

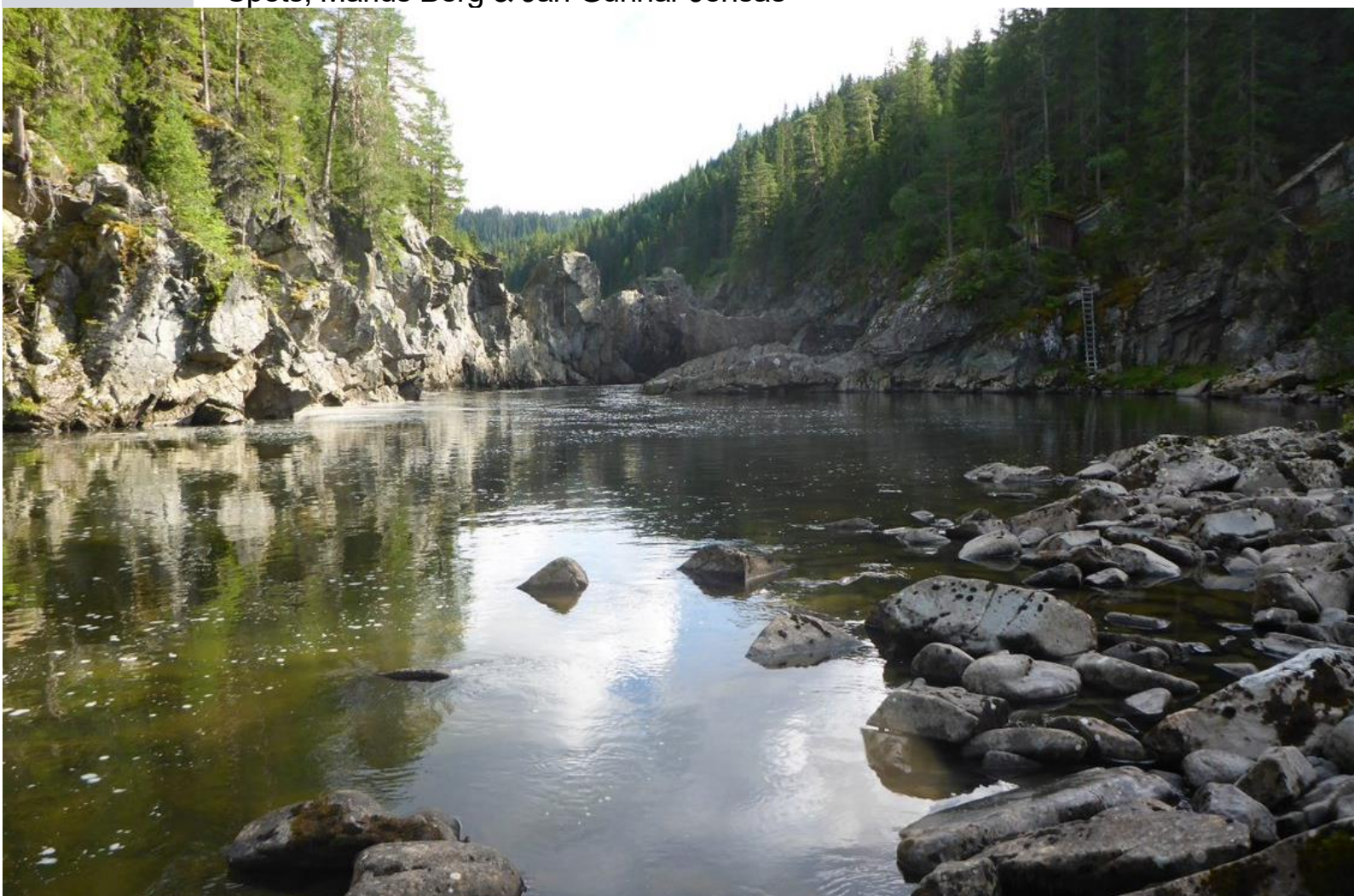
2116

NINA Rapport

# Fiskebiologiske undersøkelser og tiltak i Orklavassdraget

Samlerapport for undersøkelser i perioden 2017-2021

Øyvind Solem, Eva Marita Ulvan, Eli Kvingedal, Anders Foldvik, Torbjørn Forseth, Vidar J. Bentsen, Espen Holthe, Torgeir B. Havn, Anders Lamberg, Peder Fiske, Line Elisabeth Sundt-Hansen, Merethe Spets, Marius Berg & Jan Gunnar Jensås



## **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.

# Fiskebiologiske undersøkelser og tiltak i Orklavassdraget

Samlerapport for undersøkelser i perioden 2017-2021

Øyvind Solem  
Eva Marita Ulvan  
Eli Kvingedal  
Anders Foldvik  
Torbjørn Forseth  
Vidar J. Bentsen  
Espen Holthe  
Torgeir B. Havn  
Anders Lamberg  
Peder Fiske  
Line Elisabeth Sundt-Hansen  
Merethe Spets  
Marius Berg  
Jan Gunnar Jensås

Solem, Ø., Ulvan, E.M., Kvingedal, E., Foldvik, A., Forseth, T., Bentsen, V.J., Holthe, E., Havn, T.B. Lamberg, A., Fiske, P. Sundt-Hansen, L.E., Spets, M., Berg, M. & Jensås, J.G. 2023. Fiskebiologiske undersøkelser og tiltak i Orklavassdraget. Samlerapport for undersøkelser i perioden 2017-2021. NINA Rapport 2116. Norsk institutt for naturforskning.

Trondheim, mai 2023

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-4904-1

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Ola Ugedal

ANSVARLIG SIGNATUR

Assisterende forskningssjef Anne Kristin Jørnald (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

TrønderEnergi Kraft AS

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Nils Henrik Johnson og Anders Thon Bråten

FORSIDEBILDE

Elfiskestasjon Brattset 7, Stoin. Foto: Jan Gunnar Jensås ©

NØKKELORD

- Orkla
- Trøndelag
- Vassdragsregulering
- Laks
- Sjørørret
- Ungfisk
- Voksenfisk
- Overvåking
- Gytesubstrat
- Vannføringsforhold
- Kraftverksdrift
- Elektrisk fiske
- Fisketelling
- Vannføring
- Habitatrestaurering

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

Solem, Ø., Ulvan, E.M., Kvingedal, E., Foldvik, A., Forseth, T., Bentsen, V.J., Holthe, E., Havn, T.B., Lamberg, A., Fiske, P., Sundt-Hansen, L.E., Spets, M., Berg, M. & Jensås, J.G. 2023. Fiskebiologiske undersøkelser og tiltak i Orklavassdraget. Samlerapport fra undersøkelser i perioden 2017-2021. NINA Rapport 2116. Norsk institutt for naturforskning.

Norsk institutt for naturforskning (NINA) fikk i 2017 i oppdrag fra Kraftverkene i Orkla (KVO) å gjennomføre påleggsundersøkelser i Orkla i perioden 2017-2021. Denne samlerapporten omfatter resultatene fra de fiskebiologiske undersøkelser og tiltak som er gjennomført i Orklavassdraget i denne perioden. Undersøkelsene som er utført har som formål å bedre kunnskapen om bestandsstatus for laks og sjørret i Orkla. Undersøkellesprogrammet har omfattet videotelling av fisk ved Bjørsetdammen, vurdering av evt. ny tellelokalitet i vassdraget, drivtelling av gytefisk nedstrøms Bjørsetdammen, rapportering av fangst og beskatningsrater, kjønnsfordeling, kartlegging av flaskehals på strekningen mellom Bjørsetdammen og kraftverksutløpet ved Svorkmo, analyser av vannføringsforhold, tiltak for å hindre innvandring av fisk i Svorkmo kraftverk, restaureringsplan for området oppstrøms Brattset kraftverk, kartlegging av munningsområder til sidevassdrag og ungfiskundersøkelser. I tillegg er det gitt noen faglige tilrådinger om innretning av framtidig undersøkelsesprogram og avbøtende tiltak.

### **Fisketelling ved Bjørsetdammen**

Det har blitt gjennomført videoovervåking av fisk på Bjørsetdammen i Orkla fra 2013 til 2021. Det ble i 2021 registrert 3844 oppvandrende laks på videoovervåkinga. Dette er omtrent på nivå med 2017 (3858), litt færre enn i 2018 (4092) og 2020 (4015), men flere enn i 2019 (2197). I tillegg ble det i 2021 registrert fire individer med morfologiske trekk som tyder på oppvekst i oppdrettsanlegg, samt én pukkellaks. Av de 3844 laksene som passerte Bjørsetdammen i 2021 var 1016 (26 %) smålaks, 1652 (43 %) mellomlaks og 1176 (31 %) storlaks. Andelen smålaks har dermed gått ned sammenlignet med 2020 og er noe lavere enn gjennomsnittlig andel (33,9 %) smålaks for hele tidsserien. Andelen mellom- og storlaks har økt sammenlignet med 2020 og ligger noe over gjennomsnittet for samtlige år i tidsserien (hhv. 40 % og 26 %). Dermed ser det høye antallet smålaks som ble registrert i 2020 ser ut til å gjenspeiles i 2021 ved at det ble registrert en betydelig økning i antall mellomlaks dette året. Det ble registrert 1513 oppvandrende sjørreter ved Bjørsetdammen i 2021. Hovedperioden for oppvandringen var fra midten av juni til midten av juli. Antall registrerte sjørreter som passerte Bjørsetdammen, har økt i perioden fra 2013 til 2021.

### **Utrede alternativ lokalitet for telling lengre ned i vassdraget**

Dagens telling på Bjørsetdammen gir presise data på antall fisk som passerer, samt gir gode data på kjønn, art og lengdefordeling. Telling på Bjørsetdammen suppleres i dag med telling av gytegrøper samt drivtelling av fisk på strekninger nedstrøms, og gir i sum trolig et godt bilde av bestandssituasjonen. En alternativ lokalitet med sonar nedstrøms vil vesentlig øke andelen av bestanden som telles, men vil gi dårlig oversikt over art- og kjønnsfordeling om denne kommer som erstatning for dagens telling på Bjørsetdammen. Om sonar blir et tillegg til dagens telling vil datagrunnlaget bli betraktelig bedre, og fjerne behovet for drivtelling på strekningene nedstrøms Bjørsetdammen. Om det besluttes å etablere en sonarlokalitet, bør denne driftes som et tillegg til videotellingen på Bjørsetdammen inntil en har tilstrekkelig grunnlag til å sammenligne de to metodene.

### **Drivtelling nedstrøms Bjørsetdammen**

Det har blitt gjennomført drivtelling av gytefisk nedstrøms Bjørsetdammen 2013 til 2021. Målet i overvåkingsperioden fra 2013 til 2021 har vært å gjennomføre drivtelling av gytefisk i vassdraget fra Bjørsetdammen og ned til sjøen hvert år. Dette har kun blitt gjennomført i 2015 og 2016. Hovedårsaken til dette er at sikten i vannet i Orkla i perioder har vært for dårlig, da den varierer fra under to meter til over åtte meter fra september til november, som er den perioden drivtellingene må gjennomføres i. I 2021 ble strekningen fra Bjørsetdammen til Varghølen, en distanse på 23,1 km undersøkt (62 % av anadrom strekning nedenfor Bjørsetdammen). Det ble registrert

totalt 1423 laks. Andelen smålaks var i 2021 på ca. 26,9 %, noe som er litt lavere enn gjennomsnittet for perioden 2013–2021. Både andel mellom- og storlaks økte fra 2020, og var i 2021 noe over gjennomsnittet for perioden 2013–2021 (hhv. 37,8 % og 34,8 %). Disse endringene samsvarer godt med resultatene fra videoovervåkingen. I overvåkingsperioden har andel hunnlaks variert lite for mellom- og storlaks, mens det for smålaks har vært større forskjeller mellom år. Registreringene av sjørret under drivtellingen i 2021 viser at sjørretbestanden i vassdraget er i vekst, noe som samsvarer godt med resultatene fra videundersøkelsene gjennomført på Bjørsetdammen. Økningen gjelder spesielt større sjørret i størrelsesklasser med kjønnsmodne individer større enn én kg.

### **Rapportering av fangst og beskatningsrater**

Den samlede fangsten av laks i 2021 var på 22,6 tonn (8,6 tonn avlivet og 14,0 tonn gjenutsatt). Det er mindre enn i 2020 (27.2 tonn) og 2017 (24.9 tonn), men mere enn i 2018 (18.3 tonn) og 2019 (17.3 tonn). Andelen gjenutsatt laks (på vektbasis) var på 55 % noe som er det nest laveste i perioden fra 2017-2021. Vitenskapelig råd for lakseforvaltning (VRL) har vurdert beskatning og oppnåelse av gytebestandsmål for laks i Orkla fra 1993 til 2021. Den første vurderingen ble gjort i 2009, og da ble beskatningen vurdert tilbake til 1993. Samlet beskatning av laks (alle størrelsesgrupper) har variert mye mellom år i Orkla. Tidlig i tidsseriene lå beskatningen rundt 30-40 % mens etter 2013 har beskatningen variert rundt 15-25 %. Den viktigste årsaken til redusert beskatning i senere år er økt gjenutsetting, og fangstandelen (som både inkluderer avlivet og gjenutsatt fisk) har holdt seg relativt høy. Det har vært stor variasjon mellom år i oppnåelse av gytebestandsmål i Orkla, med generelt relativt dårlig oppnåelse på 1990-tallet, god fra 2000 til og med 2011, deretter dårligere noe år for så å være bedre fra 2017. Gytebestandsmålet ble med høy sannsynlighet nådd i 2020 og 2021.

### **Kjønnsfordeling**

Genetiske analyser av kjønn hos 465 villaks viste en andel hunnlaks på 59 %. Andel hunnlaks varierte lite mellom de to undersøkelsesårene med 60 % i 2018 og 59 % i 2021. Kjønnsfordelingen fra videoovervåkingen på Bjørsetdammen viste en andel hunnlaks på 56 % i både 2018 og 2021. Drivtellerresultatene viser en jevn kjønnsfordeling med 50 % hunner i 2021. Fangststatistikken viser 46 % hunnlaks i fangsten blant de kjønnsbestemte laksene i 2018, og 42 % hunnlaks i 2021.

### **Kartlegging av flaskehals mellom Bjørsetdammen og utløp ved Svorkmo**

Flaskehals på strekningen Bjørsetdammen-Svorkmo ble kartlagt ved hjelp av miljødesignmetodikken. I tillegg til reguleringseffekter som fraføring av vann, har den undersøkte strekningen stor grad av forbygning og det er også sannsynlig at elva har blitt modifisert i tiden den ble brukt til tømmerfløting. Flaskehalsanalysen viste at identifisert stadium for bestandsregulering basert på habitat og ungfiskdata i stor grad samsvarer. På litt over halvparten av arealet (58 %) er produktiviteten begrenset på parrstadiet og begrensningen skyldes lav tilgang på skjul. Gytevannstand ble vurdert til å være en liten eller ingen flaskehals for eggoverlevelse og sannsynlighet for yngelhabitat som flaskehals ble vurdert som lav. Habitater klassifisert som lavproduktive ble gitt denne klassen på grunn av mangel på gytehabitat. Ved en eventuell tilførsel av gytesubstrat til disse segmentene, ville klassen økt til «høy produktiv». Reduksjon i median laveste sommervannføring (ukesmiddel) etter regulering ble klassifisert som lav, samt at betydningen av forholdet mellom vanddekt areal og vannføring på fiskeproduksjon var lav. Basert på flaskehalsanalysen vil det tiltaket som vil øke produktiviteten på strekningen mest og ha minst kostnad være å øke gyteareal i segmentene. Et slikt tiltak vil endre klassifiseringen på 25 % av strekningen fra lav til høy produktiv. I et lengre tidsperspektiv kan tilrettelegging for naturlige erosjonsprosesser være et mer bærekraftig tiltak. Dette krever imidlertid en mer omfattende gjennomgang av forbygninger og funksjon og vil kunne ha samfunnsmessige konsekvenser.

### **Vannføringsforhold**

Pålegget om årlige analyser av vannføringsforhold har som formål å undersøke raske vannstandsreduksjoner knyttet til kraftverksdrift som kan føre til stranding eller andre negative regulerings effekter hos ungfisk. Basert på tidsseriene for driftsvannføring ved Brattset og Grana kraftverk finner vi at det har vært en økning i antall tilfeller med rask reduksjon i vannføring i perioden 1.1.2000-31.12.2021. Grana kraftverk er det som i størst grad driftes med døgnvariabel vannføring, hvor produksjonen i perioder veksler mellom ingen og maksimal produksjon. Driften av Svorkmo kraftverk reguleres i hovedsak ut fra vannstanden ved Bjørsetdammen, men det forekommer likevel episoder med relativt raske reduksjoner i vannføring også her. Det har vært en reduksjon i antall raske nedkjøringsepisoder ved Svorkmo kraftverk i perioden 1.1.2000-31.12.2019, men flere tilfeller igjen i 2020 og 2021. Det er stor usikkerhet knyttet til i hvilken grad disse episodene medfører strandingsfare nedstrøms utløpet av Svorkmo kraftverk. TrønderEnergi Kraft ved F. Vassenden har gjort målinger av vannstands endringer med fin tidsoppløsning på flere punkter nedstrøms Brattset og Grana kraftverk. Når vi klassifiserer samlet påvirkningen av raske nedkjøringer etter samme parametere som Bakken mfl. (2016), finner vi at nedkjøringene ved Brattset kraftverk trolig har en moderat påvirkning i de øvre delene av strekningen nedstrøms kraftverksutløpet, mens den har liten påvirkning lenger nedstrøms. Samlet påvirkning fra nedkjøringer ved Grana kraftverk blir vurdert som stor helt ned til Vella. I vurderingen har vi antatt at endringen i vanddekt areal er moderat, men dette er en parameter som ikke er målt og kan ha stor påvirkning på klassifiseringen.

### **Tiltak for å hindre innvandring av fisk i inntak til Svorkmo kraftverk**

Flere studier har vist at en variabel andel (i størrelsesorden 10-20 %) av laksesmolten som skal passere Bjørsetdammen vandrer inn i inntaket og gjennom Svorkmo kraftverk. I regi av forskningsprosjektet SafePass (ENERGIX programmet i Norges forskningsråd, avsluttet 2019) og forskningssenteret HydroCen ([Hydrocen - NTNU](#)) har det vært arbeidet intenst med å utvikle løsninger på slike problemer, og det arbeides nå videre med ledegjerder som metode for å hindre at laksesmolt vandrer inn i kraftverksinntak. Basert på erfaringer fra inntaket til Laudal kraftverk i Mandal har NINA nå utarbeidet et nytt prosjektforslag, der det forslås å etablere et heve og senkbart grindbasert ledesystem i de to åpningene i forkant av kraftverksinntaket og at det deretter etableres en fluktåpning i dammen som sikrer at utgytt voksenfisk og vinterstøinger velger å vandre videre selv på vintervannføringer (4 m<sup>3</sup>/s). Ledegrinda skal lede laksesmolt forbi inntaksområdet og raskt videre nedover elva, men samtidig hindre at utgytt voksenfisk (om senhøsten) og vinterstøinger (om våren) kan komme inn til området foran inntaket og varegrinda. I og med at lysåpningen i denne grindløsningen vil være 5 cm, elimineres problemene med en fiske tett grind (typisk 15 mm lysåpning) der fisk kan presses mot grinda og dø på grunn av de høye vannhastighetene og trolig vil falltapet kunne bli minimalt med rett utforming av stavene. Prosjektforslaget er akseptert av TrønderEnergi Kraft AS og prosjektet starter høsten 2022.

### **Restaureringsplan for området oppstrøms Brattset kraftverk**

Utlegging av gytesubstrat for å styrke ungfiskbestanden på elvestrekningen i området rundt Brattset kraftverk, har vist seg å ikke gi den effekten som man ønsket å oppnå. Befaringer med overflatedriving på aktuelle områdene høsten 2019 og 2020 viste at det kun er massene nedstrøms Nylenfossen som er mer eller mindre intakte. Imidlertid har massene i dette området blitt spylt ut i et område med lav strømhastighet, og delvis i et område med bakevje. Gytesubstratet som ligger igjen her kan fortsatt ha en funksjon som oppvekstområde for årsyngel og ettåringer av laksefisk. Ved utløpet av Stavåa er de utlagte massene borte eller gjenauret og har dermed ingen fremtidig funksjon som gyte- eller oppvekstområde for laksefisk. I september 2020 ble sideløpet på østsiden av Ingridøya, nedstrøms Brattset kraftverk åpnet i regi av TrønderEnergi. Terskelen ved innløpet ble senket om lag 15 cm, i hele sideløpets bredde. Dette ble gjort for å gi sideløpet helårlig vannføring. Samtidig med åpningen ble det lagt ut gytegrus på tre på forhånd utvalgte områder i sideløpet. Gytegrusen ble lagt ut i konsentrerte områder, slik at elva selv kan distribuere grusen nedstrøms utleggspunktene, såkalt sedimentforvaltning. Ved en befaring høsten 2021, kunne det se ut som om deler av den deponerte gytegrusen hadde lagt seg i områder med strømhastighet og dybde som sannsynligvis er ideelle for gyting hos laks og sjøørret.

### **Kartlegging munningsområder til sidevassdrag**

En kartlegging av munningsområder til sidevassdrag i Orkla tyder på at det bare er Lusa man med sikkerhet kan si at oppvandringsforholdene for fisk har blitt negativt påvirket av reguleringen. I tillegg er det flere munningsområder til sidevassdrag hvor oppvandringsforholdene for fisk mest sannsynlig i større eller mindre grad er påvirket av redusert vannføring eller fysiske inngrep som følge av reguleringen. I disse vassdragene er årsaken sammensatt og faktorer som ikke nødvendigvis har sammenheng med reguleringen, som for eksempel sikringstiltak i forbindelse med forbygninger og grusgraving kan ha påvirket utløpsområdene til bekkene.

### **Ungfiskundersøkelser**

Ungfiskundersøkelsene i Orkla nedenfor Brattset kraftverk ble videreført i 2021 for å undersøke effektene av det nye manøvreringsreglementet i minstevannføringsløpet mellom Bjørsetdammen og Svorkmo, og for å fortsette den generelle overvåkingen av ungfiskbestandene i Orkla. I tillegg ble det for første gang på ti år gjennomført ungfiskundersøkelser på den øverste elvestrekningen i Orkla ovenfor Brattset. Stasjonsnettets besto av 25 stasjoner nedenfor Brattset og seks stasjoner ovenfor. På stasjonene nedenfor Brattset var tetthetene av årsyngel og parr av laks høyere enn i 2020, men lavere enn i 2019 og 2018. Gytefisktelling i minstevannføringsløpet viste at gytebiomassen (kg hunnlaks) i 2020 var den høyeste siden 2014, og som forventet økte tetthetene av årsyngel i 2021 i den øverste delen av minstevannføringsløpet opp til omtrent samme nivå som i 2018. I nedre del økte tetthetene mindre, og var på et lavere nivå enn i 2018 og 2019, altså i år med lavere gytebiomasse foregående år enn i 2021, og i år hvor det gamle manøvreringsreglementet var gjeldende. Hva som er årsaken til at tetthetene ikke økte etter forventningene i nedre del av minstevannføringsløpet er vanskelig å bestemme ut i fra ett år med undersøkelser. Tettheten av ørretunger var gjennomgående lav på stasjonene nedstrøms Brattset. Spesielt kan tetthetene av ørreparr betegnes som kritisk lave, men i perioden 2018 til 2021 var det en svak tendens til økning av årsyngel.

