette året var det i tillegg betydelig utvasking som følge av høy vannhastighet i øvre og østre del av sona, som gjorde at telling av gytegroper i dette området ikke var mulig. Det er påfallende at økningen i gyteaktivitet i denne sona i 2020 sammenfaller med en nedgang i gyteaktiviteten i sone 1 samme år, og dette viser trolig at fordelingen av gytefisk på minstevannføringsstrekning er dynamisk og kan være påvirket av en rekke forhold som vannføring og f.eks. hvor de første gytefiskene, spesielt hunnfiskene, stiller seg opp og starter etablering av gytegroper. I sone 3 var det ikke mulig å påvise oppgravd areal eller gytegroper i løpet av prosjektperioden, men både i 2015 og 2016 ble det påvist gytefisk som stod i den utgravde kanalen utenfor settefiskanlegget, men etter at minstevannføringen økte i 2017 har det ikke vært mulig å registrere fisk i denne sonen. Forsøk med nytt linsefilter og drone høsten 2022 tyder på at det vil være mulig å registrere gytefisk og groper også i denne sona framover. Sone 4 ligger nærmest demningen, og også her er det påvist svært stor variasjon i gyteaktivitet de ulike årene. Her foreligger det «før-data» i form av visuelle observasjoner fra øvre del av kanalen, der det har vært vanlig å se en del graveaktivitet hos hunnfisk (Kraabøl, pers. medd). Dronefilming fra 2015 viste mindre oppgravd areal og færre antall gytegroper enn i sone 1 og 2. I 2015 ble det påvist 125 gytegroper og et relativt begrenset gyteareal på 417 m<sup>2</sup>, mens det i 2016 og 2017 (første år med midlertidig prøvereglement) ikke ble påvist gyting her. Fra og med 2018 har gytearealet i denne sona økt og i 2021 var arealet beregnet til 505 m<sup>2</sup> og antall adskilte gytegroper var 62. Det må påpekes at på grunn av økt vannhastighet har det de siste årene vært betydelig utvasking av bunnsstratets begroingsdekke i denne sona, slik at adskillelse av gytegroper har vært vanskelig.

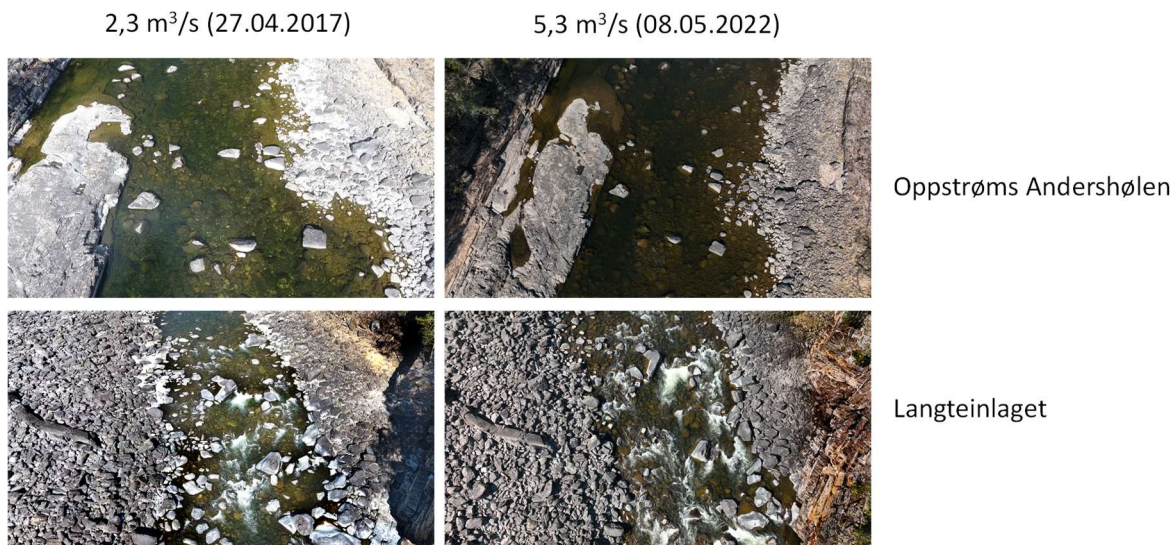
Det summerte anvendte gyteareal i sone 1, 2, 3 og 4 har variert fra 2378 til 3609 m<sup>2</sup> i prøvereglementsperioden, og gytearealet i sone 1 utgjorde fra 25 – 64 % av det totale gytearealet de ulike årene. Det fremstår som klart at sone 1 ved jernbanebrua er et viktig gyteområde som benyttes i stor grad hvert år, men også at sonene nærmere dammen har stor betydning. Antall registrerte