Ovenfor Brattset var tetthetene av lakseparr og ørreparr gode og omtrent på samme nivå eller høyere enn sist det ble gjort ungfiskundersøkelser på denne strekningen (2008-2011). Tetthetene var også høyere enn på stasjonene lengre ned i Orkla i 2021. De gode tetthetene av parr samsvarer godt med habitatforholdene med grovt substrat og mye hulrom for eldre laksefisk. Skjulmålinger viste at skjulkapasiteten er god og at det ikke har skjedd store forandringer i substratsammensetningen i de siste 10-12 årene. Tetthetene av årsyngel var lavere enn i alle de tidligere undersøkelsesårene, både for laks og ørret. Dette kan tyde på at det har vært begrenset med gyting på eller i umiddelbar nærhet av stasjonene i 2020. Til tross for lave tettheter av årsyngel i 2021 viser undersøkelsene at det gytes hele veien opp til Stoin, at det er gode tettheter av lakseparr, og at den øverste strekningen av elva fortsatt er viktig for produksjon av smolt i Orklavassdraget.

Øyvind Solem ([Oyvind.Solem@nina.no](mailto:Oyvind.Solem@nina.no)), Eva Marita Ulvan, Eli Kvingedal, Anders Foldvik, Torbjørn Forseth, Espen Holthe, Torgeir B. Havn, Peder Fiske, Line Elisabeth Sundt-Hansen, Merethe Spets, Marius Berg og Jan Gunnar Jensås. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Postboks 5658 Torgarden, 7485 Trondheim.

Anders Lamberg & Vidar J. Bentsen, Skandinavisk Naturovervåking, Ranheimsvegen 281 7055 Ranheim.



# Innhold

<b>Sammendrag</b> .....	<b>3</b>
<b>Innhold</b> .....	<b>7</b>
<b>Forord</b> .....	<b>9</b>
<b>1 Innledning</b> .....	<b>10</b>
<b>2 Områdebeskrivelse</b> .....	<b>11</b>
<b>3 Fisketelling ved Bjørsetdammen</b> .....	<b>14</b>
3.1 Metode.....	14
3.1.1 Videotelling av fisk.....	14
3.1.2 Videoanalyse.....	16
3.2 Resultater.....	16
3.2.1 Laks.....	16
3.2.2 Sjørørret.....	20
3.3 Diskusjon.....	21
<b>4 Utrede alternativ lokalitet for telling lengre ned i vassdraget</b> .....	<b>23</b>
4.1 Sonar.....	23
4.1.1 Alternativ lokalitet.....	24
4.2 Videoovervåking under vann.....	26
4.3 Oppsummering.....	27
<b>5 Drivtelling nedstrøms Bjørsetdammen</b> .....	<b>28</b>
5.1 Metode.....	28
5.2 Resultater.....	30
5.2.1 Laks.....	30
5.2.2 Sjørørret.....	33
5.2.3 Samlet videoanalyse og drivtelling.....	34
5.3 Diskusjon.....	36
<b>6 Rapportering av fangst og beskatningsrater</b> .....	<b>37</b>
6.1 Metode.....	37
6.2 Resultater.....	37
6.2.1 Fangst.....	37
6.2.2 Beskatning.....	42
6.2.3 Bestandsstatus.....	48
<b>7 Kjønnfordeling</b> .....	<b>51</b>
7.1 Metode.....	51
7.2 Resultater.....	52
7.3 Diskusjon.....	54
<b>8 Kartlegging av flaskehalsar mellom Bjørsetdammen og utløp ved Svorkmo</b> .....	<b>55</b>
8.1 Metode.....	55
8.1.1 Mesohabitat og elveklasser og bunnsubstrat.....	58
8.1.2 Sammenheng mellom vannføring og vanddekt areal.....	64
8.1.3 Analyse av vannføringsfrekvenser.....	65
8.2 Resultater.....	65
8.3 Diskusjon.....	73
8.3.1 Forslag til tiltak.....	74

<b>9</b>	<b>Vannføringsforhold .....</b>	<b>75</b>
9.1	Metode .....	75
9.1.1	Datakilder .....	76
9.1.2	Definisjon av episode med rask vannføringsendring .....	76
9.1.3	Effekten av nedkjøringer på vannføring og vannstand i elva .....	77
9.2	Resultater .....	78
9.2.1	Kjøremønster og fordeling av nedkjøringsepisoder i Brattset kraftverk .....	78
9.2.2	Kjøremønster og fordeling av nedkjøringsepisoder i Grana kraftverk .....	83
9.2.3	Kjøremønster og raske nedkjøringer i Svorkmo kraftverk .....	87
9.3	Diskusjon .....	91
<b>10</b>	<b>Tiltak for å hindre innvandring av fisk i inntak til Svorkmo kraftverk .....</b>	<b>94</b>
<b>11</b>	<b>Restaureringsplan for området oppstrøms Brattset kraftverk .....</b>	<b>96</b>
11.1	Metode .....	96
11.2	Resultater .....	98
11.3	Diskusjon .....	101
<b>12</b>	<b>Kartlegging munningsområder til sidevassdrag .....</b>	<b>102</b>
12.1	Metode .....	102
12.2	Resultat .....	103
12.2.1	Lusa .....	104
12.3	Diskusjon .....	105
12.3.1	Forslag til tiltak for Lusa .....	105
<b>13</b>	<b>Ungfiskundersøkelser .....</b>	<b>107</b>
13.1	Metode .....	107
13.1.1	Årlige undersøkelser i Orkla nedenfor Brattset .....	107
13.1.2	Undersøkelser ovenfor Brattset .....	109
13.2	Resultater .....	111
13.2.1	Årlige undersøkelser i Orkla nedenfor Brattset .....	111
13.2.2	Undersøkelser ovenfor Brattset .....	115
13.3	Diskusjon .....	118
13.3.1	Årlige undersøkelser i Orkla nedenfor Brattset .....	118
13.3.2	Undersøkelser ovenfor Brattset .....	123
<b>14</b>	<b>Anbefalinger om oppfølgende undersøkelser .....</b>	<b>126</b>
<b>15</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>128</b>
<b>16</b>	<b>Vedlegg .....</b>	<b>132</b>
	Vedlegg 1: Fangst av ungfisk ved strandnært elektrisk fiske .....	132
	Vedlegg 2: Nedkjøringsepisoder ved Brattset kraftverk 2020 og 2021 .....	133
	Vedlegg 3: Nedkjøringsepisoder ved Grana kraftverk 2020 og 2021 .....	135
	Vedlegg 4: Nedkjøringsepisoder ved Svorkmo kraftverk 2020 og 2021 .....	137
	Vedlegg 5: Vannføring ved Syrstad, Brattset og Grana 2020 og 2021 .....	139
	Vedlegg 6: Forplantning av vannstandsendringer i Orkla .....	141

## Forord

Norsk institutt for naturforskning (NINA) fikk i 2017 i oppdrag fra Kraftverkene i Orkla (KVO) å gjennomføre påleggsundersøkelser i Orkla i perioden 2017-2021. Telling av voksen fisk på Bjørsetdammen samt drivtelling er gjennomført av Skandinavisk naturovervåking AS. Kartlegging av habitat oppstrøms Brattset er gjennomført av NORCE, mens de øvrige undersøkelser er gjennomført av ansatte i NINA. Utarbeidelsen av rapporten har dermed hatt mange bidragsyttere. Pålegg 1. Fisketelling ved Bjørsetdammen er utarbeidet av Vidar Bentsen og Anders Lamberg, Skandinavisk naturovervåking AS. Pålegg 2. Utrede alternativ lokalitet for telling lengre ned i vassdraget er utarbeidet av Anders Foldvik, NINA og Anders Lamberg, Skandinavisk naturovervåking AS. Pålegg 3. Drivtelling er utarbeidet av Vidar Bentsen og Anders Lamberg, Skandinavisk naturovervåking. I tillegg har Eva Marita Ulvan lagt inn resultater fra NINAs drivtelling i 2019 i grafene. Pålegg 4. Årlig rapportering av fangst- og beskatningsrater er utarbeidet av Torbjørn Forseth og Peder Fiske, NINA. Pålegg 5. Kartlegge kjønnsfordeling av laks er utarbeidet av Eva Marita Ulvan og Øyvind Solem, NINA. Pålegg 6. Kartlegge flaskehals mellom Bjørsetdammen og utløp Svorkmo er utarbeidet av Anders Foldvik og Line Elisabeth Sundt-Hansen, NINA. Pålegg 7. Analyser av vannføringsforhold i reguleringspåvirkete deler er utarbeidet av Eli Kvingedal, NINA. Pålegg 8. Utrede og iverksette tiltak for å hindre innvandring av fisk i inntak til Svorkmo kraftverk er utarbeidet av Torbjørn Forseth, NINA. Pålegg 9. Utarbeide plan for habitatrestauring i området oppstrøms Brattset kraftverk er utarbeidet av Espen Holthe og Marius Berg, NINA. Pålegg 10. Kartlegge opp- og nedgangsforholdene (vandingsveier) fra hovedelv til sidevassdrag er utarbeidet av Øyvind Solem og Espen Holthe, NINA. I tillegg til påleggene er det gjennomført ungfiskundersøkelser i vassdraget som også rapporteres i denne rapporten. Torgeir Børresen Havn, Eva Marita Ulvan og Jan Gunnar Jensås har hatt ansvar for gjennomføring og rapportering av ungfiskundersøkelsene i perioden 2018 til d.d. Eva Marita Ulvan har hatt hovedansvaret for ferdigstillingen av denne samlerapporten.

En spesiell takk går til Orkla Fellesforvaltning, Orklavassdraget vannområde og TrønderEnergi Kraft AS for godt samarbeid, samt Kraftverkene i Orkla ved TrønderEnergi Kraft AS for at vi fikk dette oppdraget og for finansieringen. Vi vil også takke alle interne og eksterne prosjektdeltakere som har bidratt ved gjennomføringen av undersøkelsene.

Trondheim, mai 2023

Øyvind Solem, prosjektleder

# 1 Innledning

Orkla er den nest største lakseelva som drenerer til Trondheimsfjorden når det gjelder lengde på lakseførende strekning, rapporterte fangsttall for laks over tid og beregnet innsig av laks. På 70- og 80-tallet ble Orkla gjenstand for omfattende kraftutbygging. Det ble bygget fem kraftverk, to store magasiner på Nerskogen og i Innerdalen ble etablert og Sverjesjøen og Falningsjøen ble regulert. I tillegg ble sidevassdragene Grana og Svorka overført (Johnsen mfl. 1999). Store deler av den lakseførende strekningen i vassdraget er berørt av utbyggingen. Elva er regulert av driftsselskapet Kraftverkene i Orkla (KVO) og opereres av TrønderEnergi Kraft AS. De fem kraftverkene har en samlet årlig produksjon på om lag 1250 GWh, og regulerer 2 642 km<sup>2</sup> (39 %) av vassdragets totale nedbørsfelt (Solem mfl. 2021c).

I 2013 startet Miljødirektoratet, etter anbefalinger fra Fylkesmannen i Sør-Trøndelag, prosessen med å utarbeide pålegg om nye undersøkelser og tiltak for å styrke fiskebestandene i Orklavassdraget. Med bakgrunn i pålegg om fiskebiologiske undersøkelser gitt av Miljødirektoratet i 2015, fikk NINA i 2017 i oppdrag fra TrønderEnergi Kraft AS å gjennomføre undersøkelser og tiltak i Orklavassdraget i perioden 2017-2021. Pålegget er utformet med en klar tiltaksrettet profil, konkretisert ved spesifikke tiltak, og ved undersøkelser rettet mot potensielle flaskehalsder egnete tiltak skal foreslås. Formålet med undersøkelsene er dermed å kartlegge virkninger av reguleringen med sikte på eventuelle tiltak. I perioden 2017-2021 har de fiskebiologiske undersøkelsene i pålegget hatt følgende ti punkter:

1. Fisketelling ved Bjørsetdammen
2. Utrede alternativ lokalitet for telling lengre ned i vassdraget
3. Drivtelling
4. Årlig rapportering av fangst- og beskatningsrater
5. Kartlegge kjønnsfordeling av laks
6. Kartlegge flaskehals mellom Bjørsetdammen og utløp Svorkmo
7. Analyser av vannføringsforhold i reguleringspåvirkete deler
8. Utrede og iverksette tiltak for å hindre innvandring av fisk i inntak til Svorkmo kraftverk
9. Utarbeide plan for habitatrestaurering i området oppstrøms Brattset kraftverk
10. Kartlegge opp- og nedgangsforholdene (vandringsveier) fra hovedelv til sidevassdrag

I denne sluttrapporten oppsummeres resultater fra påleggsundersøkelsene av laks i 2017-2021. I tillegg til påleggsundersøkelsene, inneholder rapporten resultater fra ungfiskundersøkelser som ble gjennomført i Orklavassdraget i perioden 2018-2021.

## 2 Områdebeskrivelse

Orklavassdraget har utspring fra Orkelsjøen i Oppdal kommune (1058 moh.), og munner ut i Orkdalsfjorden ved Orkanger (figur 2.1). Orklas lengde er omtrent 185 km, og har et nedbørsfelt på om lag 3 344 km<sup>2</sup>. Elva er regulert av driftsselskapet Kraftverkene i Orkla (KVO) og opereres av TrønderEnergi Kraft AS som styrer fem kraftverk med årlig produksjon på om lag 1250 GWh. Kraftverkene ble satt i drift mellom 1978 og 1985 og regulerer 2 642 km<sup>2</sup> (39 %) av vassdragets totale nedbørsfelt (Solem mfl. 2021c). Vanntemperaturen i elva må karakteriseres som lav, da den sjelden overstiger 15 °C i sommerhalvåret. I den lakseførende delen av vassdraget finnes laks, ørret (sjøvandrende og stasjonær), ål, ørekyte, trepigget stingsild og skrubbe (Hvidsten mfl. 1996).

Orkla har en lakseførende elvestrekning på 88 km i hovedelva fram til Tosetfossen i Rennebu kommune og om lag åtte km i sidevassdraget Resa (Johnsen mfl. 1999). Laks vandrer også blant annet opp i sidevassdragene Follobekken, Sola, Åsskjerva, og Vorma og benytter disse som gyte- og oppvekstområder. Den store sideelva Svorka har en menneskeskapt vandringsbarriere i munningen til Orkla, som stopper all oppgang av laksefisk i dag (Bergan 2014). Sjøørret er å finne i de aller fleste sidevassdragene med frie vandringsveier til hovedelva. Omfanget av små sidebekker som benyttes som enten gyte- og/eller oppvekstområde for laks, er ikke fullt ut kartlagt og kjent. Det ble undersøkt en rekke sidebekker i Orkla i 2019, som er rapportert i egen rapport (Solem mfl. 2021a, Solem mfl. 2021b).

Ved kgl.res. av 16. juni 1978 fikk Kraftverkene i Orkla ved Trondheim Elektrisitetsverk, Sør-Trøndelag Kraftselskap og Hedmark kraftverk, tillatelse til å foreta erverv og regulering av Orkla og Grana i Hedmark og Sør-Trøndelag fylker. Utbyggingen ble startet i 1978 og ble avsluttet i 1985. Om lag 39 % av nedbørsfeltet er regulert. Orklautbyggingen omfatter fire store magasiner: Innerdalsmagasinet (Innerdalsvatnet), Sverjesjøen, Falningsjøen og Nerskogmagasinet (Grana-sjøen), hvorav Innerdalsmagasinet og Nerskogmagasinet er kunstig oppdemte innsjøer. Til sammen fem kraftverk inngår i reguleringen. De to øverste kraftverkene har avløp til Orkla oppstrøms lakseførende strekning. De tre nederste kraftverkene har avløp til lakseførende strekning. Brattset kraftverk utnytter fallet på 268 meter i Orkla mellom Storfosdammen og Brattset. Grana kraftverk utnytter fallet i sideelva Grana på 463 meter fra Nerskogen til Grindal. Svorkmo kraftverk utnytter fallet på 99 meter i Orkla mellom Bjørset i Meldal og Hongslo i Orkdal nedstrøms Svorkmo. Svorkmo kraftverk har en driftsvannføring på 12–68 m<sup>3</sup>/s. Minimum slukeevne på Svorkmo er i prinsippet ned mot 0 m<sup>3</sup>/s. Grana kraftverk har en driftsvannføring på 12–20 m<sup>3</sup>/s og Brattset kraftverk har en driftsvannføring på 9–35 m<sup>3</sup>/s.

I konsesjonsvilkårene og i manøvreringsreglementet for reguleringen av Orkla og Grana er det tatt inn en rekke bestemmelser om vannslipp. Vannføringen på lakseførende strekning er omtalt i følgende punkter i gjeldende manøvreringsreglement:

- *Minstevassføringen oppstrøms Brattset kraftverk skal i perioden mai-september være 2 m<sup>3</sup>/s og 0,5 m<sup>3</sup>/s resten av året (manøvreringsreglementets punkt 2).*
- *I tilfelle Brattset kraftverk må stoppe, skal det være en vassføring på minst 10 m<sup>3</sup>/s i elva (manøvreringsreglementets punkt 18).*
- *Fra Bjørsetmagasinet skal det i den del av perioden mai-august som faller utenom selve vårflommen slippes en minstevannføring som i gjennomsnitt skal fastsettes mellom 20 og 30 m<sup>3</sup>/s etter departementets nærmere bestemmelse til enhver tid. I tida fra 1. september og til gytingen er avsluttet, rundt 25. oktober, skal minstevassføringen fastsettes mellom 10 m<sup>3</sup>/s og 15 m<sup>3</sup>/s etter departementets nærmere bestemmelse. Fra 25. oktober til utgangen av oktober måned trappes vassføringen jevnt ned til 4 m<sup>3</sup>/s som er minste tillatte vassføring i resten av året. Etter nærmere avtale med en oppsynsmann oppnevnt av Miljøverndepartementet foretas slippingen slik at en får en hensiktsmessig variasjon i vassføringen i tida etter flomvassføringen (manøvreringsreglementet punkt 2).*



I kongelig resolusjon av 7. april 2000 ble det innført noen nye bestemmelser i reguleringskonsesjonen (sitat): «I medhold av lov om vassdragsreguleringer av 14. desember 1917 nr. 17 endres manøvreringsreglementet for Orkla-/Granautbyggingen i henhold til forslag inntatt i Olje- og energidepartementets foredrag av 7. april 2000. Post 2 i manøvreringsreglementet for reguleringen av Orkla og Grana får følgende tillegg: Minstevannføringen på 10 m<sup>3</sup>/s ut fra Bjørsetmagasinet kan underskrides i tiden 15. september-31. oktober. I siste del av denne perioden kan vannføringen være ned til 8 m<sup>3</sup>/s inntil det er kompensert for den vannmengde som er sluppet ut over 20 m<sup>3</sup>/s i perioden fra vårflokkens slutt til 31. august» (sitat slutt).

Etter regulering er vannføringen utjevnet gjennom året. Vårflokken er redusert med om lag 110 m<sup>3</sup>/s etter regulering, sommervannføringen synes å være nær naturlig avrenning og vintervannføringen er økt vesentlig (Hvidsten mfl. 2004, Hvidsten mfl. 2012). I tillegg er en rekke sidevassdrag utbygd til kraftproduksjon. Eksempelvis, Follobekken, Føssa, Sya, Jora, Horunda og Gautvella som alle er eller har vært viktige sjørretvassdrag (Bergan 2011, Bergan & Steen 2012, Bergan & Steen 2013, Solem mfl. 2018b). Det foreligger en god del informasjon om Orklavassdraget og reguleringsinngrepene i tidligere rapporter fra reguleringsundersøkelser i Orkla (Hvidsten mfl. 2004, Hvidsten mfl. 2012).

## 3 Fisketelling ved Bjørsetdammen

### 3.1 Metode

#### 3.1.1 Videotelling av fisk

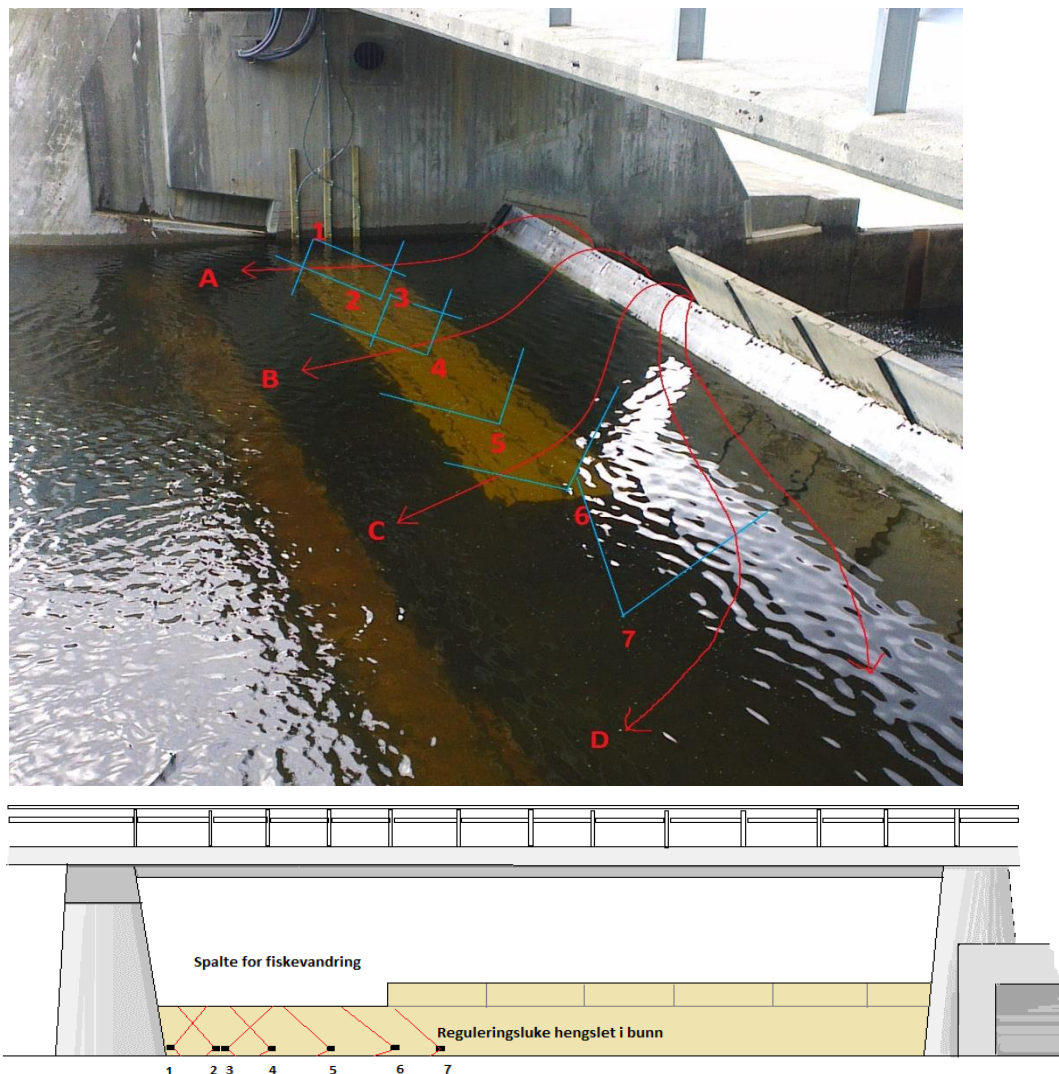
I perioden 2013-2021 er det benyttet et videosystem for å overvåke laks og sjørret som passerer Bjørsetdammen. I alle disse årene har videosystemet dekket en stor andel av tverrsnittet der fisken kan passere. Det foreligger en detaljert beskrivelse av variasjon i dekningsgrad mellom år i en tidligere rapport (Lamberg mfl. 2018). I sesongen 2021 var alle potensielle vandringsruter (**figur 3.1**) for laks og sjørret over Bjørsetdammen dekket. Usikkerhetene i overvåkingstallene dette året knytter seg derfor til perioder med høy vannføring og dårlig sikt. Usikkerheten rundt registreringene i slike perioder er høy, og siden det totalt sett vandrer opp få fisk under store flomtopper har vi i 2021 valgt å ikke registrere fisk under forhold med svært dårlig sikt (**figur 3.4**). Videosystemet bestod i 2021 av åtte kamera der ett kamera dekket fisketrappa på vestsiden av dammen, mens de øvrige sju kameraene dekket spalten i klappeluka (**figur 3.2**).