gytegroper har variert fra 207 – 402 i de ulike årene i prøvereglementsperioden, men dette er absolutt et minimumstall fordi økt vannføring og utvasking av groper førte til at det tidvis ikke var mulig å telle gytegroper i alle sonene i alle år. På den annen side kan det også være noen falske gytegroper, dvs. at hunnfisk som begynner på en gytegrop under høy vannføring kan forlate gropa og etablere en ny på annet sted i elva. Dette er ved flere anledninger observert under gyteregistreringene fra jernbanebrua (Kraabøl 2006).

Selv om det er stor variasjon i gyteareal og fordeling av gytegroper mellom år, konkluderer vi med at økt minstevannføring har gjort at gyteområdene mellom jernbanebrua og dammen har blitt mer egnet, gytegroperne fordeler seg over et større areal og omfanget av overgraving har blitt redusert. Selv om vi ikke kan dokumentere at økt minstevannføring har ført til økt produksjon av ungfisk og smolt på minstevannføringsstrekning (se under), vil allikevel redusert overgraving, i kombinasjon med økt spredning, trolig ha bidratt positivt fordi flere foreldrepar bidrar til ungfiskproduksjon, dvs. den effektive populasjonsstørrelsen har trolig økt som følge av prøvereglementet. Dette vurderes som en viktig faktor når det gjelder bevaring av Hunderørretens genetiske integritet.

Som nevnt ovenfor er det for tidlig å konkludere med om endret manøvreringsreglement har ført til økt produksjon av smolt på regulert strekning. Vi forventer at de første smoltene som har sin opprinnelse fra gyting på minstevannføringsstrekningen i perioden 2017-2021, returnerer som gytefisk høsten 2023. Overvåking av ungfisktettheten på regulert strekning i regi av Statsforvalteren i Innlandet tyder imidlertid på at det ikke har vært en positiv utvikling i tettheten av ung ørret, snarere tvert imot er det registrert svært lave tettheter de senere årene (se **figur 3.21** og **tabell 3.4**). Det må allikevel påpekes at det av praktiske årsaker kun er gjennomført årlig el-fiske på tre stasjoner på regulert strekning. Strandnært elektrisk fiske med bærbart el-apparat er svært krevende på regulert strekning på grunn av grovt substrat, og det har vært mange ulike personer involvert i denne overvåkingen. I tillegg er det sannsynlig at økt minstevannføring har redusert fangbarheten og effektiviteten ved strandnært elektrisk fiske. Statsforvalteren i Innlandet har i løpet av 2022 vurdert muligheten for å utvide stasjonsnettet. Det er grunn til å tro at den regulerte elvestrekningen mellom jernbanebrua og dammen ikke har kapasitet til å gi livsrom for det store antall yngel som klekkes ut på denne elvestrekningen. Konkurransen i tidlig livsfase hos ørret kan medføre nedstrøms forflytninger av yngel etter «swim-up» perioden i slutten av juni. Det hadde derfor vært en fordel om også tettheten av ørret på strekningen av Lågen nedstrøms tunnelutløpet ved Hølsaugget hadde blitt overvåket. Tidligere undersøkelser med bruk av elektrisk fiskebåt har vist at tettheten av ørretunger nedstrøms Hølsaugget er relativt høye (Johnsen mfl. 2016), og det hadde styrket kunnskapsgrunnlaget dersom denne strekningen hadde blitt fulgt opp framover.