Videoovervåkingen blir gjennomført ved bruk av kontinuerlig opptak med bilderate på tre bilder per sekund. Hvert kamera leverer et PAL videosignal med standardoppløsning 720 x 576 piksler. Reell bildeoppløsning er om lag 600 TV-linjer. Opptakssystemet lagret hvert kamerasignal med en bilderate på tre bilder pr. sekund kontinuerlig gjennom hele sesongen. Videoovervåkingen av oppvandrende fisk på Bjørsetdammen i Orkla gir stort sett klare bilder og avstanden mellom kameraene er under tre meter. Under flommer kan sikten reduseres ned mot en halv meter, men dette er ofte kortvarige episoder på noen timer.



**Figur 3.1.** Flyfoto av Bjørsetdammen med de fire åpningene (lukene) i dammen, nummerert fra 1 til 4. Fisken passerer hovedsakelig i åpning 1. Her velger fisken ulike vandringsruter markert med A, B og C, men over 80 % vandrer langs rute A. Det kan også vandre fisk i fisketrappa på vestsiden av dammen (vandringsrute D). Hver av åpningene 1 til 4 er utstyrt med reguleringsluker som kan legges ned. Lukene i åpning 2 til 4 er kun åpne i flomperioder, og representerer ikke et reelt vandringsalternativ. Flyfoto er lastet ned fra [www.finn.no](http://www.finn.no).





**Figur 3.2.** Kameraplassering på Bjørsetdammen i 2021. På figuren (øverst) er reguleringsluke satt i øvre stilling. Når luka legges ned, vil vannstrømmen være konsentrert over en seks meter bred spalte der all fisken vandrer opp (vandringsrute A, B, C og D). Kamera 1 og 2 utgjør ett stereokamerapar som er rettet mot hverandre, mens kamera 3 og 4 utgjør ett annet stereokamerapar (nederst). Kamera 5, 6 og 7 er enkle kamera. Foto: Anders Lamberg, Skandinavisk Naturovervåking AS.

### 3.1.2 Videoanalyse

Videooptakene analyseres ved kontinuerlig avspilling, med avspillingshastigheter fra seks til 15 ganger sann tid. Analysen blir utført av spesialtrent personell. Fisk som passerer, blir bestemt til art, type (oppdrett eller vill når det gjelder laks). Kroppslengde blir estimert med referanse til kjente målsatte objekter i bildet, videooptak av en målestav og ved subjektiv bedømming av fisken. For å konvertere kroppslengde til kroppsvekt ble det benyttet en enkel modell som bygger på fangstdata fra Orkla i 2021. Fra denne modellen regnes smålaks (<3 kg) å være under 65 cm, mellomlaks (3-6,9 kg) fra 68 til 88 cm og storlaks (> 6,9 kg) er fra og med 88 cm og oppover. Fra og med 2017 er det benyttet en stereokameraløsning for registreringer i vandringsrute A og B. Dette gir en mer nøyaktig størrelsesmåling enn tidligere år. Dato, klokkeslett (t:m:s) og retning (opp/ned) blir registrert for hver passering. Overvåkingen skiller grovt mellom seks kategorier av laks og fem kategorier av sjøørret, som alle representerer ulike livsstadier (**tabell 3.1**). Rømt oppdrettslaks skiller fra villaks basert på en rekke morfologiske kriterier (**tabell 3.1**).

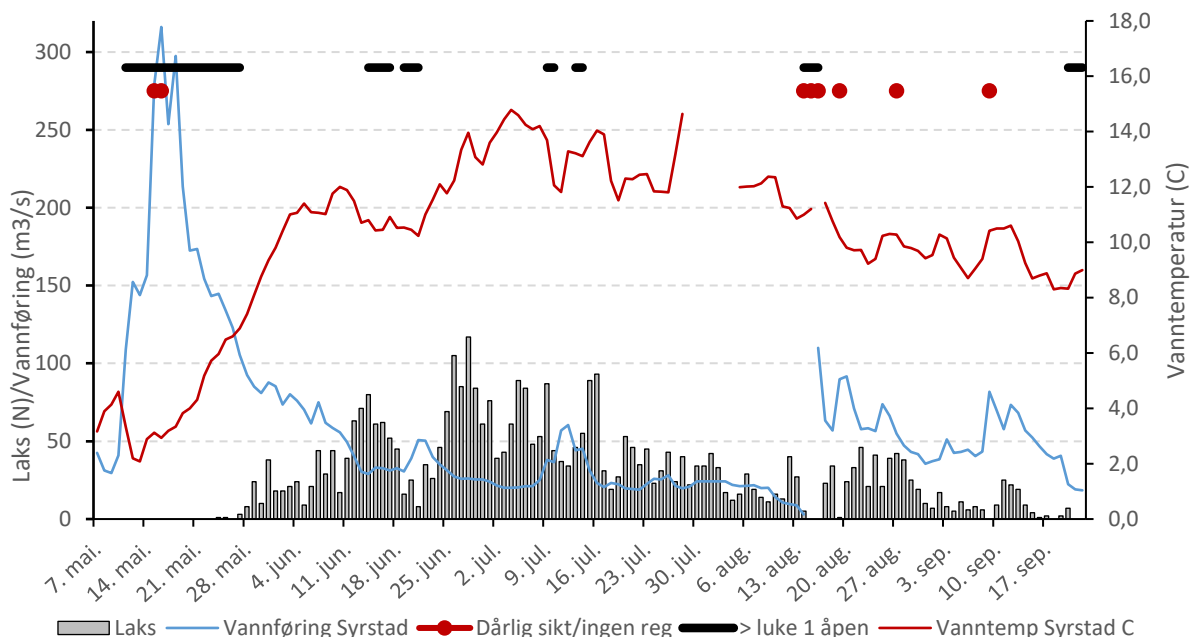
**Tabell 3.1.** Beskrivelse av livsstadier hos laks (seks) og sjøørret (fem) som kan klassifiseres ut fra videobilder som er tatt ved Bjørsetdammen i Orkla i 2021.

Art	Type	Kroppslengde (middel i cm)	Intervall (cm)	Morfologi
Laks	Smolt	15,5	11–18	Blank, svarte finner
Laks	Smålaks	50	40–68	Slank
Laks	Mellomlaks	76	69–89	
Laks	Storlaks	90	90–140	Lite innsving i spord
Laks	Vinterstøing		40–140	Slank, ikke lus
Laks	Oppdrettslaks		40–140	Finner, kondisjonsfaktor
Sjøørret	Smolt	18	15–22	Blank, div kjennetegn
Sjøørret	Førstegangsvandrer umoden	25	22–30	Blank, liten spord
Sjøørret	Andregangsvandrer umoden	35	30–40	Blank, spiss spord
Sjøørret	Kjønnsmoden oppvandrer	> 40	40–100	Kjønnskarakterer
Sjøørret	Kjønnsmoden utvandrer	> 40	35–100	Slank, stort hode

## 3.2 Resultater

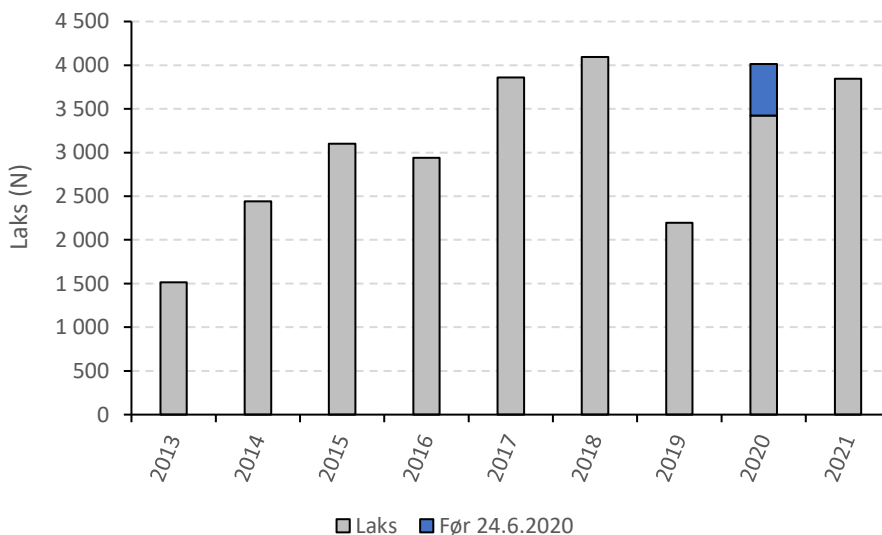
### 3.2.1 Laks

Videoovervåkingen ble gjennomført fra 7. mai til 22. september (**figur 3.4**). Under toppen av vårflommen (15. til 16 juni) ble det ikke registrert fisk grunnet dårlig sikt. I perioden fra 11. mai til 27. mai ble det dessuten sluppet vann over flere av de andre lukene (luke 2, 3 og 4) der det ikke er plassert videokameraer. Det aller meste av den oppvandrende laksen ble registrert i juli og siste halvdel av juni. Fisk som har kommet seg opp i kamerasektoren, vil sjelden slippe seg ned over luka igjen og de individene som blir registrert ned er bare midlertidig ute av bildet, for så å komme opp igjen. Det er spesielt i perioder med høy vannføring og dårlig sikt at fisken svømmer frem og tilbake. Totalt ble det registrert 3844 oppvandrende laks i 2021. Dette er omtrent på nivå med årene 2017, 2018 og 2020 (**figur 3.5**). I tillegg ble det registrert fire (0,1 %) individer med morfologiske trekk som tyder på oppvekst i oppdrettsanlegg, samt én pukkellaks.



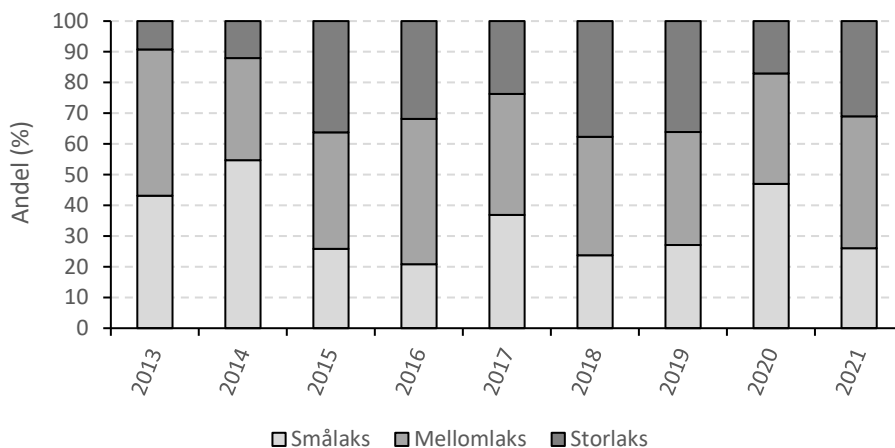
**Figur 3.4.** Antall laks pr. dag registrert over Bjørsetdammen, samt vannføring (Syrstad) og vann-temperatur for 2021. Perioder med dårlig sikt, og dermed ufullstendige registreringer, er markert med røde punkt. I perioder markert med svarte horisontale streker var vannføringen så høy at vannet ble sluppet over flere luker, og fisken kunne da vandre utenom videosystemet uten å bli registrert.

Den første oppvandrende laksen ble registrert 24. mai og oppvandringen forløp forholdsvis jevnt ut over sommeren. I løpet av juni hadde om lag 40 % av laksen vandret opp, og ved utgangen av juli hadde snaue 80 % passert videolokaliteten. I september ble det registrert lite oppvandring av laks og kun 4 % av netto oppvandrende individer passerte dammen mellom 1. september og 22. september.



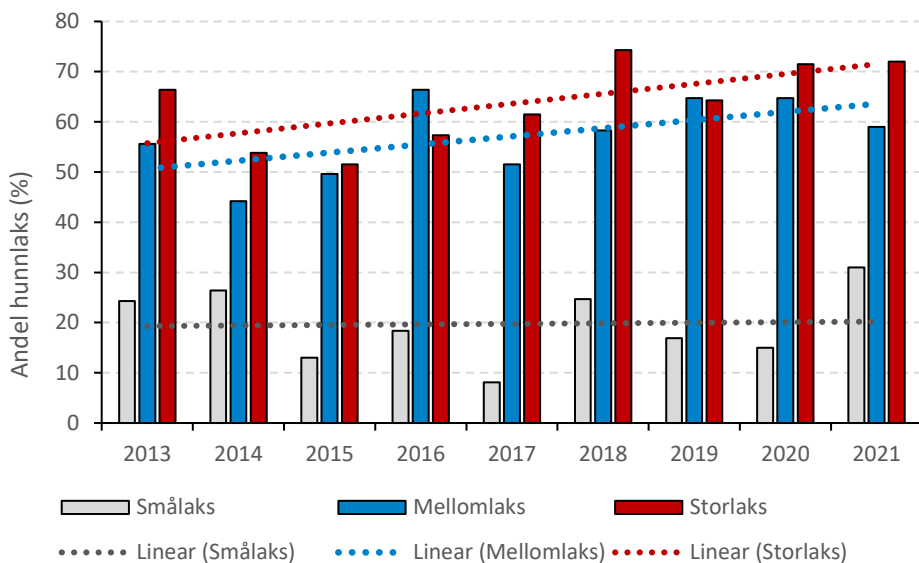
**Figur 3.5.** Totalt antall laks som passerte Bjørsetdammen i Orkla i årene 2013 til 2021. På grunn av høy vannføring i perioden mai til 24. juni 2020, dekket ikke overvåkingen alle vandringsveiene for laksen over Bjørsetdammen. Den blå delen av 2020-søylen er et estimat av antall laks beregnet fra utviklingen i innsiget gjennom sesongen i de andre årene i overvåkingsperioden.

I 2021 ble det registrert 3844 oppvandrende laks ved Bjørsetdammen. Av disse var hhv. 1016 (26 %), 1652 (43%) og 1176 (31 %) laks i størrelseskategoriene små-, mellom- og storlaks (**figur 3.6**). Andelen smålaks har dermed gått ned sammenlignet med 2020 og er noe lavere enn gjennomsnittlig andel smålaks for hele tidsserien (33,9 %). Andelen mellom- og storlaks har økt sammenlignet med 2020 og ligger noe over gjennomsnittet for samtlige år i tidsserien (hhv. 40 % og 26 %).

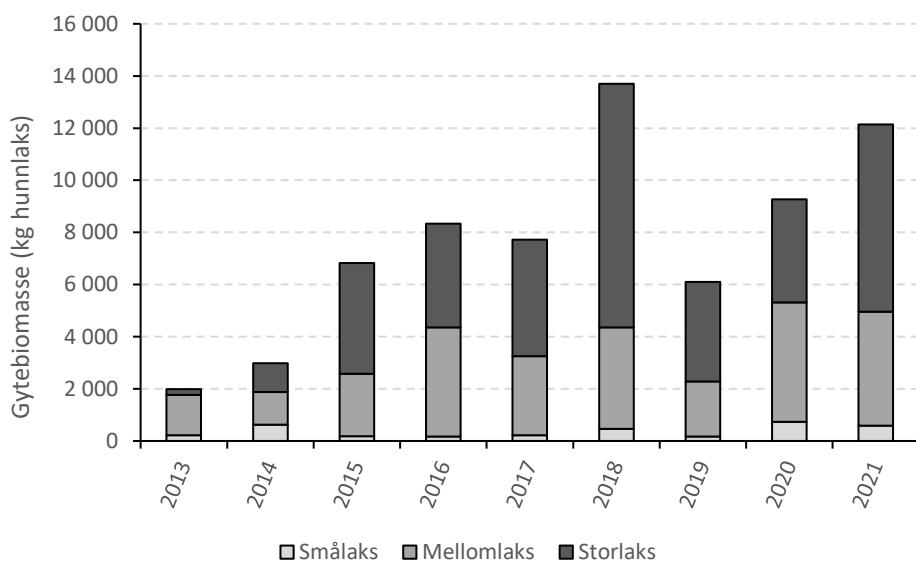


**Figur 3.6.** Andel små-, mellom- og storlaks som passerte Bjørsetdammen i Orkla i årene 2013 til 2021.

I 2021 ble 3736 (97,2 %) av all oppvandrende laks forbi Bjørsetdammen kjønnsbestemt. Om lag alle individene (97 %) som ikke ble kjønnsbestemt var smålaks, mens de resterende var mellomlaks. I tillegg vandret det ned tre storlaks som ikke lot seg kjønnsbestemme. Andelen hunnlaks var 59 % og 72 % for hhv. mellom- og storlaks. For kjønnsbestemt smålaks var andelen hunnlaks 31 %. I overvåkingsperioden 2013–2021 har andel hunnlaks variert for alle størrelsesgruppene (**figur 3.7**). Dersom man benytter kjent andel hunnlaks for de kjønnsbestemte individene på de registrerte små- og mellomlaksene med ukjent kjønn, kan beregning av total gytebiomasse ovenfor Bjørsetdammen beregnes. Total gytebiomasse av hunnlaks ble beregnet til 12146 kg i 2021. Dette er den nest høyeste verdien beregnet for elva oppstrøms dammen siden 2013 (**figur 3.8**). Mellomlaks- og storlakshunner bidro med over 90 % av gytebiomassen i overvåkingsperioden (**tabell 3.2**), med unntak av i 2014 da det var høy andel smålaks og høy andel hunnlaks blant smålaksen.



**Figur 3.7.** Andel hunnlaks subjektivt størrelses- og kjønnsbestemt fra videobilder av oppvandrende laks på Bjørsetdammen i Orkla i årene 2013 til 2021. De stiplede linjene viser utvikling i andel hunner hos de tre størrelsesgruppene i perioden 2013-2021 angitt som lineær regresjon.



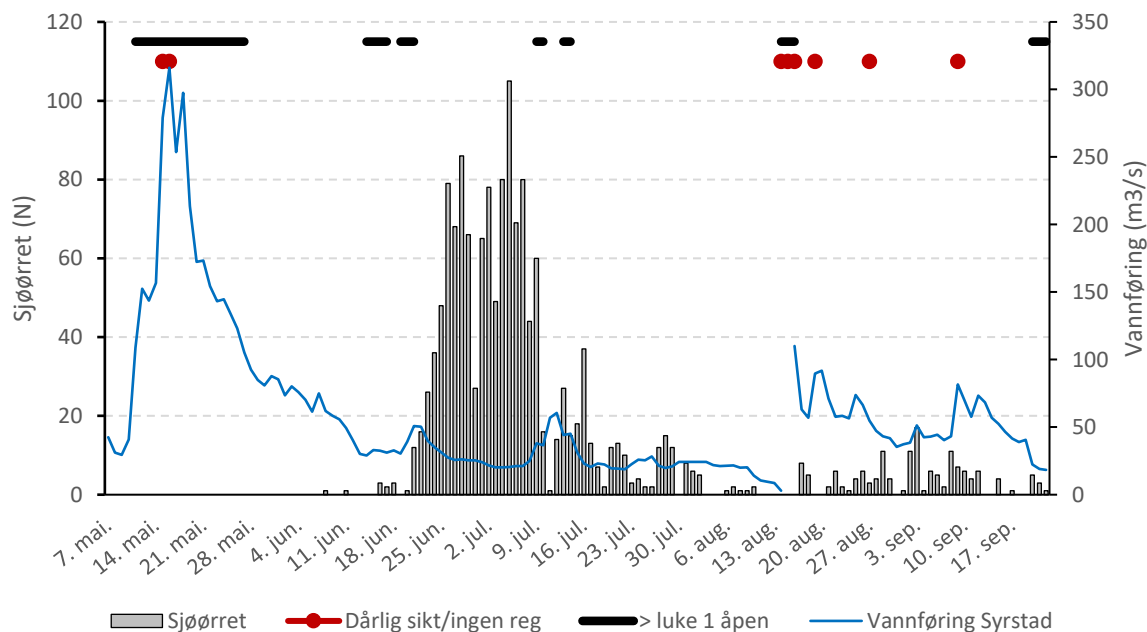
**Figur 3.8.** Gytebiomasse (kg) av hunnlaks beregnet fra videoregistreringer og fangst i Orkla ovenfor Bjørsetdammen i årene 2013 til 2021. I 2020 er det estimert et antall laks i en periode med flom og redusert dekningsgrad i registreringene før 24. juni.

**Tabell 3.2.** Relativt bidrag til total gytebiomasse fordelt mellom tre størrelsesklasser av hunnlaks i Orkla, ovenfor Bjørsetdammen i årene 2013 til 2021.

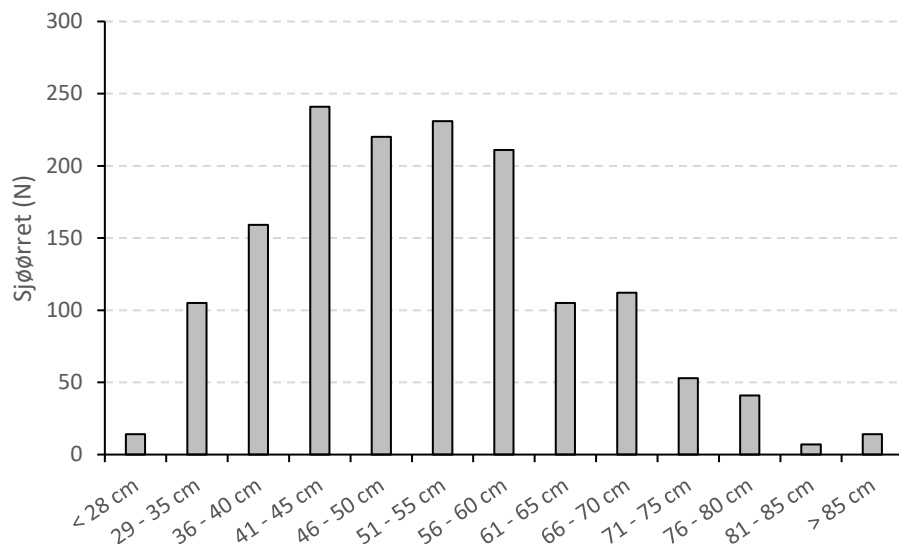
År	Smålags	Mellomlags	Storlags
2013	11,0	77,5	11,5
2014	21,0	41,9	37,1
2015	2,7	35,1	62,2
2016	2,1	50,2	47,7
2017	2,9	39,2	57,9
2018	3,4	28,4	68,2
2019	2,7	34,6	62,7
2020	7,9	49,4	42,7
2021	4,9	36,0	59,1
Gjennomsnitt	6,6	43,6	49,9
SD	6,2	14,5	17,7
N	9	9	9

### 3.2.2 Sjørøret

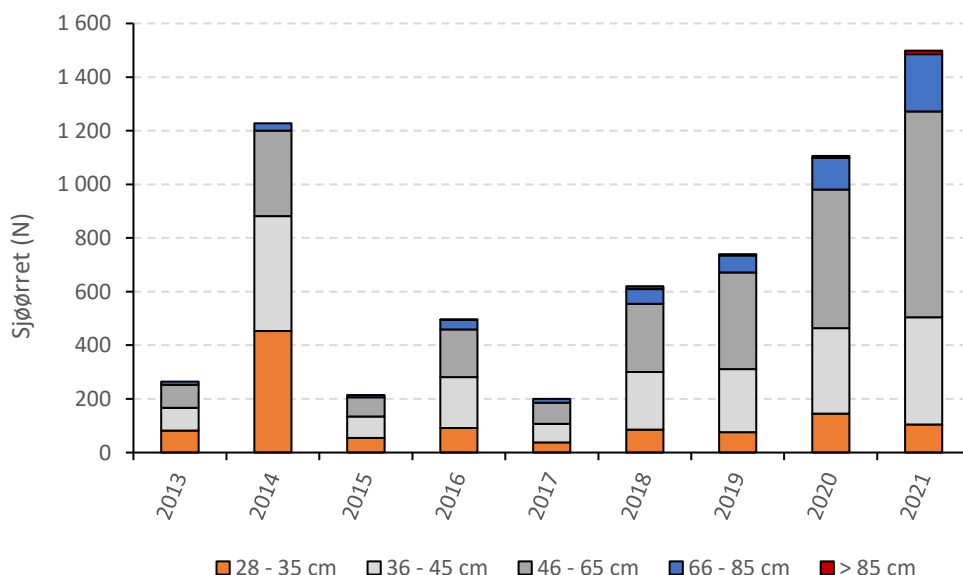
Det ble registrert 1513 oppvandrende sjørøreter ved Bjørsetdammen i 2021. Hovedperioden for oppvandringen var slutten av juni, samt juli (**figur 3.11**). Om lag 8 % av sjørøreten var umodne individer. Andelen store individer i bestanden har økt siden 2013, men det er likevel relativt få store sjørøreter i den delen av bestanden i Orkla som passerer Bjørsetdammen (**figur 3.12**). Antall registrerte sjørøreter har variert mellom år (**figur 3.13**), men det er en tydelig økning i antall individer i overvåkingsperioden. Det har også vært en økning i antall store kjønnsmodne sjørøreter med kroppslengder over 65 cm i overvåkingsperioden. Den største ørreten ble i 2021 estimert til å ha en kroppslengde på ca. 95 cm.



**Figur 3.11.** Antall sjørøreter pr dag registrert over Bjørsetdammen i forhold til vannføring (Syrstad) i 2021.



**Figur 3.12.** Fordeling av størrelsesklasser av sjøørret, som passerte Bjørsetdammen i 2021.



**Figur 3.13.** Antall sjøørreter fordelt mellom størrelsesklasser registrert over Bjørsetdammen i årene 2013 til 2021.

### 3.3 Diskusjon

Videoovervåkingen av oppvandrende laks og sjøørret foregikk i 2021 uten driftsavbrudd. Det var imidlertid korte perioder der sikten var så lav at videoopptakene ikke ble analysert. Totalt for hele sesongen utgjorde disse periodene ca. fem døgn. En av disse periodene inntraff under vårfloppen (15. og 16. mai), og det var her to sammenhengende døgn som ikke ble gjennomgått. Den første oppvandrende laksen ble imidlertid ikke registrert før 24. mai og det er dermed lite trolig at denne perioden har påvirket resultatet for oppvandrende voksenfisk. I august (14., 15. og 16. august) var det 49 timer sammenhengende video som ikke ble gjennomgått, også her på grunn av dårlig sikt i forbindelse med en flom. I dagene før og etter denne flomtoppen ble det registrert ca. 30 oppvandrende laks pr. døgn og det kan derfor ikke utelukkes at laks passerte opp i denne

perioden uten å bli registrert. Det ble imidlertid registrert svært få sjørreter som vandret opp i dagene før og etter flomtoppen og vi mener derfor at manglende registreringer i denne perioden ikke har påvirket resultat for sjørretet i særlig stor grad.

Det ble registrert 3844 villaks som passerte Bjørsetdammen, noe som gjør 2021 til ett av de årene med størst registrert oppgang av laks siden 2013. Den kraftige økningen som ble observert fra 2013–2017 kan se ut til å ha stagnert noe, men 2021 må likevel sies å være et solid år for oppvandring av laks forbi videolokaliteten. Det høye antallet smålaks som ble registrert i 2020 ser ut til å gjenspeiles i 2021 ved at det ble registrert en betydelig økning i antall mellomlaks dette året. Det kan tyde på at denne årsklassen av laks var spesielt sterk, enten som følge av stor smoltutvandring fra vassdraget i 2019, eller som følge av gode forhold i havet (høy sjøoverlevelse, god mattilgang eller lignende).

Selv om det har blitt registrert noe mer laks totalt ved Bjørsetdammen tidligere år, bidrar den høye andelen mellom- og storlaks til en stor gytebiomasse i 2021. Beregnet gytebestand, etter at sportsfiskefangster er trukket fra, var i overkant av 12 tonn og gytebiomassen har dermed kun vært større ovenfor Bjørsetdammen en gang tidligere, i 2018.

Antall registrerte sjørreter som passerte Bjørsetdammen, har økt i perioden fra 2013 til 2021. Dette gjelder spesielt større sjørretet i størrelsesklasser med kjønnsmodne individer. Antall umodne sjørreter som passerte Bjørsetdammen var lavt også i 2021, noe som kan skyldes at lokaliteten er såpass langt opp i vassdraget. Dersom man ser bort fra 2014, har registrert antall sjørretet som vandret forbi Bjørsetdammen tatt seg opp de siste få årene.



## 4 Utrede alternativ lokalitet for telling lengre ned i vassdraget

For at overvåking av innsiget av laks og sjørret til et vassdrag skal ha noen forvaltningsmessig funksjon, må metoden som benyttes kunne skille mellom artene. I tillegg vil det være en fordel å også kunne skille mellom størrelsesgrupper og kjønn. Det ideelle i en slik sammenheng er at fisketellingen foregår nederst i vassdragene, slik at man får registrert oppvandrende fisk til hele vassdraget.

I årene 1994 til 2011 ble det benyttet en såkalt Logieteller på Bjørsetdammen i Orkla. Dette er en elektronisk ledningsevne måler som registrerer antall opp- og nedvandrende fisk, men skiller ikke mellom arter (Hvidsten m. fl. 2012). Logietelleren som var montert på bunnen av den østre luka i Bjørsetdammen, har blitt overvåket ved hjelp av videokamera montert på rekkverket på broa i deler av oppvandringssesongen, hvert år i perioden 2007 til 2011. Formålet var å kontrollere presisjonen i registreringene fra Logietelleren. Resultatene i disse undersøkelsene viser at det var betydelig feilregistreringer. Det er ikke mulig å benytte Logieteller dersom man skal registrere antall laks og sjørret som vandrer opp, siden denne telleren ikke skiller mellom arter. Resultatene kan imidlertid til en viss grad benyttes til å si om det passerer mye eller lite fisk. I perioden 1994 til 2008 ble fordelingen mellom laks og sjørret i registreringene fra Logietelleren estimert ut fra fordelingen av de to artene i fangstene.

Overvåking av oppvandrende laksefisk i Orkla har i årene 2013-2022 foregått med videoovervåking på Bjørsetdammen. Denne lokaliteten fungerer bra, men ligger om lag halvveis opp på lakseførende strekning. En stor andel av fangstene i Orkla tas nedenfor Bjørsetdammen, der fisketellingen har foregått til nå. Videoovervåkingen suppleres derfor med drivtelling på deler av strekningen nedstrøms Bjørsetdammen. Bestandsstatus for hele Orkla vurderes i dag av Vitenskapeligråd for lakseforvaltning (VRL) basert på en kombinasjon av tall fra videoovervåking, rapportert fangst, drivtelling og gytegrepregistreringer. Presisjonen på drivtelling er bl.a. svært avhengig av tilfredsstillende siktforhold. Dårlig sikt har vært et gjentakende problem i Orkla, noe som fører til at fiskeoppgangen nedenfor eksisterende overvåkingslokalitet på Bjørsetdammen forvaltes med dårligere presisjon enn ovenfor.

Et heldekkende registreringssystem helt nederst i vassdraget ville fange opp all fisk og dermed hele innsiget. Det er imidlertid knyttet utfordringer til å gjennomføre en slik overvåking. I utgangspunktet er overvåking i store vassdrag med høy middelvannføring og store flommer, krevende. Siden målet er å registrere all fisk opp og også skille mellom arter, er det med dagens teknologi kun mulig å benytte videoovervåking. Det finnes systemer som benytter sonarer, der det er mulig å overvåke større tverrsnitt. Her vurderer vi mulige løsninger for å telle eller estimere den samlede fiskeoppgangen på en god måte, herunder vi alternative lokaliteter og tellemetoder nedstrøms dagens lokalitet for å registrere den samlede fiskeoppgangen i Orkla. Vi har belyst styrker/svakheter av disse og vurdert kost/nytte av alternativene.

### 4.1 Sonar

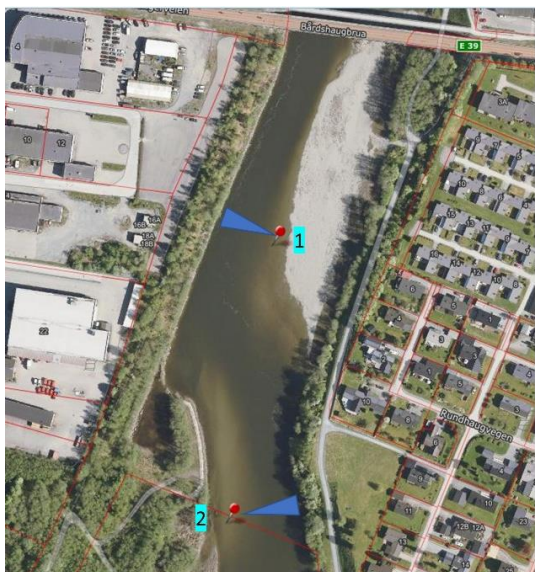
Sonartelling av fisk benytter en sonar som tolker ekko fra lydbølger om til video som kan brukes til å telle og anslå størrelse på fisk som passerer. Sammenlignet med videotelling har sonar de fordelene at den ikke er avhengig av eksternt lys eller påvirkes i samme grad av siktforhold (turbiditet), noe som gjør at et helt elvetverrsnitt kan overvåkes av en sonar. Men sonar har også ulemper sammenlignet med videotelling, med sonar kan en ikke, som med video, direkte se art og kjønn av fisken som passerer. I perioder med mye frem- og tilbakevandring på overvåkingslokaliteten vil mangelen på identifisering av enkeltindivider kunne føre til at det blir krevende å føre et «nettoregnskap» over antall oppvandrende fisk. En lokalitet for sonar bør være en «point of no return»-lokalitet uten blindsoner, for at denne effekten reduseres til et akseptabelt nivå. Det å finne en slik lokalitet, vil kunne innebære uttesting av flere lokaliteter over flere år. Når en slik lokalitet er funnet og testet, kan estimerer for art og kjønn for fisk av ulik lengde fra sonartelling

kan enten lages basert på arts og kjønnsfordeling fra fangststatistikk, eller suppleres med kamera som dekker en del/deler av tverrsnittet.

For å få gode data fra en sonar er plasseringen helt avgjørende. Sonar-signalene forstyrres i stor grad av både luftbobler og stor vannturbulens, videre er bunnprofilen på lokaliteten viktig for gode data. Bunnprofilen er avgjørende både for at områder som fisk vandrer opp i ikke havner i «skyggen» av sonarstålene og at ekko fra bunn og overflate ikke konkurrerer med ekko fra fisk. Bruk av strukturer for å lede fisken inn i området hvor sonaren har god dekning er ofte nødvendig for å skape en god tellelokalitet. Det er også avgjørende at lokaliteten fungerer på ulike vannføringer. Videre er det viktig at sonaren plasseres et sted fisken vandrer direkte forbi. Det kan også være nødvendig/mulig å modifisere bunnprofilen for å skape en ideell sonarlokalitet. Sonaren krever tilkobling til strøm, samt bygg/brakke/campingvogn for oppbevaring av datalagringsenheter. Utplassering av en sonar med ledestrukturer vil medføre at fiske og annen aktivitet ikke er ønskelig i området rundt denne (ca.  $\pm 50\text{m}$  opp- og nedstrøms), noe som vil kunne påføre ulemper for grunneier/rettighetshaver. Vannstand i Orkla nedstrøms kraftutløpet varierer mye i perioden mai til september, og det vil være nødvendig å flytte sonaren opp/ned med endringer i vannføring. Det må også forventes at telling blir dårlig/umulig ved spesielt høye vannføringer. Ved vurdering av nye tellelokaliteter for sonar er det i hovedsak vurdert lokaliteter nedstrøms kraftverksutløpet for å telle en så stor andel av bestanden som mulig. Potensielle sonarlokaliteter ble først identifisert fra flyfoto, og deretter vurdert i felt 14. oktober 2022, med vannføring  $21 \text{ m}^3/\text{s}$  på Syrstad.

#### 4.1.1 Alternativ lokalitet

Det er flere lokaliteter som kan egne seg for utplassering av sonar i nedre deler av Orkla. Lokalitet 10 (**bilde 4.5**) fremstår som den som både har de beste fysiske forholdene for sonar, og enklest tilgang til strøm og nett. Men denne lokaliteten er også den øverste som er vurdert, noe som gjør at den overvåker den minste delen av vassdraget. For lokalitetene 5,6,7 og 9 (**bilde 4.3** og **4.4**) er det usikkerhet ang. tilkobling til strøm, som må avklares før de vurderes brukt. Av de nedre lokalitetene er spesielt 2, 3 og 4 (**bilde 4.1** og **4.2**) lovende. For 3 og 4 kan tilgang ved høye vannføringer bli problematisk, mens for 2 er det usikkert om flo/fjære vil ha negativ innvirkning på lokaliteten. Ved befaring var vannføringa relativt lav, og befaring på høyere vannføringer bør også gjennomføres.



**Bilde 4.1.** Lokalitet 1 og 2, like oppstrøms Bårdshaugbrua. Begge lokalitetene har bunn uten store ujevnheter, og nærhet til strøm nett (ca. 100 m). Lokalitetene ligger i flopåvirka del av elva og det er usikkert i hvor stor grad det vil påvirke egnetheten. Lokalitet 1 er veldig dyp mot venstre bredd. Lokalitet 2 har lav vannhastighet, fin dybdeprofil og gode muligheter til å begrense tverrsnittet med sperre ut fra venstre bredd.



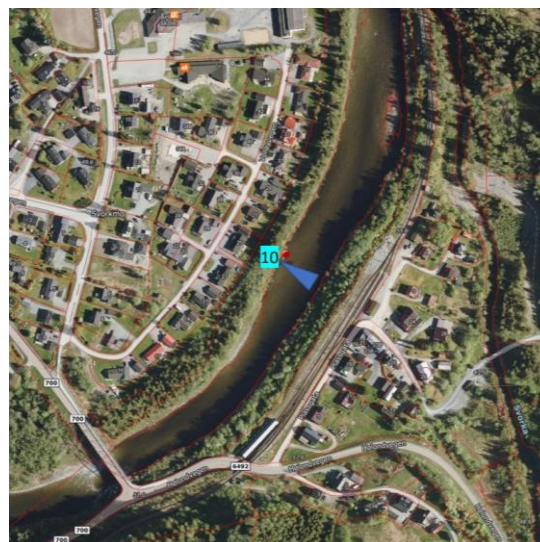
**Bilde 4.2.** Lokalitet 3 og 4, ved Trettøya. Begge lokalitetene har fin vannstrømming og har bunn uten store ujevnheter og jevnt avtagende bunnprofil ut fra venstre bredd. Usikker hvor langt fisk må ledes ut fra høyre bredd. Tilkomst på høy vannføring kan potensielt være problematisk da tilkomstvei ser ut til å kunne oversvømmes. Dette vil muligens også føre til at strømkabel (ca 250 m) i partier må gå i luftspenn.



**Bilde 4.3.** Lokalitet 5-7, fra Eklisøya til Steinshaugen. Lokalitet 5, ved Eklisøya har fin laminær strøm med god hastighet, bunn uten store ujevnheter og jevnt avtagende bunnprofil. Mulighet for ledegjerde på motsatt bredd. Tilkoblingsmulighet til strøm er usikker siden evt. kabel ser ut til å måtte krysse Thamshavnbanen. Lokalitet 6 ved Steinshaugen har fin bunn og bunnprofil, men trolig litt for turbulent vann til at den er ideell. Videre vil den trolig kreve et langt ledegjære ut fra høyre bredd for å hindre fisk å gå bak sonaren på høy vannføring. Lokalitet 7, ved Steinshaugen, har fin vannstrømming, bunn uten store ujevnheter og jevnt avtagende bunnprofil. Muligheten for ledegjerde på motsatt bredd er god. Muligheten for tilkobling til strøm er usikker, da vi ikke har funnet ut om det er ført strøm under Thamshavnbanen i forbindelse med grunnvanns-anlegget ved Steinshaugen.



**Bilde 4.4.** Lokalitet 8 og 9, ved Reiskleivau-net og på Øran. Lokalitet 8 har bunn uten store ujevnheter men en bunnprofil som skråner opp veldig tidlig, men gode muligheter for ledegjerde på motsatt bredd. Nærmeste tilkoblingsmulighet til strøm er ca 350 m. Lokalitet 9 har bunn uten store ujevnheter og jevnt avtagende bunnprofil. Usikkert om stryket oppstrøms vil generere problematiske luftbobler og turbulens på høye vannføringer. Nærmeste tilkoblingsmulighet er ca 500 m.



**Bilde 4.5.** Lokalitet 10 på Svorkmo. Lokalitet 10 er den eneste som ligger oppstrøms kraftverksutløpet, og vil derfor ha lengre perioder med stabile vannføringer enn de andre lokalitetene. Lokaliteten har lav vannhastighet, bunn uten store ujevnheter og jevnt avtagende bunnprofil. Profilen ser ut til å være lett å begrense med ledegjerder på begge bredder. Tilkoblingsmulighet for strøm og nett er mindre enn 50 m unna.

## 4.2 Videoovervåking under vann

Én alternativ løsning for overvåking av oppvandrende laksefisk i Orkla er å benytte undervannsvideokameraer på en lokalitet langt nede i vassdraget. På en slik lokalitet vil antall kamera som må benyttes, være avhengig av sikten i vannet og utformingen/bredden av overvåkingstverrsnittet. Erfaringene fra videoovervåking på Bjørsetdammen i Orkla i 2013 til 2022, viser at hvert kamera må ha et «ansvarsområde» på maksimalt 1,5-2 meter for å kunne gi en tilfredsstillende deteksjon i perioder med redusert sikt. Dette er mulig å oppnå på Bjørsetdammen, hvor fisken kun kan passere dammen i et seks meter bredt tverrsnitt og i en fisketrapp på vestsiden. Ved hjelp av åtte kamera, kan hele dette tverrsnittet overvåkes. Over Bjørsetdammen er det minstevannføring mens hoveddelen av vannet passerer gjennom kraftverkstunnelen. En overvåking tilstrekkelig langt nede i vassdraget for å fange opp hele innsiget laks og sjørret til Orkla, må derfor foregå på et tverrsnitt der vannføringen er høyere enn over Bjørsetdammen fordi kraftverksvannet kommer i tillegg. Typisk vil vannføringen på en slik lokalitet være 3-4 ganger høyere enn over Bjørsetdammen. Middelvannføring i nederste del av vassdraget er over 70 m<sup>3</sup>/s. For å kunne benytte undervannsvideokamera bør vannhastigheten være under 0,5 m/s der kamera står plassert (overvåkingslokaliteten). Dybden bør være under 1,5 meter. En vannføring på 70 m<sup>3</sup>/s tilsvarer et ca. 45 meter bredt tverrsnitt med gjennomsnittlig dybde på 1,5 meter med gjennomsnittlig vannhastighet på 1 m/s. På bunnen vill trolig vannhastigheten kunne være under 0,5 m/s og tilstrekkelig lavt for å drifte undervannskamera, men bredden på tverrsnittet ville være 45 meter. Det ville derfor kreves ca. 30 undervannskameraer for å dekke et slikt åpent tverrsnitt. Det vil innebære nesten 4 ganger flere kameraer enn det som benyttes på Bjørsetdammen i dag. Kostnadene i overvåkingen er proporsjonale med antall kameraer og vil derfor bli ca. 4 ganger høyere nederst i elva sammenlignet med overvåkingen på Bjørsetdammen.

Det finnes muligheter for å lage ledegjerder og bygge om tverrsnitt der fisken bare kan vandre i deler av elva. På den måten kan antall kamera reduseres. Konstruksjon av et slikt overvåkings-tverrsnitt vil imidlertid også ha en relativt høy kostnad siden det skal tåle høy vannføring og flommer. Det vil også være et spørsmål om det er praktisk gjennomførbart.