I forbindelse med beregningene av gytebestandsmål til Hunderørreten i Lågen ble det konkludert med at gyteområdene nedenfor Hunderfossen hadde et overskudd av gytefisk, noe som dels ble understøttet av beregninger av vanddekt areal og observasjoner av antall gytefisk (Kraabøl mfl. 2012) og av observasjoner av betydelig grad av overgraving på gytefeltet ved jernbanebrua (Kraabøl 2006). Parallelt med denne rapporten arbeides med å beskrive endringer vanddekt areal og vannhastighet ved økt vannføring fra 1,8 m<sup>3</sup>/s til 7 m<sup>3</sup>/s. Disse resultatene publiseres i egen rapport, men hovedresultatet er at økningen i minstevannføring har ført til en relativt beskjeden økning i vanddekt areal (**figur 4.1**, Rolseth og Kraabøl, under arbeid), men at økt vannhastighet har økt arealet til områder som er egnet til gyting og inkubasjon. Vi anbefaler intensivt overvåking av ungfisktetthetene på minstevannføringsstrekningen og nedstrøms kraftverkutløpet, og det bør utredes muligheten for å øke bæreevnen gjennom fysiske habitattiltak (f.eks. tilførsel av gytegrus). En viktig begrunnelse for å utrede tilførsel av gytegrus er at oppdemningen av Hunderfoss-bassenget, Jevne- og Gillebofjorden har stoppet tilførselen av grus fra disse tidligere strykområdene som ble demmet ned i 1964. Tilførselen av grus til elvestrekningen nedstrøms Hunderfossen var sannsynligvis begrenset før reguleringen, men over tid vil sedimentbalansen av transportable størrelsesfraksjoner på denne elvestrekningen påvirkes av at utførselen er større enn tilførselen. Det anbefales kartlegging av grusforekomstene i de dype partiene i Ensbyhølen og Andershølen/Bergvelta.



**Figur 4.1** Oversiktsbilder som viser to utvalgte områder på minstevannføringsstrekningen (oppstrøms Andersshølen og ved Langteinlaget nedstrøms Ensbyhølen) ved vannføringer ~ det som var situasjonen før og etter midlertidig manøvreringsreglement trådte i kraft.

#### Forholdene for nedvandring på minstevannføringsstrekningen

I tillegg til at det midlertidige manøvreringsreglementet formaliserte den interne instruksjonen fra 2013 om slipp av vann gjennom isluka, som er vist å fungere som passasje ved nedvandring, ble det også formalisert at det både vår (perioden 05.05-15.05) og høst (perioden 10.10-25.10) skulle slippes 20 m<sup>3</sup>/s i minst to døgn. Tidligere studier har vist at utgytt ørret som har passert dammen på nedvandring om høsten kan bli stående nedstrøms dammen gjennom vinteren (Gregersen mfl. 2007, Kraabøl mfl. 2013, 2015). Dette kan skyldes et valg om å overvintre i elva (Kraabøl mfl. 2008), men også at forholdene på minstevannføringsstrekningen ikke har vært gunstige for videre nedvandring til Mjøsa. Et av målene med det midlertidige manøvreringsreglementet var bedre forholdene for nedvandring forbi dammen, men også å bedre forholdene for nedvandring på minstevannføringsstrekningen, fordi det er sannsynlig at det er en fordel for gytefisk å komme så raskt som mulig ut i Mjøsa slik at de raskt kan starte «å spise seg opp igjen» etter en tøff gyteperiode.

I dette prosjektet har vi ikke studert nedvandring forbi dammen, men på minstevannføringsstrekningen. Vi har ved hjelp av drone forsøkt å telle antall gytefisk som står mellom jernbanebrua og dammen etter endt gyteperiode om høsten. Antall gytefisk som observeres på denne elvestrekningen er et resultat av antall ørret som har gytt her, antall som har vandret videre ned til Mjøsa etter gyting, samt antall gytefisk som har kommet seg ned gjennom luker i damanlegget etter gyting. Det foreligger ikke grunnlag for å separere disse faktorene fra hverandre. I tillegg er det telt støing om våren, før vårflommen, på samme strekning. Observasjonsforholdene om høsten har variert, men før vårflommen har de vært gode. Tellingene av antall støing om våren er derfor bedre og sikrere enn antall gytefisk observert om høsten. Resultatene viser at det var mange vinterstøinger nedstrøms dammen våren 2016 (450-500) og 2017 (200-300) før det midlertidige manøvreringsreglementet trådte i kraft. Det er verdt å merke seg at det den 12. oktober i 2016 ble telt 600 gytefisk nedstrøms dammen, og at det derfor må ha vandret ut minimum 300 gytefisk i perioden 12. oktober – 4. mai ved en minstevannføring på 1,8 m<sup>3</sup>/s. Våren 2018 og 2019 ble det telt hhv. 27 og 15 støing nedstrøms dammen, dvs. en markant nedgang i forhold til det som ble registrert før det midlertidige manøvreringsreglementet trådte i kraft. I tillegg til at det pga. nedbør var økt vannføring på minstevannføringsstrekningen både høsten 2018 og 2019, kunne dette tyde på at økt minstevannføring om høsten hadde bedret forholdene for nedvandring. Våren 2020 ble det imidlertid igjen observert et høyt antall støing nedstrøms dammen (ca. 400).