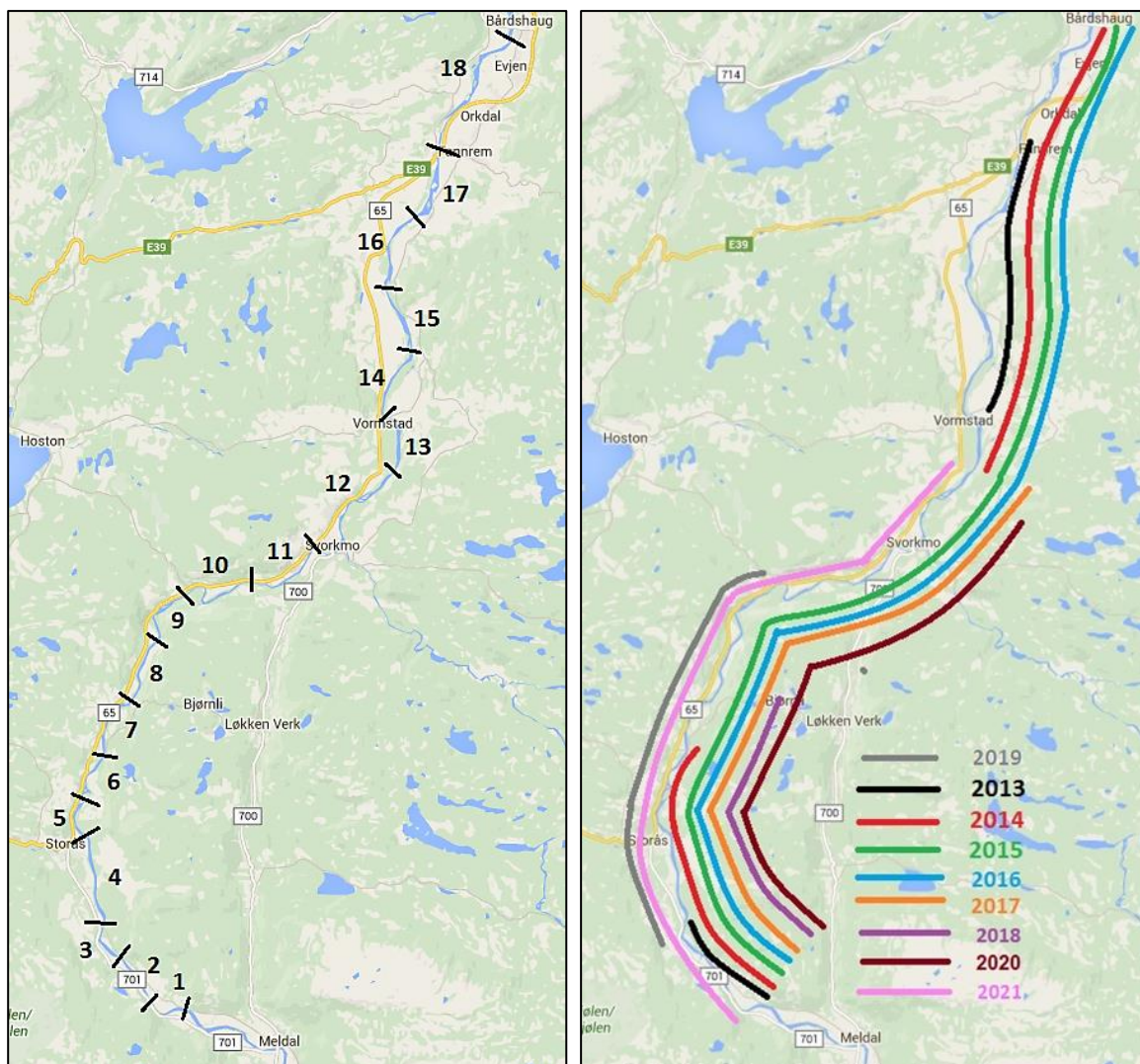
### 4.3 Oppsummering

Dagens telling på Bjørsetdammen gir presise data på antall fisk som passerer, samt gir gode data på kjønn, art og lengdefordeling. Telling på Bjørsetdammen suppleres i dag med telling av gytegrøper samt drivtelling av fisk på strekninger nedstrøms, og gir i sum trolig et godt bilde av bestandssituasjonen. En alternativ lokalitet med sonar nedstrøms vil vesentlig øke andelen av bestanden som telles, men vil gi dårlig oversikt over art- og kjønnsfordeling om denne kommer som erstatning for dagens telling på Bjørsetdammen. Om sonar blir et tillegg til dagens telling vil datagrunnlaget bli betraktelig bedre, og fjerne behovet for drivtelling på strekningene nedstrøms Bjørsetdammen. Hvor stor nytten av en sonar i nedre del vil kunne bli er avhengig om tellingen er tenkt brukt kontinuerlig gjennom sesongen for å justere uttak av fisk, eller som i dag ved midtsesongevaluering og etter sesongen til vurdering av gytebestandsoppnåelse. Etablering av en sonarlokalisitet vil innebære kostnader knyttet til både kjøp/leie av sonar samt gjennomgang av data, men spare inn kostnader til drivtelling. Vurdering av nytte vil også avhenge av hvor gode data sonaren vil gi, noe som ikke er mulig å gi garantier for på forhånd. Om det besluttes å etablere en sonarlokalisitet, bør denne driftes som et tillegg til videotelling på Bjørsetdammen inntil en har tilstrekkelig grunnlag til å sammenligne de to metodene. En annen alternativ løsning er etablere et fullskala undervanns videosystem langt nede i elva. Videoovervåking vil gi mer presise data (antall, art, kjønn og lengde) sammenlignet med sonar, men kostnadmessig må det i tilfelle vurderes opp mot alternativene.

## 5 Drivtelling nedstrøms Bjørsetdammen

### 5.1 Metode

I 2021 ble strekningen fra Bjørsetdammen til Varghølen, en distanse på 23,1 km undersøkt (62 % av anadrom strekning nedenfor Bjørsetdammen). I overvåkingsperioden fra 2013 til 2021 har planen vært å gjennomføre drivtelling av gytefisk i vassdraget fra Bjørsetdammen og ned til sjøen hvert år. Sikten i vannet i Orkla varierer fra under to meter til over åtte meter fra september til november, som er den perioden drivtellingene må gjennomføres i. I begynnelsen av oktober, 2021 var siktf forholdene tilstrekkelig gode for å gjennomføre gytefisktelling på strekningen fra Bjørsetdammen til Varghølen. Vannet som kommer ut av kraftverkstunnelen kommer hovedsakelig fra hovedløpet, men det er også tilløp fra små sideelver som føres gjennom tunnelen. Dette vannet inneholder mer partikler og sikten er sjelden mer enn tre meter. I 2021 var vannføringen fra disse sideelvene høy gjennom hele høsten, noe som førte til at det ikke var mulig å gjennomføre drivtelling på strekningen fra kraftverksutløpet til sjøen. Det foreligger en detaljert beskrivelse av metoden slik den er benyttet i vassdraget fra og med 2013 (Lamberg mfl. 2018). I år der det ikke var tilfredsstillende forhold for drivtelling ble ikke hele den 37 km lange strekningen fra Bjørsetdammen til Orkanger undersøkt (**figur 5.1**). Variasjon i sikt- og vannføringsforhold har også ført til at tellingene ikke har blitt gjennomført på samme tidspunkt hvert år (**tabell 5.1**). Høsten 2019 ble det ikke gjennomført drivtelling fra Bjørsetdammen i regi av Skandinavisk Naturovervåking. NINA gjennomførte imidlertid drivtelling på deler av strekninger mellom Bjørsetdammen og Orkanger på et tilstøtende prosjekt, der formålet var å validere drivtelling som metode i overvåking av gytefiskbestander av laks og ørret.



**Figur 5.1.** Inndeling i rapporteringssoner (venstre kart) samt undersøkte strekninger (høyre kart) under drivtelling i Orkla nedstrøms Bjørsetdammen i perioden 2013-2021. I enkelte av disse årene har bare deler av strekningen mellom Bjørsetdammen og Forvebrua blitt undersøkt (framgår av fargekoder). Bakgrunnskartene er lastet ned fra [www.norgeskart.no](http://www.norgeskart.no).

**Tabell 5.1.** Undersøkte strekninger, lengde på strekninger (km), tidspunkt (dato), effektiv sikt (m) og vannføring målt ved Storsteinhølen ( $m^3/s$ ) da det ble gjennomført drivtelling av gytefisk i Orkla i perioden 2013-2021.

År	Strekning	Dist. (km)	Dato	Sikt (m)	Vannføring
2013	Bjørsetdammen–Lo Bru	3,7	05.okt	6	11,7
2013	Vormstad–Førve Bru	8,6	15.okt	3	33,2
2014	Bjørsetdammen–Drågset bru	9,8	21.sep	6	14,7
2014	Vormstad–Orkanger	12,8	20.sep	5,5	15
2015	Bjørsetdammen–Kjela	10,8	14.okt	6	11,4
2015	Kjela–Varghølen	12,3	15.okt	6	11,5
2015	Varghølen–Orkanger	14,7	15.okt	6	17
2016	Bjørsetdammen–Elahølen	14,6	27.sep	6	11,5
2016	Vormstad–Orkanger	12,8	28.sep	6	16,8
2016	Elahølen–Varghølen	8,5	05.okt	6	11,5
2016	Varghølen–Vormstad	1,9	05.okt	6	34,8
2017	Bjørsetdammen–Elahølen	14,6	12.sep	6	11,5
2017	Elahølen–Varghølen	8,5	13.sep	6	11,5
2017	Varghølen–Vormstad	1,9	13.sep	3	37,2
2018	Bjørsetdammen–Rye	7,3	31.okt	4	5,0
2018	Rye–Espås	1,3	1.nov	2,5	5,0
2019	Storås-Elahølen*	9,6	14.okt	4,5	10,7
2020	Bjørset – Storås	6,4	5.okt	6	4,0
2020	Storås - Varghølen	16,7	6.okt	6	4,0
2021	Bjørset - Hestøya	14,6	4.okt	5	4,7
2021	Storås - Varghølen	8,5	5.okt	5	4,6

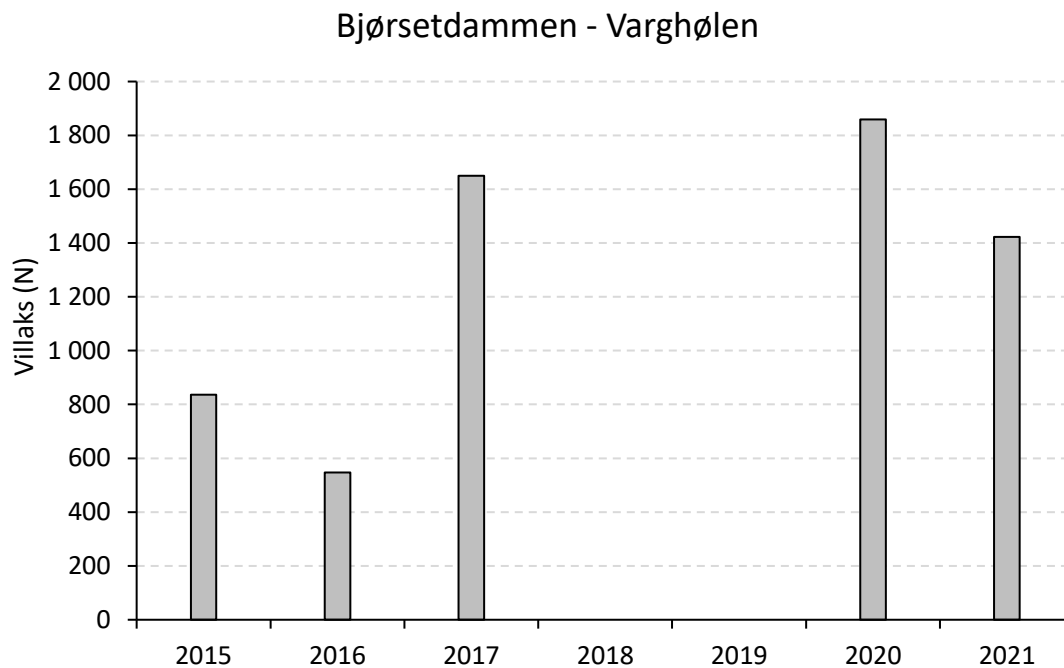
\* Drivtelling utført av NINA

## 5.2 Resultater

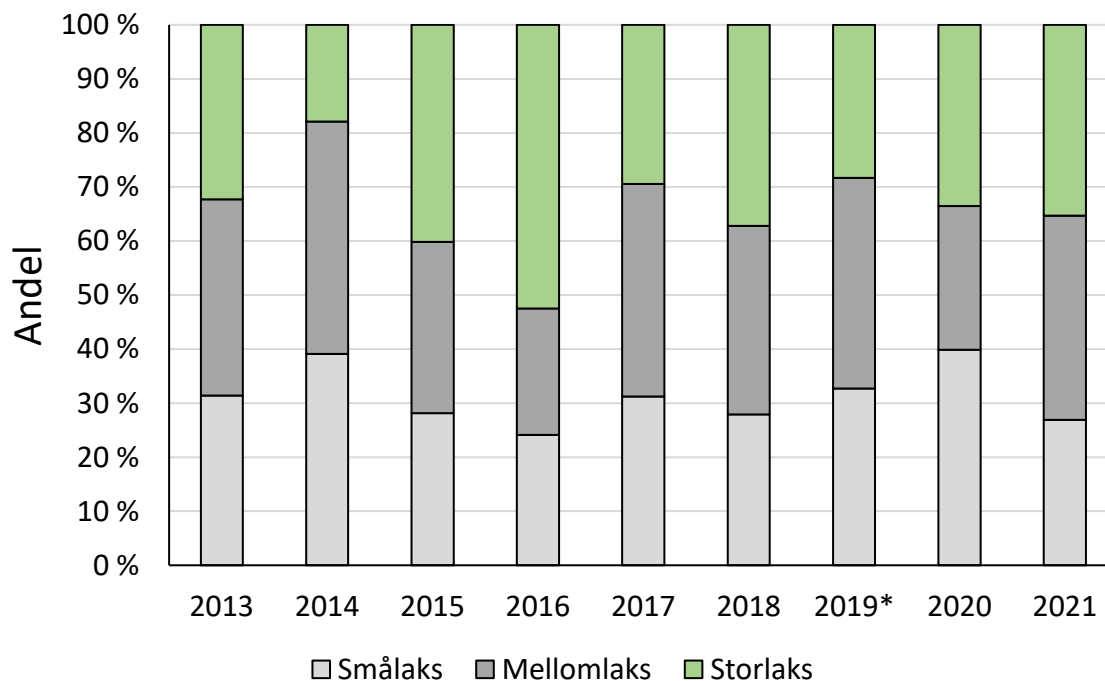
### 5.2.1 Laks

Strekningen fra Bjørsetdammen til Varghølen er 23 km lang og utgjør 62 % av total elvestrekning fra dammen til sjøen. Det ble gjennomført drivtelling med fire personer i denne delen av elva den 4. og 5. oktober, under tilstrekkelig gode sikt- og vannføringsforhold for denne typen undersøkelser. Det ble registrert totalt 1423 laks (**figur 5.2**). Andelen smålaks var i 2021 på ca. 26,9 %, noe som er litt lavere enn gjennomsnittet for perioden 2013–2021 (**figur 5.3**). Både andel mellom- og storlaks økte fra 2020, og var i 2021 noe over gjennomsnittet for perioden 2013–2021 (hhv. 37,8 % og 34,8 %). Disse endringene samsvarer godt med resultatene fra videoovervåkingen ved Bjørsetdammen (**kapittel 3**). I overvåkingsperioden har andel hunnlaks variert lite for mellom- og storlaks, mens det for smålaks har vært større forskjeller mellom år (**figur 5.4**). Andel hunnlaks var svært lik mellom 2020 og 2021.

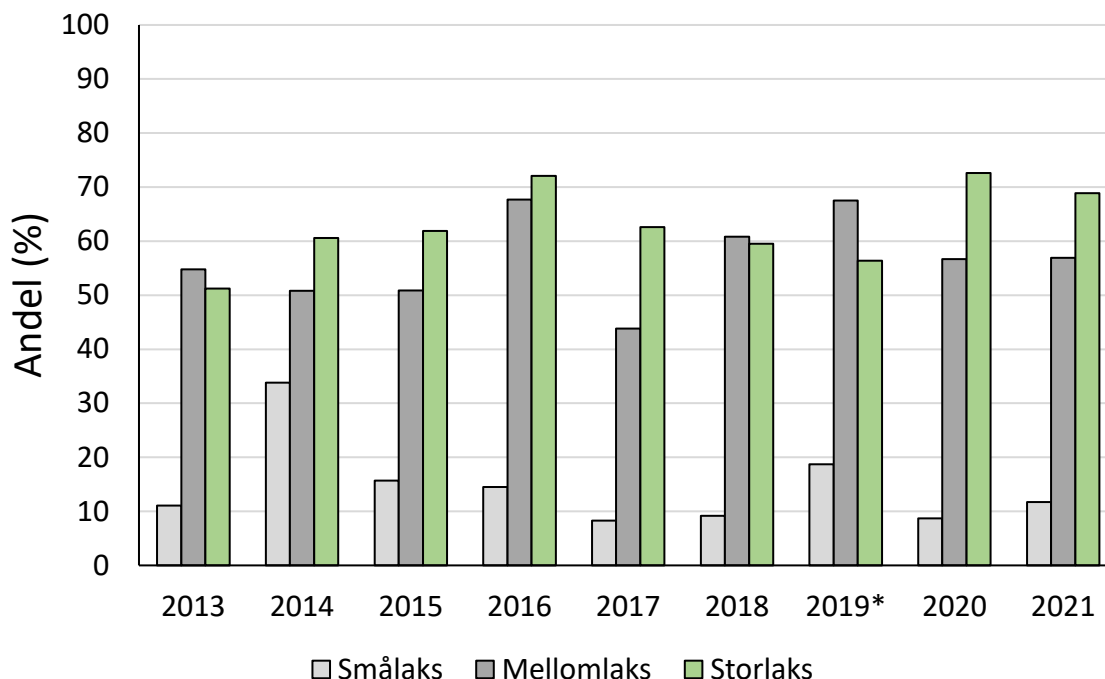




**Figur 5.2.** Totalt antall villaks registrert under drifttelling på strekningen fra Bjørsetdammen til Varghølen i Orkla i årene 2015 til 2021. Figuren viser kun de årene hvor hele strekning ble undersøkt, jfr. figur 5.1.

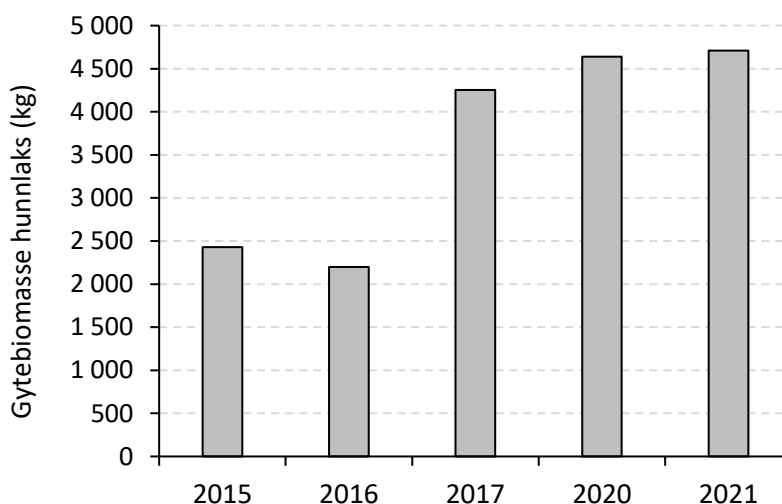


**Figur 5.3.** Andel små-, mellom- og storllaks registrert under drifttelling i vassdraget nedenfor Bjørsetdammen i Orkla i årene 2013 til 2021. \* I 2019 ble drifttelling utført av NINA.



**Figur 5.4.** Andel hunnlaks registrert under drivtelling på strekningen fra Bjørsetdammen til sjøen i Orkla i årene 2013 til 2021. Det er kun i 2015 og 2016 at hele denne delen av elva er undersøkt. I de andre årene er det variasjon i andel av totalstrekning som er undersøkt. \* I 2019 ble drivtelling utført av NINA.

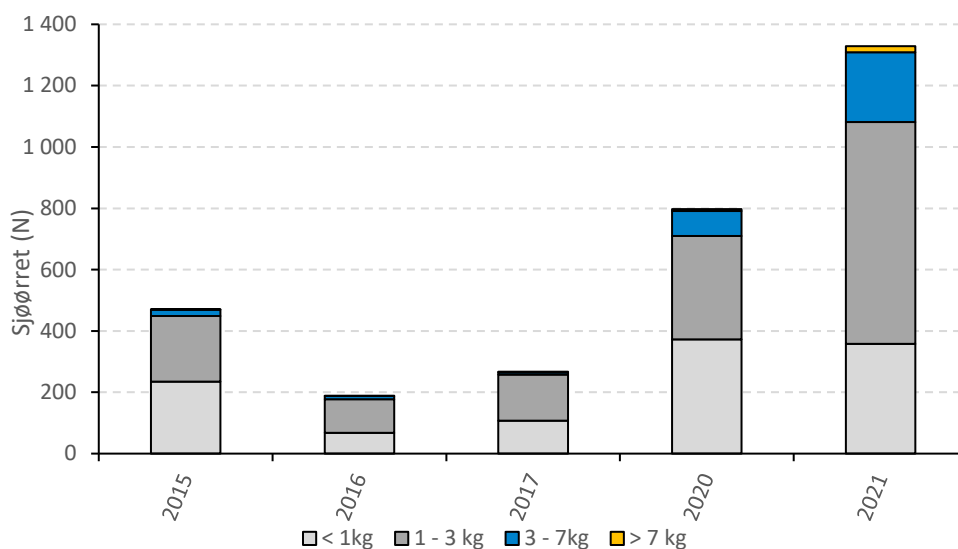
Den totale gytebiomassen av hunnlaks (målt i kg), nedenfor Bjørsetdammen, har økt i overvåkingsperioden fra 2013 til 2021. Hele den aktuelle strekningen fra Bjørsetdammen til Varghølen er ikke undersøkt hvert år, men ved å sammenligne den beregnede gytebiomassen mellom år der samme strekning er undersøkt, kan utviklingen følges. På strekningen fra Bjørsetdammen til Varghølen (62 % av elva nedenfor Bjørsetdammen) ble det beregnet en gytebiomasse på 4709 kg hunnlaks i 2021. Dette er litt høyere enn i 2020, og 2021 var dermed det året med høyest registrert gytebiomasse i overvåkingsperioden 2015-2021 på denne strekningen (**figur 5.5**).



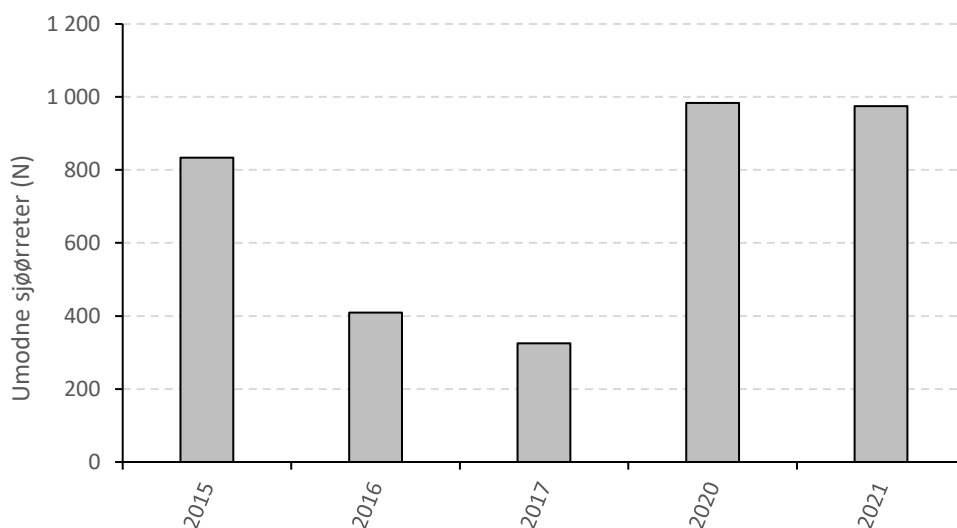
**Figur 5.5.** Beregnet gytebiomasse (kg) av hunnlaks registrert under drivtelling på strekningen fra Bjørsetdammen til Varghølen i Orkla. Figuren viser kun de årene hvor hele strekning ble undersøkt, jfr. **figur 5.1**.