Høsten 2019 var det ingen tilsigsbasert økning i vannføringen i løpet av oktober og november, men det ble sluppet vann i to døgn over isluka iht. bestemmelsene i det midlertidige manøvreringsreglementet i perioden 22.-23. oktober ved en vanntemperatur på 6.1-6.3 °C. Det er mye som tyder på at dette ikke var tilstrekkelig, eller at det skjedde ved for lav temperatur, til å initiere nedvandring til Mjøsa. Vi vil derfor anbefale at man ved vedvarende lav vannføring om høsten i framtiden forsøker å slippe lokkeflom noe tidligere enn det som ble gjort i 2019. Våren 2021 og 2022 ble det igjen registrert et mer beskjedent antall støing nedstrøms dammen om våren.

Vi kan, basert på bruk av drone som metode, ikke konkludere entydig med at økt minstevannføring om høsten har bedret forholdene for nedvandring, men det er allikevel observert at man i fire av fem år har registrert betydelig færre støing om våren enn det som var tilfelle i de to årene før endringen i minstevannføring.

### Forholdene for oppvandring

Det midlertidige manøvreringsreglementet formaliserte bestemmelser i intern instruks fra 2013 om slipp av lokkeflom på minst 60 m<sup>3</sup>/s i to døgn innen 20.09 hvis det ikke har vært tilsvarende vannføringstopper i perioden 15.08-10.09 (for detaljer, se kap. 1). Målsettingen med dette var å bedre forholdene for oppvandring forbi kraftverksutløpet ved Hølsauget og minstevannføringsstrekningen (jf. Arnekleiv & Kraabøl 1996). I tillegg foreligger det bestemmelser om lukemanøvrering som fastsetter at når det går vann over dam utover vannslippet i isluka og fisketrappa, skal det prioriteres å bruke flomluke 4 og deretter flomluke 3. Dette var delvis praktisert i den interne instruks fra 2013, og målsettingen var å skape hydrauliske forhold som i størst mulig grad lokket fisken mot trappeinngangene ved ulik vannføring.

Som beskrevet innledningsvis i denne rapporten var det i utgangspunktet lagt opp til et forsøksoppsett i prøvereglementsperiodene med varierende vannføring i flomluke 3 og 4 for å se om det var mulig med ytterligere optimalisering av lukemanøvreringen. I praksis skulle dette gjennomføres ved å bytte på hvilke av de to lukene som skulle ligge i automatisk regulering. Det viste seg imidlertid at flomluke 4 ikke kunne ligge i automatisk regulering fordi det oppstod uheldige episoder med stranding av fisk nedstrøms denne når den ble lukket. Det ble derfor besluttet at det var flomluke 3 som måtte ligge i automatisk regulering, og det ble derfor begrenset med muligheter for å teste ut muligheten for ytterligere optimalisering av lukebruk. Dette vil eventuelt kreve fysiske tiltak nedstrøms flomluke 4 for å eliminere problemet med stranding av gytevandrende ørret ved rask stengning av luka.

Jensen og Aass (1991) studerte oppvandringen av Hunderørret i fisketrappa for perioden 1983-1990 og konkluderte med at både stor og liten vannføring begrenset oppgangen i trappa. De observerte at ved vannføring større enn 150 m<sup>3</sup>/s og lavere enn 10-20 m<sup>3</sup>/s stoppet oppgangen i fisketrappa. Dette samsvarer svært godt med funnene i denne studien der det er registrert oppvandring av 6 119 (2017-2021) ørret i fisketrappa/-telleren ved vannføringer fra 7 til 980 m<sup>3</sup>/s, men kun 6 % og 1 % av registrerte oppvandring i fisketrappa skjedde ved vannføringer over hhv. 100 og 200 m<sup>3</sup>/s.