## 5.2.2 Sjørret

Tidspunktet for gjennomføring av drivtellingene er primært tilpasset gytetiden for laks. Det gjør at den reelle gytebestanden av sjørret ikke registreres korrekt alle år. I de årene det er gjennomført drivtelling fra Bjørsetdammen til Varghølen, slik som i 2021, kan tidspunkt for gjennomføring av undersøkelsene ha påvirket totaltallene. Tellingene gir likevel trolig et godt bilde av utviklingen av sjørretbestanden. I 2021 ble det registrert totalt 1329 kjønnsmodne sjørreter på denne strekningen. Dette er det høyeste antallet i overvåkingsperioden (**figur 5.6**). Økningen i sjørretbestanden som er registrert fra 2015–2021 gjelder alle størrelsesklasser, også umodne sjørreter (**figur 5.7**).



**Figur 5.6.** Totalt antall kjønnsmodne sjørreter registrert under drivtelling på strekningen fra Bjørsetdammen til Varghølen i Orkla i årene 2015 til 2021. Figuren viser kun resultater for årene der hele strekningen ble undersøkt.



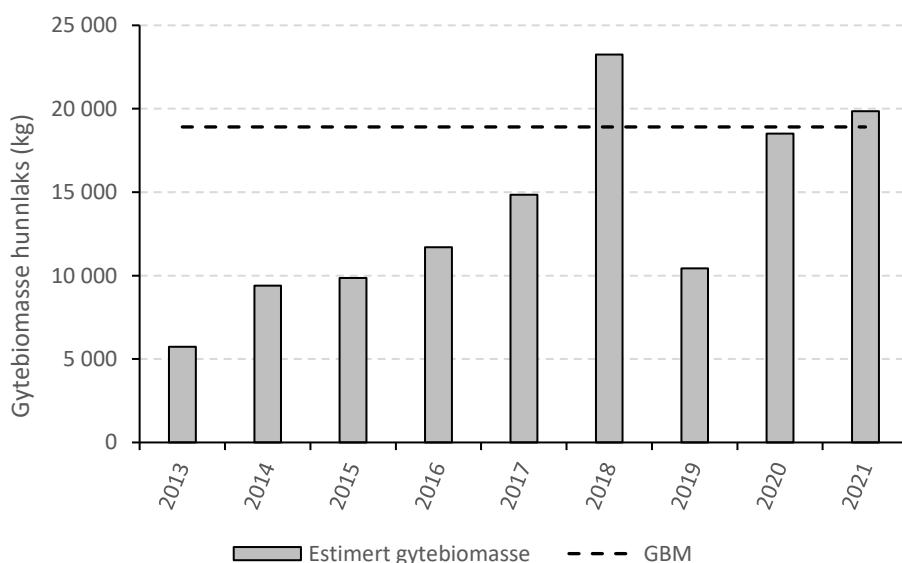
**Figur 5.7.** Totalt antall umodne (< ca. 30 cm) sjørreter registrert under drivtelling på strekningen fra Bjørsetdammen til Varghølen i Orkla i årene 2015 til 2021. Figuren viser kun resultater for årene der hele strekningen ble undersøkt.

## 5.2.3 Samlet videoanalyse og drivtelling

### 5.2.3.1 Laks

Dersom man antar en rimelig jevn fordeling av fisk mellom år kan gytebiomassen for områder som ikke ble undersøkt ved drivtelling estimeres og legges til den beregnede gytebiomassen et gitt år. Under drivtellingene i 2015 og 2016, da hele anadrom strekning nedstrøms Bjørsetdammen ble undersøkt, ble hhv. 78 % og 62,2 % av all laks registrert på strekningen Bjørsetdammen–Varghølen. Det er dermed en viss usikkerhet rundt bruk av slike estimater, men vi mener likevel det gir en god pekepinn på hva den reelle gytebestanden var i 2021.

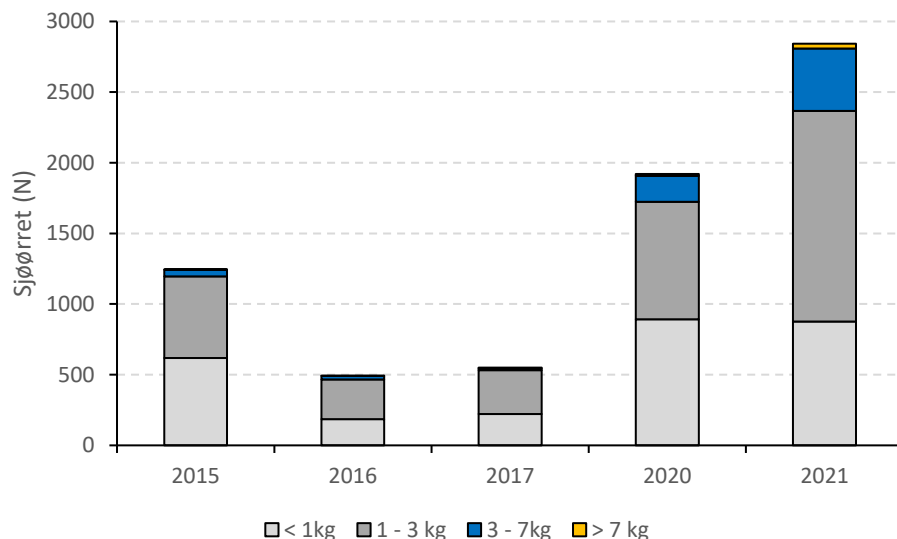
Det forholdsvis høye antallet mellom- og storlakshunner som ble registrert i 2021 bidro til at gytebiomassen i vassdraget samlet sett endte på 19 853 kg, og med et gytebestandsmål på 18 911 kg ble dermed forvaltningsmålet nådd (**figur 5.8**). Det skal her merkes at hele anadrom strekning nedstrøms Bjørsetdammen ikke er undersøkt samtlige år og at det i slike tilfeller er en viss usikkerhet rundt andelen laks på strekninger som ikke ble undersøkt.



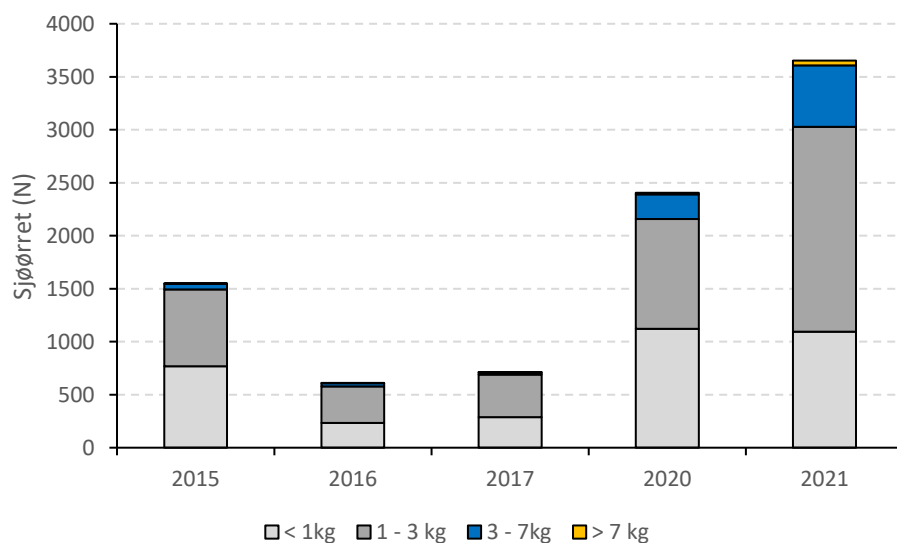
**Figur 5.8.** Beregnet gytebiomasse etter fiske for hele Orklavassdraget for årene 2013 – 2021.

### 5.2.3.2 Sjørørret

Samlet sett viser registreringene i vassdraget en betydelig økning i sjørørretbestanden i perioden 2015–2021 (**figur 5.9**). Under drivtellingene i 2015 og 2016, da hele anadrom strekning nedstrøms Bjørsetdammen ble undersøkt, ble hhv. 60,7 % og 61,9 % av de registrerte eldre sjørørretene, sett bort fra førstegangsvandrere, registrert på strekningen Bjørsetdammen–Varghølen (62 % av anadrom strekning nedstrøms Bjørsetdammen). Resultater fra disse drivtellingene viser dermed godt samsvar mellom registrert antall eldre sjørørret og svømt andel av arealet nedstrøms Bjørsetdammen. Dersom man antar lik fordeling av sjørørret i vassdraget i årene med drivtelling ned til Varghølen, var estimert antall eldre sjørørret i vassdraget i overkant 3500 i 2021 og ca. 2400 i 2020 (**figur 5.10**).



**Figur 5.9.** Totalt antall registrerte eldre sjøørret (umodne førstegangsvandrere er ikke tatt med) forbi Bjørsetdammen, samt på strekningen Bjørsetdammen–Varghølen i årene 2015–2021. Figuren viser kun resultater for årene der hele strekningen ble undersøkt.



**Figur 5.10.** Estimert bestand av eldre sjøørret (umodne førstegangsvandrere er ikke tatt med) i Orklavassdraget i årene 2015–2021. I årene 2015 og 2016 ble hele vassdraget undersøkt mens resultater for 2017–2021 inneholder estimater. Figuren viser kun resultater for årene der hele strekningen ble undersøkt.

### 5.3 Diskusjon

I 2021 var det tilfredsstillende sikt for å gjennomføre drivtelling på strekningen fra Bjørsetdammen til Varghølen. Nedenfor Varghølen var sikten i vannet for dårlig til at denne typen undersøkelser kunne gjennomføres med tilstrekkelig god kvalitet.

Det ble registrert 1423 laks på denne strekningen, noe som er ca. 400 individer færre enn i 2020. Nedgangen i antall laks registrert under drivtellingen er dermed noe større sammenlignet med det som ble registrert på videlokaliteten på Bjørsetdammen i 2021.

Størrelsesfordelingen hos laks registrert under drivtellingen i 2021 viser at andelen smålaks har gått noe ned, samtidig som det ble registrert en økning i andel mellom- og storlaks. Andelen små-, mellom- og storlaks registrert på drivtelling stemmer godt overens med det som ble registrert på Bjørsetdammen. Antallet mellomlaks registrert under drivtellingen i 2021 er noe større enn det som ble registrert i 2020, mens antallet storlaks er noe lavere.

Selv om det totale antallet laks registrert under drivtellingen i 2021 var noe lavere enn i 2020, var gytebiomassen i 2021 den største som er registrert på strekningen Bjørsetdammen - Varghølen. Dette skyldes den høye andelen mellom- og storlaks, som begge var størrelseskategorier av laks dominert av hunnfisk. Estimert gytebestand for hele vassdraget var i 2021 19 853 kg og gytebestandsmålet ble dermed nådd med en måloppnåelse på ca. 105 %. Beregnet gytebiomasse, etter at fangst ble trukket fra, for områdene oppstrøms Bjørsetdammen utgjorde i 2021 om lag 12150 kg, som er ca. 61 % av total gytebiomasse.

Registreringene av sjørret under drivtellingen i 2021 viser at sjørretbestanden i vassdraget er i vekst, noe som samsvarer godt med resultatene fra videundersøkelsene gjennomført på Bjørsetdammen. Økningen gjelder spesielt større sjørret i størrelsesklasser med kjønnsmodne individer større enn én kg. Antall registrerte eldre sjørret mindre enn én kg var forholdsvis lik under drivtellingene i 2020 og 2021, men utviklingen de siste 5/6 årene samlet sett peker likevel på at bestanden er i vekst. Antallet registrerte umodne sjørret var betydelig større på strekningene nedenfor Bjørsetdammen enn det som passerte selve dammen, noe som for øvrig var som forventet.

Rettighetshaverne i vassdraget har innført en totalfredning av både sjørret og stasjonær ørret, og antall avlivet ørret gjennom sportsfiske må derfor antas å være lavt i hele vassdraget. Tatt i betraktning at sjørret gjerne foretar flere sjøvandringar enn laks, og dermed er mer utsatt for beskatning/dødelighet knyttet opp mot sjøoppholdet, tar det lengre tid å bygge opp en sjørretbestand enn en laksebestand. Forvaltningsregimet i vassdraget de siste årene, med strenge kvoter og høy grad av fang og slipp, ser ut til å bidra positivt i den tidkrevende gjenoppbyggingen av sjørretbestanden.

Innføringen av hunnfiskfredning for laks, samt strengere kvoter, har ført til at en betydelig lavere andel av totalinnsiget av laks tas ut gjennom sportsfiske de siste årene. For å sikre at den positive utviklingen, i form av økt innsig/økt gytebiomasse, fortsetter vil det være viktig at den totale beskatningsraten i vassdraget holdes på et lavt nivå inntil bestanden har bygget seg ytterligere opp. De betydelig større gytebestandene de siste årene vil først kunne gi større utvandring av smolt fra og med 2021 med påfølgende stort innsig av smålaks i 2022, mellomlaks i 2023 og storlaks i 2024. Man bør derfor avvente vurdering rundt endring/øking av kvoter for fangst av laks i vassdraget til etter fiskesesongen 2024.

## 6 Rapportering av fangst og beskatningsrater

### 6.1 Metode

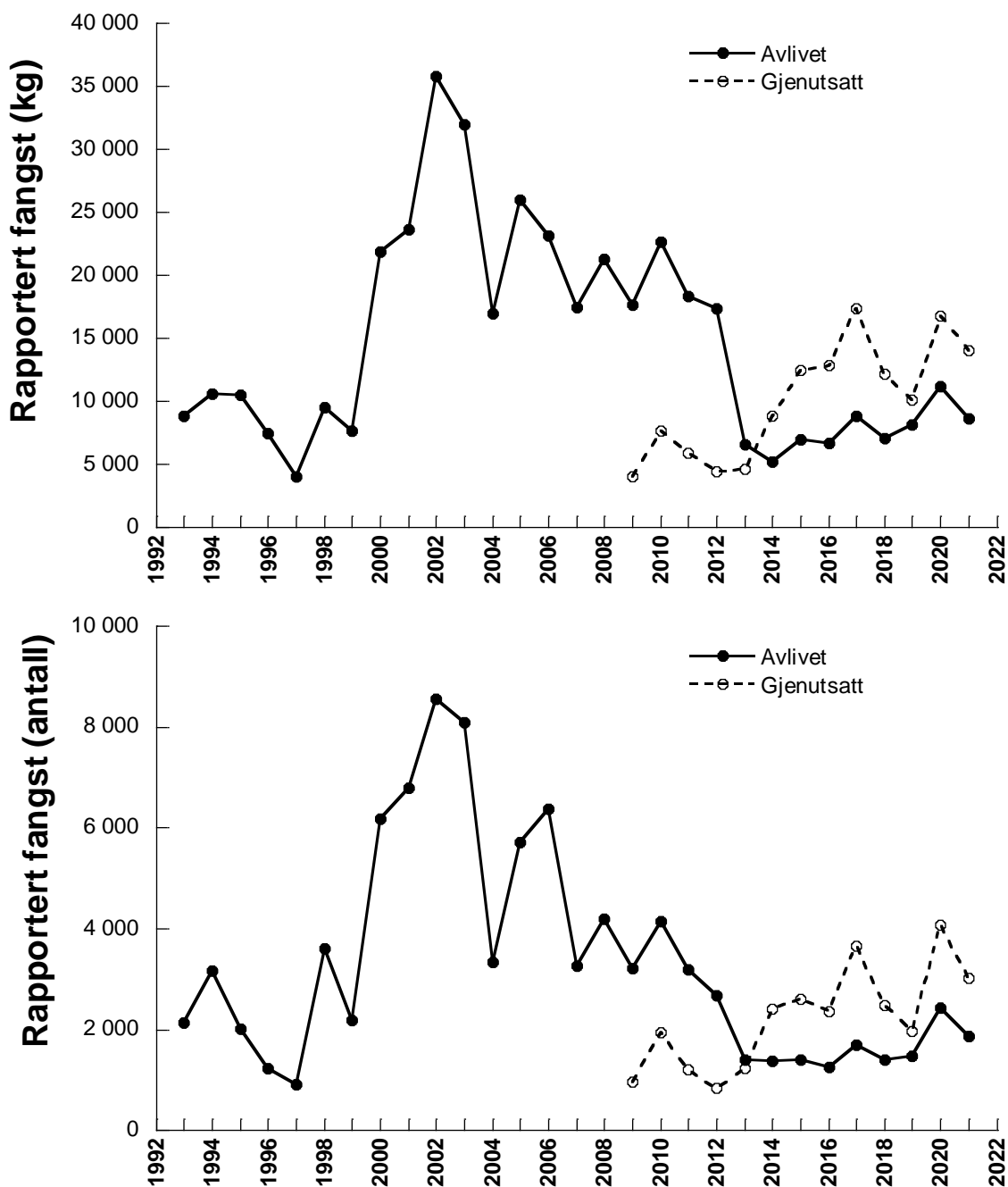
Vurderingen av beskatningsforhold og bestandsstatus for laks og sjørøret i denne rapporten er primært basert på vurderingene til Vitenskapelig råd for lakseforvaltning (VRL) slik de er presentert i VRL årsrapport nr. 16 2021 og nr. 17 2022 (VRL 2021, 2022) og VRL Temarapport nr. 9 2022 (VRL 2022b). I tillegg henvises til VRL sine årlige vurderinger av laksebestanden i Orkla i innsynsordningen [Hjem - Vurdering av enkeltbestander \(vitenskapsradet.no\)](https://www.vitenskapsradet.no). Vi har også gjort noen nye analyser basert på videoregistreringer av oppvandrende fisk ved Bjørsetdammen (**kapittel 3**) og gytefisketellingene nedstrøms Bjørsetdammen (**kapittel 5**).

### 6.2 Resultater

#### 6.2.1 Fangst

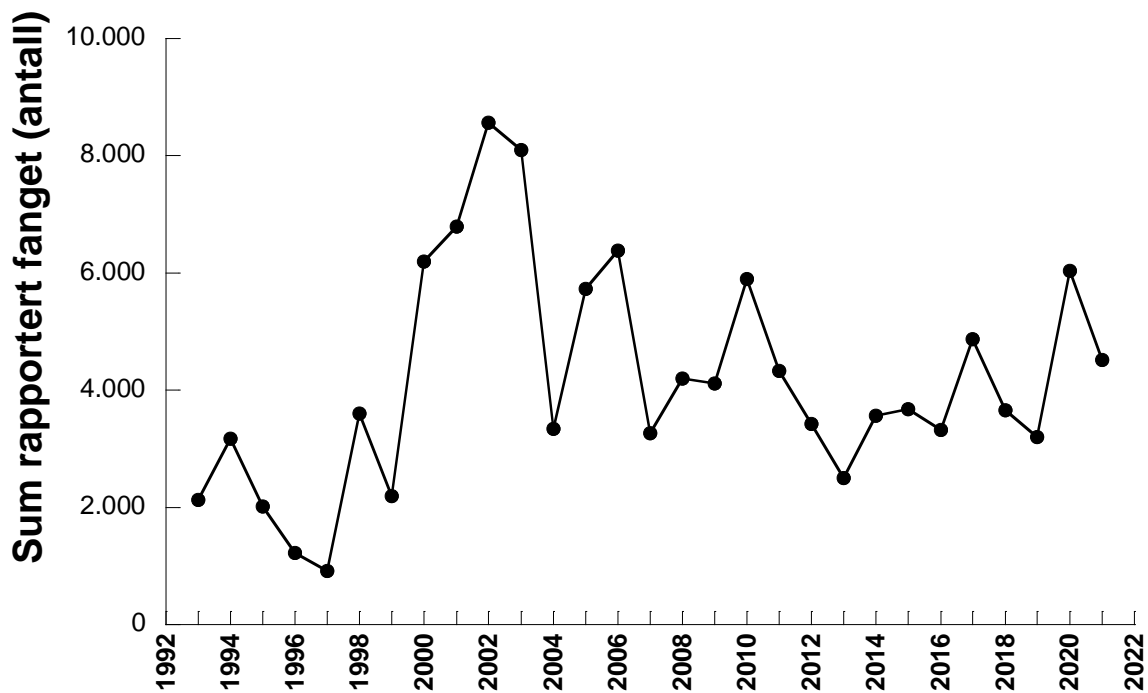
Fangstene av laks og sjørøret er hentet fra [fangstrapp.no](https://fangstrapp.no) for perioden 1993 til og med 2021, der det fra 2009 er skilt mellom avlivet og gjenutsatt fisk. Sjørørret i Orkla ble fredet fra 2009, og har også vært fredet om våren i Trondheimsfjorden i flere år. Fordi gjenutsatt fisk kan bli fanget flere ganger presenteres i utgangspunktet avlivet og gjenutsatt fisk hver for seg. Imidlertid finnes det noe kunnskap om hvor stor andel av gjenutsatt fisk som blir fanget på nytt, og gjenfangst-sannsynligheten er avhengig av fisketrykket (Thorstad mfl. 2020). I samsvar med metoden benyttet av Vitenskapelig råd for lakseforvaltning (VRL 2020) ble antallet gjenutsatt fisk som fanges på nytt beregnet som  $0,2 \cdot \text{fangstandelen}$  (andelen av fisken som har vært på krok og enten avlivet eller gjenutsatt). Fangstandelen blir beregnet i VRL sine simuleringer og er hentet derfra. En slik beregning tilsa at i gjennomsnitt så ble ca. 10 % (variasjon mellom år fra 4,9 til 13,5 %) av den gjenutsatte fisken fanget på nytt, og disse fiskene ble trukket fra antall rapporterte fisk gjenutsatt, år for år. På denne måten kunne vi lage et estimat for samlet fangst (avlivet og gjenutsatt) av laks.

I starten av perioden var fangstene lave, særlig i 1996 og 1997 som var de to dårligste fangst-årene målt i antall laks (**figur 6.1**). Dette var også to år med lavt innsig, vurdert ut fra oppvandringen forbi Bjørsetdammen (Hvidsten mfl. 2004). Deretter økte laksefangstene til en topp på nesten 36 tonn (ca. 8500 fisk) i 2002. Noe av denne økningen kan trolig tilskrives bedre rapportering, men vi har ikke data fra Orkla som kan støtte en slik antagelse. Fangstene var høye også i 2003 for deretter å avta til et nivå på rundt 20 tonn, for på nytt å avta markant fra 2012 til 2013, særlig på vektbasis. Denne reduksjonen har blitt knyttet til sterkt smittepress fra lakselus utenfor Trondheimsfjorden i 2011 og 2012 (Svåsand mfl. 2017), som ga sterk reduksjon i innsig av mellom- og storlaks til flere av elvene i fjorden i 2013 og 2014 (Anonym 2015). Etter 2014 har fangstene økt noe igjen, og det rapporteres flere gjenutsatte enn avlivede laks. I 2020 og 2021 ble ca. 60 % av laksen rapportert gjenutsatt (på vektbasis). Utviklingen over tid er lignende om vi ser på summen av avlivet og gjenutsatt laks (korrigert for at noe av den gjenutsatte fisken fanges på nytt, **figur 6.2**). Oppleieordningen der sjølaksefiskerne avstod fra å fiske mot en avtalt økonomisk kompensasjon som var operativt fra 2005 til 2009 påvirker også fangstene i Orkla, fordi avtalen bidro til større oppvandring av laks til elvene i Trondheimsfjorden (Fiske mfl. 2012). Fra 2008 ble også fisketiden i sjølaksefisket i fjorden innskrenket, og dette bidro spesielt til større oppvandring av tidligvandrende og stor laks fra 2009 og utover. Langtidsutviklingen i fangst i Orkla er også nært knyttet til variasjon i innsig av laks til Trondheimsfjorden. Innsiget ble beregnet ved merking (på Agdenes merkestasjon) og gjenfangst (i sjøen og elvene) metodikk for årene 1997 til 2021 (med unntak av i 2004 og 2005). Samlede fangster i Orkla (korrigert sum av avlivet og gjenutsatt laks) var sterkt korrelert med estimatene av innsig til Trondheimsfjorden ( $R^2=0,71$ , **figur 6.3**). Estimaten viste spesielt lavt innsig i 1997 (de laveste i tidsserien) fulgt av en økning til maksimum i 2006, og noe lavere innsig igjen i årene etter (Fiske mfl. 2012, Berntsen mfl. 2021) med 2013 som nest laveste og 2007 som tredje laveste i tidsserien. Spesielt i 1997 men også i 2013 var fangstene dårlige i Orkla (se **figur 6.2**), mens fangstene ikke var spesielt dårlige i 2007 til tross for et relativt lavt innsig av laks til Trondheimsfjorden.

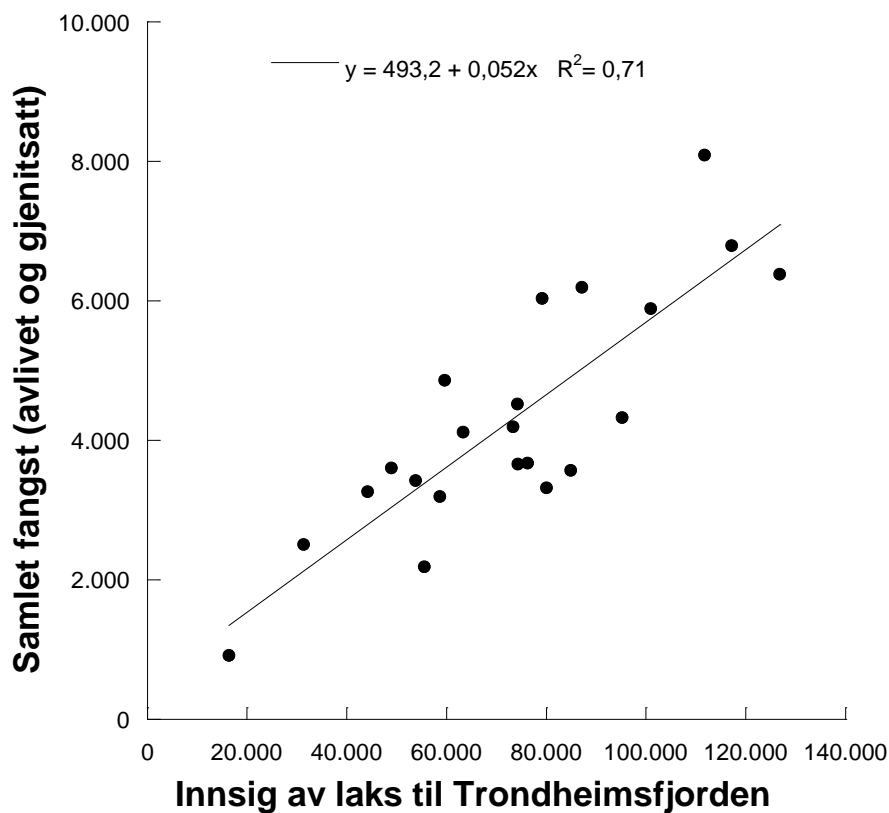


**Figur 6.1.** Rapporterte fangster (i vekt øverst og antall nederst) av laks i Orkla i perioden 1993 til 2021. Fra 2009 ble det innført rapporteringsplikt for gjenutsatt fisk. Vekten av disse er estimert av fiskerne.



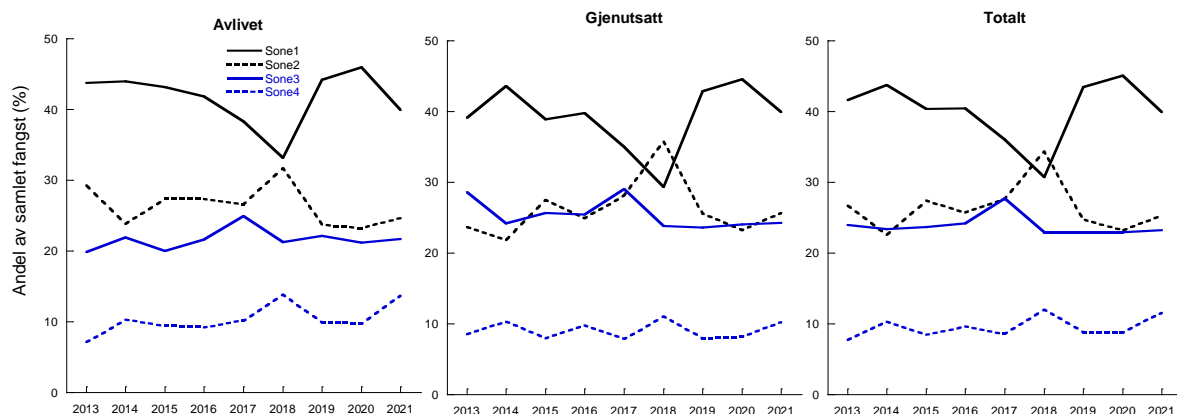


**Figur 6.2.** Samlet fangst (sum av rapportert antall avlivet og gjenutsatt) av laks i Orkla i perioden 1993 til 2021. Fra 2009 inngår estimater av antallet unike fisk rapportert gjenutsatt (korrigert for at noen av de gjenutsatte fiskene blir fanget på nytt).



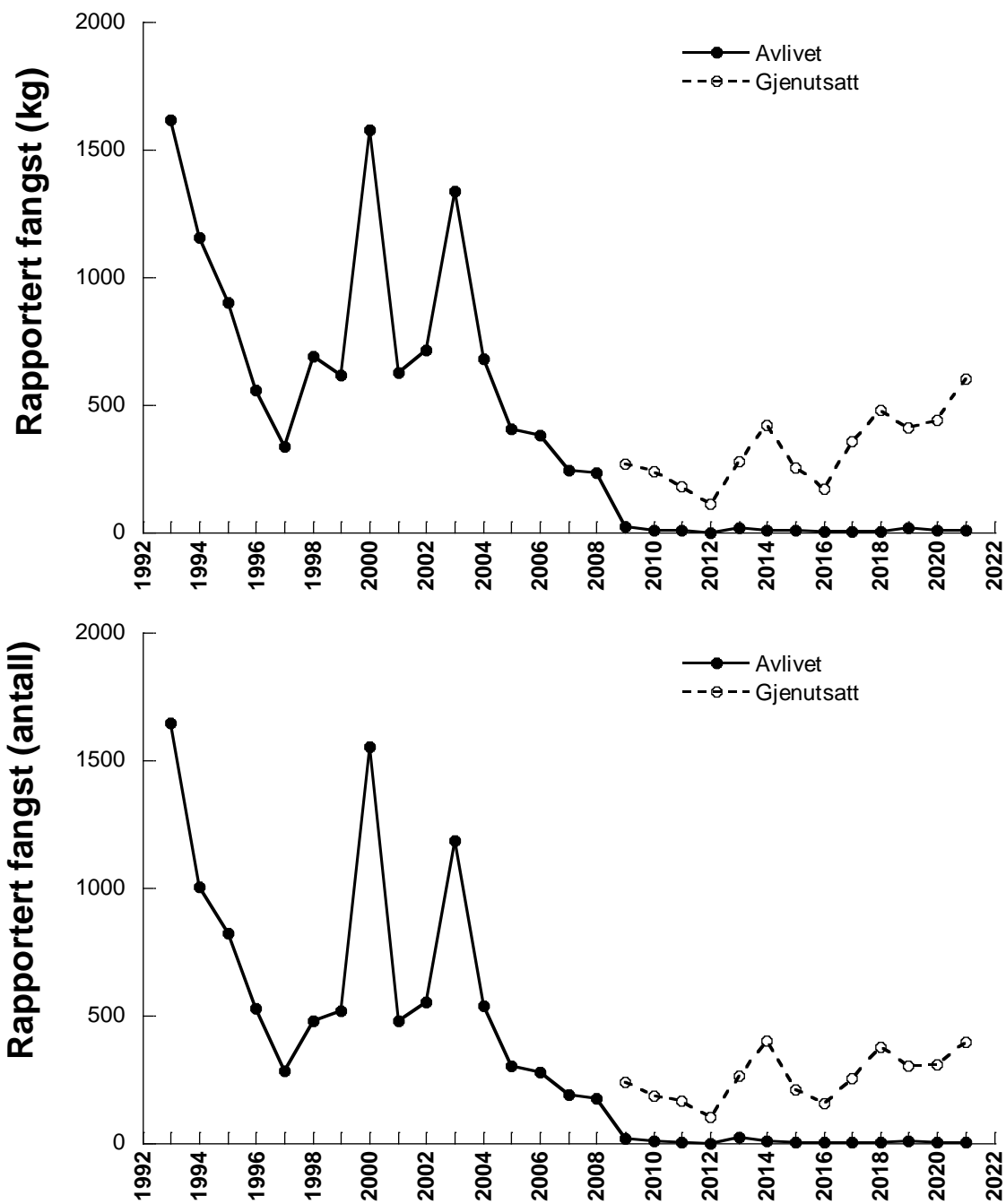
**Figur 6.3.** Estimert samlet fangst (sum av rapportert antall avlivet og gjenutsatt) av laks i Orkla i perioden 1997 til 2021 (med unntak av 2004 og 2005) plottet mot estimert innsig (ved merking og gjenfangst) av laks til Trondheimsfjorden de samme åra (tall fra Berntsen mfl. 2021).

Orkla er delt i fire soner når det gjelder rapportering av fangst. Sone 1 er fra sjøen og opp til utløpet fra Svorkmo kraftverk og har ikke fraført vann og reguleringseffektene er minst i denne sonen. Sone 2 går fra utløpet av Svorkmo kraftverk til inntaket i Bjørsetdammen, hvor vann er fraført og det er en minstevannføring på 20 m<sup>3</sup>/s om sommeren. Med unntak helt øverst ved Stoin er det her reguleringseffektene på vannføring er størst. Sone 3 går fra Bjørsetdammen til utløp Grana kraftverk og har ikke fraført vann. Sone 4 går fra utløp Grana kraftverk og opp til naturlig vandringsstopp ved Stoin. I øvre del av denne sonen har Brattset kraftverk utløp, og oppstrøms utløpet og opp til Stoin er vann fraført, og det er en minstevannføring på 2 m<sup>3</sup>/s. Nedstrøms kraftverksutløpet til Brattset kraftverk er det et minstevannføringskrav på 10 m<sup>3</sup>/s om sommeren. Basert på årene fra 2013 til og med 2021 er det generelle mønsteret at fangstene av laks er størst i sone 1 (i overkant av 40 % av totalfangsten, på antallsbasis), fulgt av sone 2, deretter sone 3, og lavest (rundt 10 %) i sone 4 (**figur 6.4**). Fordi Orkla har gode fiskeplasser fordelt utover det meste av elvestrekningen er et slikt mønster å forvente. 2018 avviker en del fra dette generelle mønsteret med høyere fangster i sone 2 enn sone 1. I kontrast til de andre årene var det få dager med drift på Svorkmo kraftverk i fiskesesongen 2018 (Solem mfl. 2020). Kraftverket var stengt i 64 av 92 dager i løpet av fiskesesongen 2018, mens i de andre sesongene i perioden 2013 til 2021 var drift i de fleste dagene (nest flest stengte dager var 19 dager i 2019). Dette antyder at utløpet fra Svorkmo kraftverk fortsatt gir noe forsinkelse av oppvandringen inn i minstevannføringsløpet (Hvidsten mfl. 2004), slik det ble dokumentert i telemetriundersøkelser i 2002 (Thorstad mfl. 2003), og at fisken lettere vandrer inn i minstevannføringsløpet når kraftverket ikke er i drift. Når kraftverket står blir de relative fangstene høyere i sone 2 oppstrøms oppløpet og lavere i sone 1, nedstrøms utløpet.



**Figur 6.4.** Andel av fangstene av laks rapportert i de fire sonene som Orkla er inndelt i fangstmessig (sone 1 nederst og 4 øverst, se teksten for grenser) for årene 2013 til 2021, gitt for avlivet fisk, gjenutsatt fisk og summen (totalt) av avlivet og gjenutsatt (ikke korrigert for gjenfangst). Sone 1 vises som svart heltrukket linje, sone 2 som svart stiple linje, sone 3 som blå heltrukket linje og sone 4 som blå stiple linje.

Fram til 2004 var det stor variasjon i rapporterte fangster av sjørret (**figur 6.5**), med tre toppe på over ett tonn (1000 fisk) i 1983 (1,6 tonn), 2000 og 2003, og et minimum på i overkant av 300 kg i 1997, som også var et dårlig år for laksefangster. Deretter avtok de rapporterte fangstene av sjørret til 236 kg (179 fisk) i 2008, og sjørreten ble fredet fra 2009. Det framgår av fangstkurvene at sjørreten som rapporteres fra Orkla er små, med en gjennomsnittsvekt på rundt 1 kg i de fleste år. Det er en svakt positiv trend i rapporterte gjenutsatt sjørret i de senere år. I et vassdrag der laks er så sterkt dominerende, både i oppvandringen og fangstene, er det sannsynlig at rapporteringen av sjørret generelt kan ha hatt mangler, og større mangler enn for laks. For laks er det for mange av vassdragene i Norge dokumentert en bedring i rapporteringsandelene etter at forvaltning etter gytebestandsmål ble innført fra 2009 (Forseth mfl. 2013).



**Figur 6.5.** Rapporterte fangster (i vekt øverst og antall nederst) av sjøørret i Orkla i perioden 1993 til 2021. Fra 2009 ble det innført rapporteringsplikt for gjenutsatt fisk. Vekten av disse er estimert av fiskerne. Samme år (2009) ble sjøørreten fredet og de få avlivede fiskene (årlig maksimum på 25 fisk) antas å ha vært for skadet til å kunne gjenutsettes.

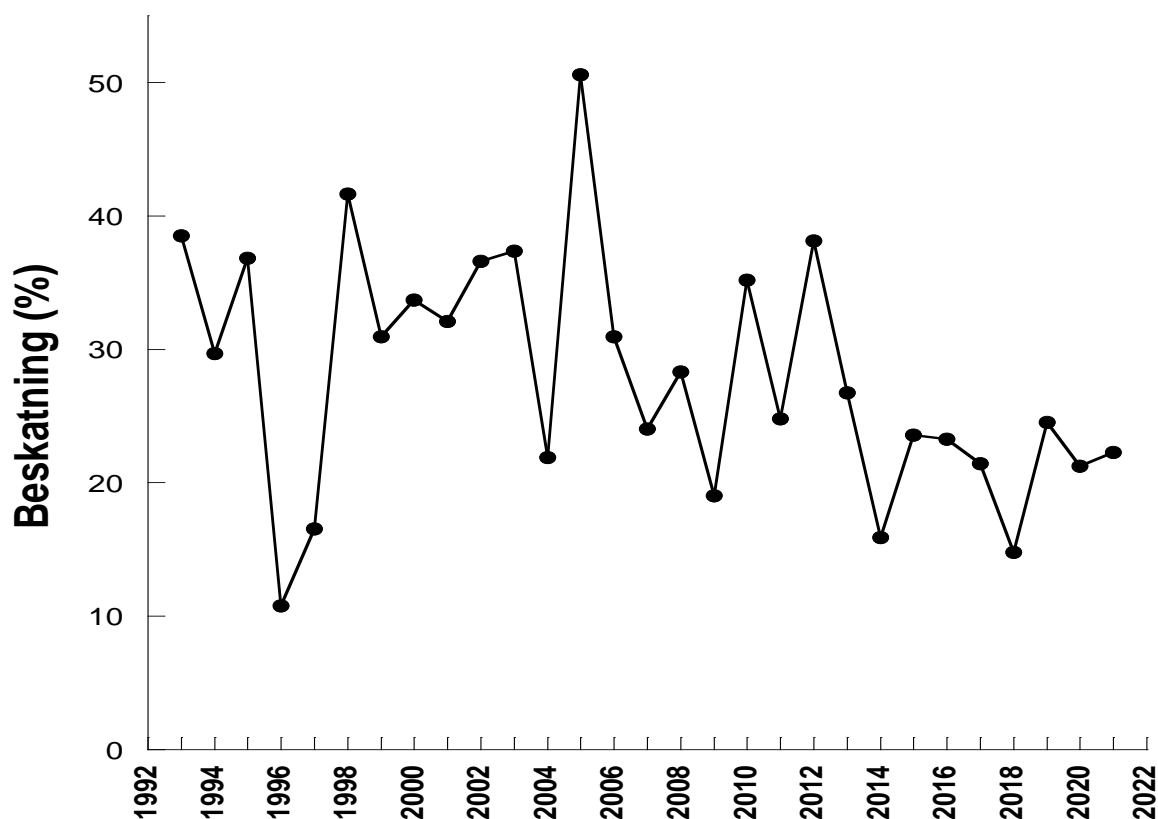
## 6.2.2 Beskatning

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning (VRL) har vurdert beskatning og oppnåelse av gytebestandsmål for laks i Orkla fra 1993 til 2021. Den første vurderingen ble gjort i 2009, og da ble beskatningen vurdert tilbake til 1993. VRL har basert seg på en rekke kunnskapskilder for å sette beskatningsnivå (minimum-, modal- og maksimumsverdier) i de ulike årene (**tabell 6.1**). I alle år fra 2009 har VRL i tillegg mottatt lokalkunnskap om fiskeforhold og generelle betraktninger om fiskeinnsats. I år uten annen informasjon har denne kunnskapen blir brukt til å fastsette et standard beskatningsnivå (se tabell 5.1 i VRL 2021). I de fleste årene fram til 2011 ga en logi-teller kunnskap om antall fisk som passerte Bjørsetdammen og beskatningen oppstrøms telleren (Hvidsten mfl. 2004). En Logi-teller registrer endringer i et elektrisk felt når fisk passerer, kan skille mellom fisk som passerte på vei opp- eller ned, men kan ikke skille mellom laks og sjørret eller gi sikre estimater av størrelsen på fisken. Det ble antatt at sjørret utgjorde en liten del av oppvandringen i perioden med bare logi-telling (Hvidsten mfl. 2004, 2012), noe som gjorde at mangelen på artsidentifikasjon ikke var så problematisk. Fordi logi-telleren ikke ga fiskens størrelse, ble beskatningen for de tre størrelsesgruppene smålaks (<3 kg), mellomlaks (3-7 kg) og storlaks (>7 kg) fram til andre metoder kom på plass fra 2013 satt ut fra et generelt mønster der beskatningen er størst for smålaks, fulgt av mellomlaks og storlaks (se tabell 5.1 i VRL 2021). Nivåene ble justert slik at samlet beskatning for all laks stemte med estimatene fra tellingene. Denne prosedyren gjør at det gir lite mening å framstille beskatning for hver av størrelsesgruppene for årene før 2013. Fra 2013 gir både videotellinger og gytetelling kunnskap om fiskenes størrelse og sikrere estimater av beskatning for de tre størrelsesgruppene.

**Tabell 6.1.** Oversikt over datagrunnlag brukt av Vitenskapelig råd for lakseforvaltning for å beregne beskatning og fangstandeler i Orkla for årene 1993 til 2021. Logitelleren registrerte opp og nedvandrende fisk gjennom luke 1 og 2 i Bjørsedammen, og ble i perioder kontrollert med video montert på brua (Hvidsten mfl. 2004). Videotellingene (se **kapittel 3**) dekket luke 1 og identifiserte både art og størrelsesgruppe. Gytefisktellingene var basert på drivtellingene på ulike strekninger (mellom år) på strekningen fra Bjørsedammen og ned (se **kapittel 5**). Orkla fellesforvaltning etablerte i 2009 en tidsserie med gytegroptellingene på referansestrekninger, først fra helikopter og fra 2018 ved hjelp av drone. Variasjon i antall gytegroper mellom år kan gi en indikasjon på gytebestandens størrelse etter fangst. I tre år ble radiomerket fisk fra Agdenes merkestasjon registrert på oppvandring i Orkla og rapporterte fangster ga estimer av beskatning som ble brukt som støtte for fastsettelse av beskatning. På samme måte ga gjenfangst av radiomerket laks i tre fang og slipp forsøk noe informasjon om beskatning. Gjenfangst av merket laks fra Agdenes merkestasjon i elvene i Trondheimsfjorden ga også noe informasjon om beskatningsforhold i Trondheimsfjordelvene. Hvordan de ulike datakildene ble vurdert og brukt i de enkelte år er beskrevet i vitenskapsrådets innsynsløsning [Hjem - Vurdering av enkeltbestander \(vitenskapsradet.no\)](https://www.vitenskapsradet.no).