Det er utfordrende å analysere sammenhengen mellom funksjonaliteten til fisketrappa og mange samvirkende miljøvariabler som tidspunkt innenfor oppvandringssesongen, vannføring, lukemanøvrering m.m. fordi antall registrerte oppvandring ikke bare er en funksjon av effektiviteten til fisketrappa, men også avhenger av antall ørret som står nedstrøms dammen og som er motivert for å passere demningen.

For hele prøvereglementsperioden har 94 % av netto oppgang av ørret i fisketrappa skjedd i juli, august og september, og dette skyldes i stor grad at det er i disse månedene Hunderørreten har nådd opp til damanlegget og fått tilstrekkelig lav vannføring over dammen til at fisketrappa blir oppdaget som en vandringsvei. Oppvandringen fra Mjøsa kan skje noe tidligere på sommeren.

For perioden juli-september i hele prøvereglementsperioden ser vi at oppgangen av ørret er størst ved vannføringer mellom 25-45,9 m<sup>3</sup>/s (**figur 3.7**), men det er ikke dermed sagt at en

konstant vannføring i dette intervallet er det mest gunstige for å sikre oppvandring. Når vi framstiller oppvandring i fisketrappa og vannføring per døgn i de ulike årene i prøvereglementsperioden (**figur 3.8**) ser vi at det er stor årlig variasjon i vannføringsforholdene og oppvandringsmønsteret. Årlig gjennomsnittlig vannføring på minstevannføringsstrekningen har variert mellom 31 og 127 m<sup>3</sup>/s i prøvereglementsperioden. I det «våte året» 2020 ble det registrert 58 dager med vannføring  $\geq 45$  m<sup>3</sup>/s, mens det i det «tørre» året 2021 kun ble registrert 15 dager med vannføring  $\geq 45$  m<sup>3</sup>/s. Selv om både Jensen og Aass (1991) og denne studien har vist at høy vannføring ikke er gunstig for oppvandringen i fisketrappa ser vi at høy vannføring er gunstig for oppvandring av gytefisk på minstevannføringsstrekningen, og at slike topper i vannføringen fører til økt oppgang i trappa noen dager etter vannføringstoppen.

Ved å se på antall oppvandrende ørret i fisketrappa og vannføring per dag i den viktigste vandringsperioden (juli-september) for hvert enkelt år i prøvereglementsperioden ser man, i alle fall tidvis, et klart mønster. Som tidligere vist ser vi at ved topper i vannføring på over 100 m<sup>3</sup>/s går det relativt lite fisk, men **figur 3.8** viser at man ganske ofte får en topp i oppvandring etter en slik periode med løft i vannføringen. I 2017 ser vi f.eks. at vi har to tydelige topper i vannføring rundt 26. juli (231 m<sup>3</sup>/s) og 8. august (237 m<sup>3</sup>/s) og en påfølgende topp i oppvandringen på synkende vannføring noen dager senere. Dette bildet ser man også i de øvrige årene, men det er som nevnt store forskjeller i vannføring og oppvandringsmønster mellom ulike årene. I et tørt år som i 2021 ser det ut som de små toppene i oppvandring kommer mer parallelt med beskjedne løft i vannføringen (**figur 3.8**).

Selv om det stor variasjon mellom år i oppvandringsmønster gjennom sesongen ser man fra **figur 3.8** at man relativt ofte får en økt oppgang av fisk i fisketrappa etter perioder med løft i vannføringen. En sannsynlig forklaring er at økt vannføring som følge av nedbør initierer vandring fra Mjøsa og forbi kraftverksutløpet ved Hølshauget, og at det akkumuleres fisk nedstrøms dammen som begynner å gå trappa når vannføringen over dammen går ned i igjen. Dette bekreftes bl.a. ved at det er flere ørret som går fisketrappa på synkende enn økende vannføring. I den viktigste vandringsperioden (juli-september) i årene 2017-2021 og ved vannføringer < 205 m<sup>3</sup>/s var andelen ørret som gikk fisketrappa på økende eller synkende vannføring henholdsvis 28 % og 72 %.

### Hovedkonklusjon

Det har i løpet av prøvereglementsperioden (2017-2021) vært en svært positiv utvikling i gytebestandsstørrelsen til Hunderørreten. Siden ungfisk av Hunderørreten står ca. 3-5 år i elva før utvandring til Mjøsa og returnerer som gytefisk til Lågen etter 2-4 år i Mjøsa, er en prøvereglementsperiode på fem år for kort tid til å konkludere med hvilken effekt dette har hatt på produksjonen av smolt i Lågen. Vi anbefaler derfor at det midlertidige reglementet videreføres. Selv om vi ikke har kunnskap til å isolere effektene av hva som skyldes ernærings- og beskatningsforholdene i Mjøsa, endret lukemanøvrering, slipp av lokkeflommer og økt minstevannføring, har summen av endringer resultert i den positive utviklingen i bestanden.

Selv om det er stor årlig variasjon i utbredelsen til gyteområdene til Hunderørreten på minstevannføringsstrekningen, har denne studien vist at det potensielle gyteområdet som kan benyttes, har økt. Vi konkluderer også med at økt minstevannføring og slipp av lokkeflommer har vært positivt for forholdene for både opp- og nedvandring på minstevannføringsstrekningen.

Økt bevissthet rundt lukemanøvrering for å bedre forholdene for oppvandring i fisketrappa har trolig resultert i økt effektivitet til fisketrappa. Dette arbeidet startet før prøvereglementsperioden. Vi mener det er stor grunn til å anta at økt oppgang av gytefisk oppstrøms Hunderfossen har hatt, og vil ha, positiv effekt på produksjonen av ørretunger og smolt. Dette begrunnes med at det trolig er underrekruttering av ørret oppstrøms Hunderfossen, dvs. flere gytefisk vil føre til økt produksjon av ørret. Det er imidlertid ikke grunnlag for å konkludere med at prøvereglementet har medført høyere tetthet av ørretunger på minstevannføringsstrekningen, men det er ut ifra generell kunnskap grunn til å anta at økt vintervannføring er positivt for overlevelse av både rogn,



ørretunger og insekter/næringsdyr. Det synes imidlertid fremdeles å være et overskudd av gytefisk mellom dammen og jernbanebrua, og det er derfor viktig å øke trappas effektivitet ytterligere. Kombinasjonen av økt spredning av gytegroper nedstrøms dammen og økt gytedekning oppstrøms, vurderes å være viktig for å styrke både naturlig reproduksjon og ivareta genetisk variasjon.

Vi anbefaler at det midlertidige manøvreringsreglementet videreføres, og at:

- Overvåkingen av gyteaktivitet og forholdene for nedvandring av gytefisk/støing nedstrøms Hunderfossen videreføres.
- Det etableres stasjoner for overvåking av ungfisktetthet i Lågen både oppstrøms Hunderfossen og nedstrøms kraftverktløpet.
- Overvåkingen av ungfisktetthet på minstevannføringsstrekningen videreføres, og om mulig utvides.
- Dagens praksis for lukemanøvrering for å optimalisere forholdene for oppvandring videreføres, og at mulighetene for ytterligere bedring av forholdene for oppvandring utredes parallelt med de planlagte tiltakene for å sikre nedvandring forbi dammen.

## 5 Referanser

- Aass, P. 2011. Teinelagsfisket etter Hunderørret i Gudbrandsdalslågen. Rapport nr. 4. Universitetet i Oslo, Naturhistorisk museum.
- Aass, P. & Kraabøl, M. 1999. The exploitation of a migrating brown trout (*Salmo trutta* L.) population: change in fishing methods due to river regulation. *Regulated Rivers; Research & Management* 15: 211-219.
- Aass, P., Rustadbakken, A., Moe, S.J., Lund, E. & Qvenild, T. 2017. Life-history data on Hunder brown trout (*Salmo trutta*) from Lake Mjøsa, Norway. *Freshwater Metadata Journal*. DOI 10.15504/fmj.2017.25.
- Aass, P., Sonderup-Nielsen, P. & Brabrand, Å. 1989. Effects of river regulation on the structure of a fast-growing brown trout (*Salmo trutta* L.) population. *Regulated Rivers: Research & Management* 3: 255-266.
- Arnekleiv, J. V. & Kraabøl, M. 1996. Migratory behaviour of adult fast-growing brown trout (*Salmo trutta* L.) in relation to water flow in a regulated Norwegian river. *Regulated Rivers; Research & Management* 12: 39-49.
- Arnekleiv, J. V., Kraabøl, M. & Museth, J. 2007. Efforts to aid downstream migrating brown trout (*Salmo trutta* L.) kelts and smolts passing a hydroelectric dam and a spillway. *Hydrobiologia* 582: 5-15.
- Bendixby, L. mfl. (Norconsult) 2022. Hunderfossen kraftverk. Nedvandring. Fase 2 Mulighetsstudie. Arbeidsnotat. Oppdragsnr. 52104700.
- Dervo, B., Taugbøl, T. & Skurdal, J. 1996. Storørret i Norge. Status, trusler og erfaringer med dagens forvaltning. Østlandsforskning, Rapport 10/1996, 78 sider + vedlegg
- Gjelland, K.Ø., Bækkelie, K.A., Brabrand, Å., Kristoffersen, R., Svenning, M., Eloranta, A., Pettersen, O., Saksgård, R. Solberg, I., & Sandlund, O.T. 2020. Overvåking av fisk i store innsjøer – FIST 2018. NINA Rapport 1749. 105 sider + vedlegg
- Gladsø, J.A., Fjeldseth, Ø., Hegge, O., Jørgensen, F., Knapp, A., Kroglund, F., Museth, J., Ravneberg, E., Ødegård, F.E. & Dervo, B.K. 2020. Forslag til strategi for bevaring og utvikling av bestandene av storørret. Miljødirektoratet. M-1786 |2020. 50 sider.
- Gregersen, F., Johnsen, S, Hegge, O. & Kraabøl, M. 2007. Nedvandring av utgytt Hunderaure forbi Hunderfossen dam og videre nedstrøms gyteområdet ved jernbanebrua. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen. Rapp. nr. 1/07, 21 sider.
- Forseth T. & Harby A. 2013. Håndbok for miljødesign i regulerte vassdrag. NINA Temahefte 52, 90 sider.
- Forseth, T., & Museth, J. 2020. Vandringsløsninger for fisk i regulerte vassdrag – oppsummering av resultater fra forskningsprosjektet SafePass. NINA Rapport 1861. 24 sider.
- Haugen, T.O., Aass, P., Stenseth, N.C. & Vøllestad, L.A. 2008. Changes in selection and evolutionary responses in migratory brown trout following the construction of a fish ladder. *Evolutionary Applications* 1: 319-335.
- Jensen, A.J. & Aass,P. 1991 Oppgang av ørret i fisketrappa i Hunderfossen1983-1990 i for hold til vannføring og vanntemperatur NINA forskningsrapport 19, 27 sider.
- Kraabøl, M. 1995. Storørretfisket i Lågen ovenfor Hunderfossen 1976-1994. Notat Ringebu Kommune, miljøvernsektoren, 17 sider.
- Kraabøl, M. 2001. Storørret i Lågen mellom Hunder og Harpefoss. Fiskets historikk, bestandskarakteristikk, beskatning og ernæring. Miljøtjenester. Rapport nr. 1/2001, 61 sider + vedlegg.
- Kraabøl, M. 2006. Gytebiologi hos Hunderørret i Gudbrandsdalslågen nedenfor Hunderfossen. NINA Rapport 217, 34 sider.

- Kraabøl, M. 2012. Reproductive and migratory challenges inflicted on migrant brown trout (*Salmo trutta* L.) in a heavily modified river. Doctoral theses at NTNU, 2012: 135. Norwegian University of Natural Sciences and Technology. Department of Biology.
- Kraabøl, M. & Aass, P. 1995. Stangfisket etter Hunderørret nedenfor Hunderfossen 1965-1994. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen. Rapport 3/1995, 27 sider.
- Kraabøl, M. & Aass P. 1996. Drivgarnsfisket etter ørret i Lågen fra Mjøsa til Fåberg i perioden 1900-1969. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen. Rapport 15/1996, 19 sider.
- Kraabøl, M. & Arnekleiv, J.V. 1992. Gytevandring til Hunderørret. Status for prosjektarbeidet 1991. Universitetet i Trondheim, Vitenskapsmuseet. Notat Zoologisk avdeling 1992-6, 21 sider.
- Kraabøl, M. & Arnekleiv, J. V. 1997. Utvandring av vinterstøing og smolt av Hunderørret fra Gudbrandsdalslågen i relasjon til manøvrering av Hunderfossen kraftverk. –Pilotforsøk med radiotelemetri. NTNU, Vitenskapsmuseet. Zoologisk notat 1997-1; 22 sider + vedlegg.
- Kraabøl, M. & Arnekleiv, J. V. 1998. Registrerte gytelokaliteter for storørret i Gudbrandsdalslågen og Gausa med sideelver. NTNU, Vitenskapsmuseet. Rapport i Zoologisk serie 1998-2; 28 sider.
- Kraabøl, M. & Arnekleiv, J. V. 2007. Telemetristudier av gytevandrende hunderørret i Gudbrandsdalslågen 1990-1997; vandringsproblemer og fordeling av gytefisk. NTNU Vitenskapsmuseet. Zoologisk notat 2007-5, 23 sider.
- Kraabøl, M. Arnekleiv, J.V. & Museth, J. 2008. Emigration patterns among brown trout (*Salmo trutta*) kelts and hatchery-reared smolts in a regulated river. *Fisheries Management and Ecology* 15:417-423.
- Kraabøl, M., Arnekleiv, J.V., Museth, J. & Johnsen, S.I. 2009a. Nedvandring av vinterstøing og smolt av Hunderørret ved Hunderfossen kraftverk. Anbefalinger om vannslipp og lukemanøvringer. NTNU Vitenskapsmuseet Zoologisk notat (4-2009): 18 sider.
- Kraabøl, M., Dervo, B.K. & Museth, J. 2015. Nedvandningsveier og effekter av vannslipp på vinterstøing og smolt av Hunderørret forbi Hunderfossen kraftverk i Gudbrandsdalslågen. Telemetristudier høsten 2014 og våren 2015. – NINA Rapport 1187. 36 sider + vedlegg.
- Kraabøl, M., S.I. Johnsen, T. Forseth, J. Museth & J. Skurdal. 2012. Hva om Hunderørreten var laks? *Tidsskriftet Vann* 3 (2012); 340-356.
- Kraabøl, M., Museth, J. Johnsen, S.I. 2009b. Fangsthistorikk og bestandsvurderinger av mjøsørret med hovedvekt på kultivering av hunderørret. NINA Rapport 485, 43 sider.
- Kraabøl, M., Museth, J., Johnsen, S.I., Skurdal, J. & Dokk, J.G. 2013. Telemetristudier av nedvandrende smolt og utgytt Hunderørret forbi Hunderfossen kraftverk i Gudbrandsdalslågen 2011 og 2012. NINA Rapport 940, 41 sider + vedlegg.
- Kristjansson, L.T. & Kraabøl, M. 1994. Gyteplasser for storauren i Lågen fra Harpefoss til Ringebu. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen. Notat, desember 1994, 12 sider
- Museth, J., Dervo, B.K., Brabrand, Å., Heggenes, J., Karlsson, S. & Kraabøl, M. 2018. Storørret i Norge. Definisjon, status, påvirkningsfaktorer og kunnskapsbehov. NINA Rapport 1498, 97 sider.
- Nater, C.R, Rustadbakken, A., Ergon, T., Langangen, Ø., Moe, J., Vindenes, Y., Vøllestad, L.A. & Aass, P. 2018. Individual heterogeneity and early life conditions shape growth in a freshwater top-predator. *Ecology* 99: 1011.2017. <https://doi.org/10.1002/ecy.2178>
- Norum, I.C.N. 2022. Dreggefiske etter ørret i Mjøsa: Fangstrapportering 2021. Fylkesmannen i Innlandet. Notat.
- Lyche Solheim, A., Schartau, A.K., Persson, J., Bækkeli, K.A.E., Dahl-Hansen, G., Demars, B., Dokk, J.G., Gjelland, K.Ø., Hammenstig, D., Havn, T.B, Jensen, T.C., Lie, E.F., Mjelde, M., Skjelbred, B., Solhaug Jenssen, M.T., Walseng, B. 2021. ØKOSTOR 2020: Basisovervåking av store innsjøer. Utprøving av metodikk for overvåking og klassifisering av økologisk tilstand i henhold til vannforskriften. Miljødirektoratet, NIVA-rapport 7660-2021. 184 s.

Statsforvalteren i Innlandet 2021. [https://www.statsforvalteren.no/siteassets/fm-innlandet/06-miljo-og-klima/fiskeforvaltning/bedrebruk/overvakingsrapporter/gudbrandsdalslagen\\_2021.pdf](https://www.statsforvalteren.no/siteassets/fm-innlandet/06-miljo-og-klima/fiskeforvaltning/bedrebruk/overvakingsrapporter/gudbrandsdalslagen_2021.pdf)



*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 Ims 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: 978-82-426-4960-7

## 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