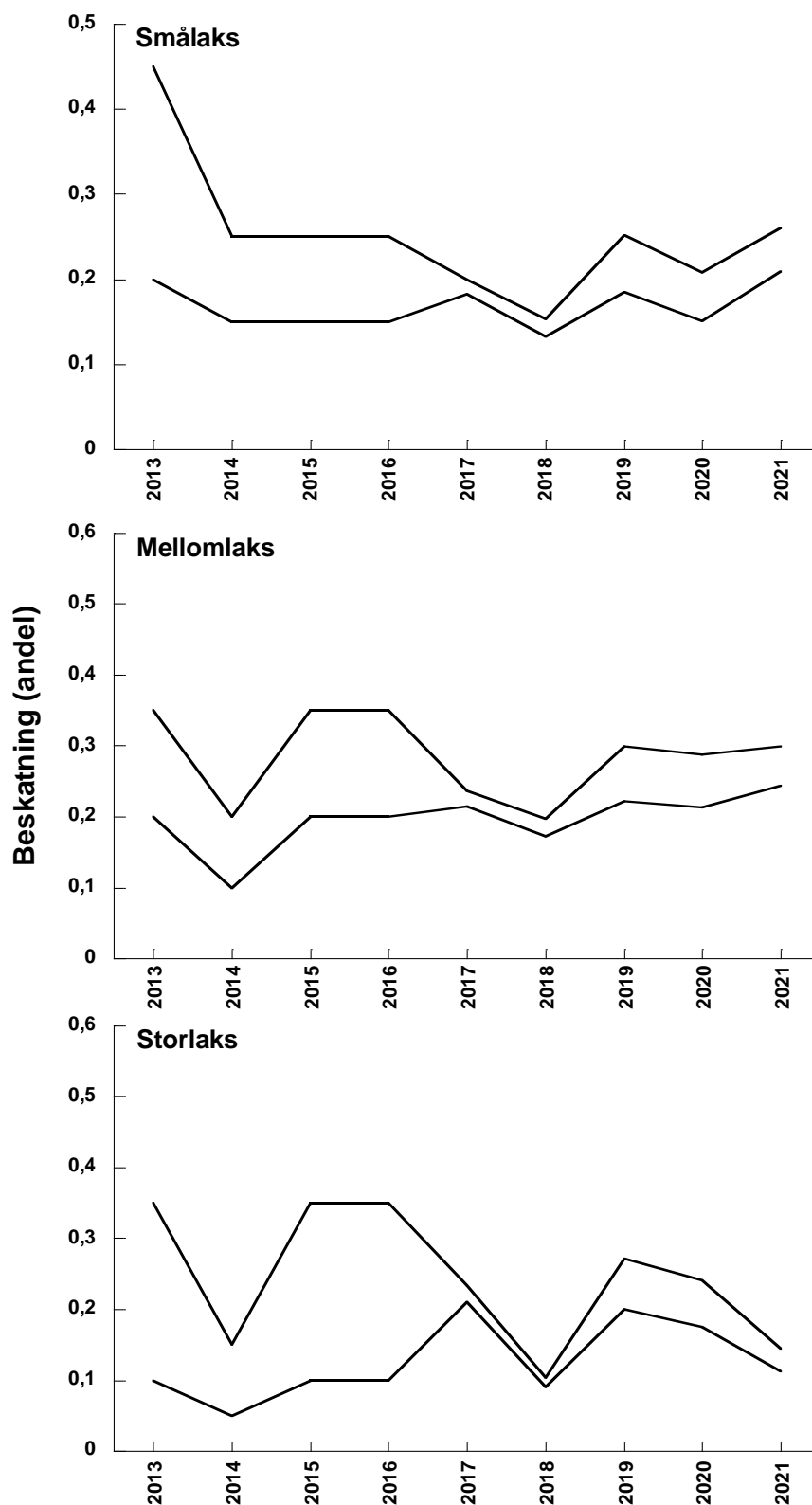
	Logiteller Bjørset	Video Bjør- set	Gytefisk-tel- linger	Gytegropp-tel- linger	Radiomerket fisk	Fang og slipp forsøk	Gjenfangst Agdenes
1993							
1994	x						
1995							
1996	x						
1997	x						
1998	x						
1999	x						
2000	x						
2001	x						
2002	x						
2003	x						
2004	x						
2005	x						
2006	x						x
2007	x						x
2008	x						x
2009	x			x			x
2010	x			x			x
2011	x			x			x
2012				x	X	x	x
2013		x		x	X	x	x
2014		x	x	x	X	x	x
2015	(x)	x	x	x			x
2016		(x)	x	x			
2017		x	x	x			
2018		x	x	x			
2019		x	x	x			
2020		x	x	x			
2021		x	x	x			

Samlet beskatning av laks (alle størrelsesgrupper) har variert mye mellom år i Orkla (**figur 6.6**), med spesielt lav beskatning i 1996 og 1997, på henholdsvis 11 og 16 %, og høyest (51 %) i 2005. Til tross for de lave estimatene for 1996 og 1997, som kan knyttes til svært lave innsig og små fangster, så er det en signifikant negativ tidstrend for beskatning (stigningstall  $-0,41$ ,  $p < 0,05$ ). Tidlig i tidsseriene lå beskatningen rundt 30-40 % mens etter 2013 har beskatningen variert rundt 15-25 %. Den viktigste årsaken til redusert beskatning i senere år er økt gjenutsetting, og fangstandelen (som både inkluderer avlivet og gjenutsatt fisk) har holdt seg relativt høy. Den lokale forvaltningen i Orkla har valgt å prioritere å opprettholde tre måneders fisketid, og heller begrenset beskatningen gjennom strenge døgn- og sesongkvoter per fisker.



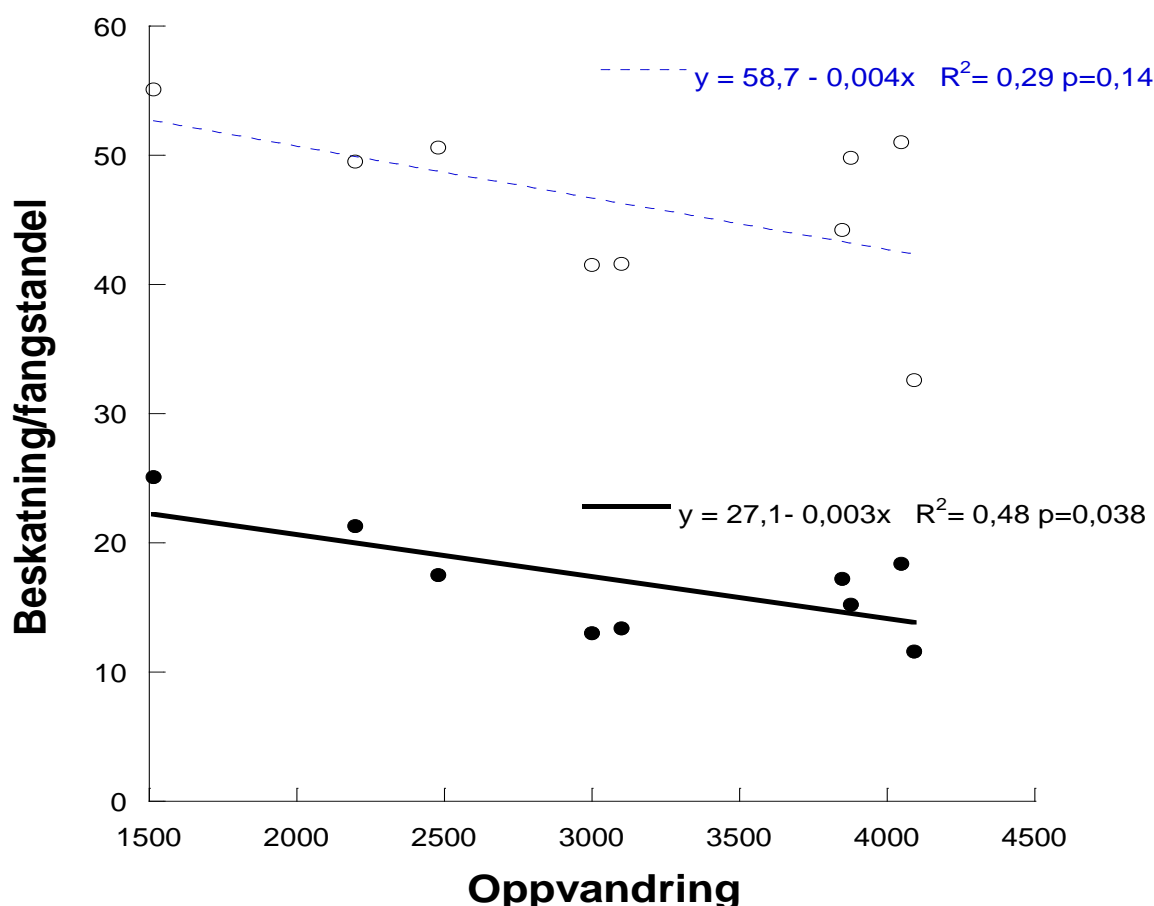
**Figur 6.6.** Samlet beskatning av laks (alle størrelsesgrupper) i Orkla beregnet av VRL for årene 1993 til 2021. Beskatning beregnes fra avlivet laks, og fra 2009 har det blitt rapportert gjenutsatt fisk.

Fra 2013, når det er datagrunnlag for beregning av beskatning av ulike størrelsesgrupper, har endringene vært relativt små, med noe redusert beskatning av smålaks og ingen tidstrender for mellomlaks og storlaks, men generelt lave nivåer (**figur 6.7**).



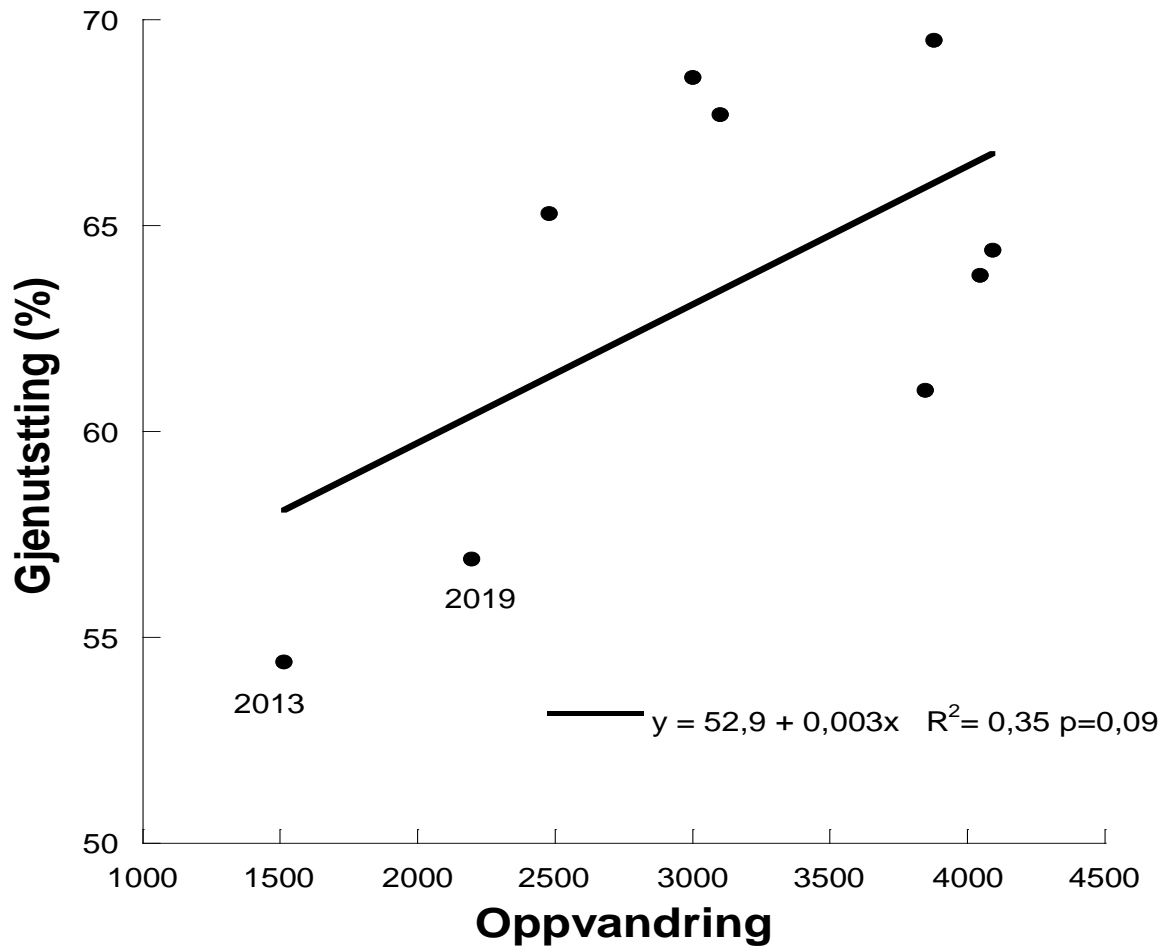
**Figur 6.7.** Minimum og maksimum beskatning (andel) for små, mellom- og storlaks i Orkla slik den har blitt estimert av VRL for årene 2013 til 2021.

Det har tidligere blitt vist (for årene fram til 2002) at det var en nær sammenheng mellom oppvandring forbi Bjørsetdammen og fangst oppstrøms (jo større oppvandring jo større fangst), men også at beskatningen er lavere med små bestandsstørrelser enn ved store (Hvidsten mfl. 2004). Den siste sammenhengen var imidlertid basert på få år, og analyser for årene 2013 til 2017 (Lamberg mfl. 2018), viste en negativ sammenheng mellom beskatning og oppvandring. Denne negative sammenhengen var sterkt påvirket av registreringene i 2013 med lavt innsig og relativt høy beskatning. En analyse basert på alle årene fra 2013 til 2021 viste imidlertid også en signifikant negativ sammenheng mellom oppvandring forbi Bjørsetdammen og beskatning (**figur 6.8**), og en lignende men ikke signifikant sammenheng for fangsandel (avlivet og gjenutsatt). En mulig forklaring er at fisketrykket opprettholdes i år med lite innsig slik at beskatningsandelen blir høyere ved små enn store bestandsstørrelser. Vi fant imidlertid også en positiv sammenheng mellom oppvandringen og andelen laks som ble gjenutsatt (**figur 6.9**), som innebærer at en lavere andel fisk ble gjenutsatt når det var liten oppvandring. Sammenhengen var ikke signifikant ( $p=0,09$ ), men de to årene med minst fisk forbi Bjørsetdammen (2013 og 2019) hadde klart lavest gjenutsettingsandel. Det kan spekuleres om fiskerne sikrer seg matfisk når fisket ellers er dårlig. Ser vi på antall laks av de tre størrelsesgruppene (små- mellom- og storlaks) som passerte Bjørsetdammen for seg, fant vi at det bare var for storlaks at det var signifikante negative sammenhenger mellom oppvandring og beskatning ( $p=0,019$ ) og fangstandel ( $p=0,002$ ). Disse sammenhengene for storlaks var like sterke selv om det avvikende året 2013 (som hadde liten oppvandring og svært høy beregnet beskatning/fangstandel for storlaks) ble tatt ut. Det kan derfor se ut som at i år med fåtallig oppvandring opprettholdes fisketrykket og gjenutsettingen av den største fisken blir mindre slik at beskatningsandelen blir høyere enn i år med tallrik oppvandring.



**Figur 6.8.** Sammenhenger mellom innsiget av laks forbi Bjørsetdammen (fra videotellingene) og beskatning (svarte punkter) og fangstandel (hvite punkter) oppstrøms dammen for årene 2013 til 2021. Linjene er lineære regresjoner.





**Figur 6.9.** Sammenheng mellom innsig av laks forbi Bjørsetdammen (fra videtellingene) og andelen gjenutsatt fisk i fisket oppstrøms dammen.

Fordi sjørret har vært fredet siden 2009 har beskatningen vært minimal. Det mangler kunnskap om beskatning av sjørret i årene før 2009, utover fangstrapporteringen. De rapporterte fangstene av sjørret fra sjølaksefiske i Trondheimsfjorden har vært lave (mindre enn 200 kg årlig) og det er nå gjenutsettingspålegg for sjørret i sjølaksefisket.

### 6.2.3 Bestandsstatus

Bestandsstatus for laks har blitt vurdert årlig ut fra oppnåelse av gytebestandsmål og etter kvalitetsnorm for villaks for periodene 2010-2014 og 2015-2019 (Anonym 2016, 2021). I kvalitetsnormen vurderes oppnåelse av gytebestandsmål, om det høstbare overskuddet er som forventet og om laksebestanden er påvirket av innkryssing av rømt oppdrettslaks (**figur 6.10**). I Orkla er gytebestandsmålet beregnet til å være 18911 kg (14183 kg-23639 kg) hunnfisk (Hindar mfl. 2007).

Naturlig store bestander (Gytebestandsmål > 250 hunner):

Høstingsnivå i % av normalt		Oppnåelse av gytebestandsmål i %				
		Svært dårlig	Dårlig	Moderat	God	Svært god
		< 50	50-69	70-79	80-90	> 90
Normalt	> 90					
Redusert	80-89					
Lavt	60-79					
Svært lavt	< 60					

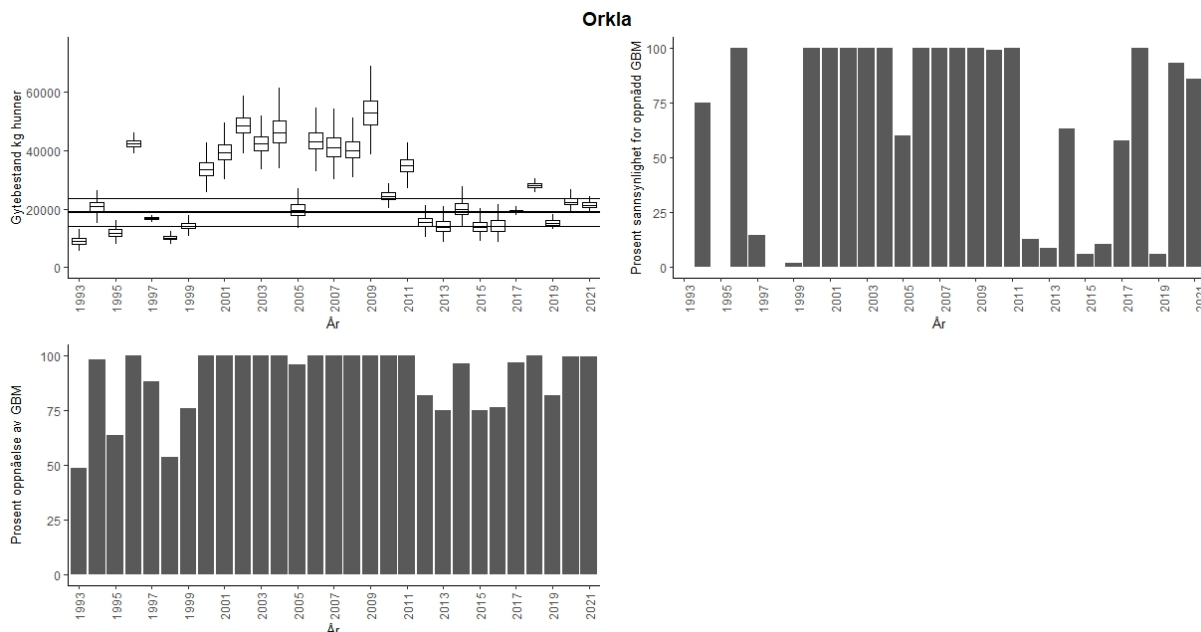
Grad av genetisk påvirkning fra rømt oppdrettslaks (målt med genetiske markører):

Grad av påvirkning	Svært dårlig	Dårlig	Moderat	Svært god/god
	Store genetiske endringer er påvist. Store og tydelige genetiske forandringer observert over tid for de fleste eller alle de genetiske parametrene.	Moderate genetiske endringer er påvist. Tre eller flere av de genetiske parametrene viser statistisk signifikant forandring.	Svake genetiske endringer indikert.	Ingen genetiske endringer observert. Ingen av de genetiske parametrene viser tydelig forandring over tid.

		Gytebestandsmål og høstingspotensial				
		Svært dårlig	Dårlig	Moderat	God	Svært god
Genetisk integritet	Svært Dårlig					
	Dårlig					
	Moderat					
	God					
	Svært god					

**Figur 6.10.** Illustrasjon av de to delnormene i kvalitetsnorm for villaks, gytebestandsmål og høstingspotensial (øverst) og genetisk integritet (vist for innkryssing av rømt oppdrettslaks, midten), og hvordan de to kombineres til samlet den samlede kvalitetsnormen (nederst).

Det har vært stor variasjon mellom år i oppnåelse av gytebestandsmål i Orkla, med generelt relativt dårlig oppnåelse på 1990-tallet, god fra 2000 til og med 2011, deretter dårligere noen år for så å være bedre fra og med 2017 (figur 6.11). Gytebestandsmålet ble med høy sannsynlighet nådd i 2020 og 2021.



**Figur 6.11.** Oppnåelse av gytebestandsmål for laks i Orkla for årene 1993 til 2021, vist ved beregnet gytebestand sammenlignet med intervallet for gytebestandsmål (øverst til venstre), sannsynlighet for oppnåelse (øverst til høyre) og prosentvis oppnåelse (nedre figur). Figurene er fra [Hjem - Vurdering av enkeltbestander \(vitenskapsradet.no\)](https://www.vitenskapsradet.no) og inngår i VRL 2022b.

I den første vurderingen etter kvalitetsnormen (Anonym 2016) for perioden 2010-2014 ble laksebestanden i Orkla klassifisert til å være i «Svært dårlig» tilstand. Gjennomsnittlig oppnåelse av gytebestandsmål var «God» (90 %), men det høstbare overskuddet var lavere enn forventet (53 % av det normale som tilsvarer «Svært lavt»). Det ble imidlertid ikke funnet tegn på innkryssing av oppdrettslaks. Bestanden ble vurdert som moderat påvirket av miljøgifter (kobber) og lakselus, og svakt påvirket av overbeskatning, vannkraftregulering og rømt oppdrettslaks. I den andre vurderingen for perioden 2015-2019 (VRL 2021) ble tilstanden fortsatt vurdert som «Svært dårlig», og måloppnåelsen var blitt noe dårligere (86 %) og det høstbare overskuddet enda noe mindre (47 % av det normale). I tillegg ble genetiske endringer på grunn av innkryssing av oppdrettslaks indikert i en prøve fra 2018 og i en samleprøve (Diserud mfl. 2020), og genetisk integritet ble klassifisert som moderat. Bestanden ble vurdert som moderat påvirket av overbeskatning og svakt påvirket av vannkraftutbygging, miljøgifter (kobber), arealinngrep (som forbygninger), lakselus og rømt oppdrettslaks. Vurderingen for begge periodene er preget av det dårlige innsiget og lave høstbare overskuddet i flere av årene fra 2012 til 2015. I henhold til Vitenskapelig råd for lakseforvaltning kan noe av dette forklares av høyt smittepresset av lakselus utenfor Trondheimsfjorden i 2011 og 2012 (Svåsand mfl. 2017), som ga spesielt lite mellomlaks og storlaks til de store lakseelvene i fjorden i 2013 og 2014 (Anonym 2015). Det er relativt mange påvirkningsfaktorer i Orkla (vannkraft, fysiske inngrep, miljøgifter, lakselus og rømt oppdrettslaks), men alle har hver for seg blitt vurdert til å ha liten effekt. Fordi gytebestandsmålet ikke har blitt nådd i flere år etter 2010 var det liten overbeskatning i perioden 2010-2014 og moderat i perioden 2015-2019. Når gytebestandsmålet ikke blir nådd i et vassdrag og laksen beskattes i elve- eller sjøfisket er bestanden per definisjon overbeskattet (se for eksempel VRL 2021). Beskatningen i Orkla har etter 2012 vært lav (~15-25 %) og lavere enn gjennomsnittet både for

landet samlet (VRL 2021) og for region Midt-Norge (fra Stad til Vesterålen). Også sjølaksefisket i Trondheimsfjorden har blitt redusert fra 2008, men Trondheimsfjorden er en av få fjordområder i Sør-Norge der det fortsatt drives et sjølaksefiske. I beregningene av overbeskatning inngår også sjølaksefiske. Laksebestanden i Orkla har ikke vært overbeskattet i 2020 og 2021.

Tilstanden for sjøørret i Orkla har blitt vurdert i to omganger, først i 2019 (Anonym 2019) og så oppdatert i 2022 (VRL 2022). Her brukes den siste vurderingen. Tilstanden til sjøørret i Orkla (med sidebekker) ble vurdert som «*Dårlig*» (på en femdelt skala fra «*Svært god*» til «*Svært dårlig*»). Vurderingen var basert på summen av menneskeskapt påvirkning, rapporterte fangster og registreringene av sjøørret i de siste års gytetellingene og tellingene av oppvandring forbi Bjørsetdammen. Bestanden ble vurdert til å være litt påvirket av miljøgifter, arealinngrep, landbruk og vannkraft og moderat påvirket av lakselus. Som for laks er det altså relativt mange påvirkninger med liten effekt, men lakselus har større effekt for sjøørret enn laks. Til tross for at sjøørreten er fredet, totalfredet i vassdraget (fra 2009) og fredet om våren i fritidsfisket i fjorden, var det lenge ingen tydelig tegn til økning i bestanden, hverken i gytetellingene eller videotellingene (Lamberg mfl. 2018). Imidlertid har det i de senere år blitt registrert en økning i antallet sjøørret, både i gytetellingene (**kapittel 5**), i videoregistreringene ved Bjørsetdammen (**kapittel 3**) og i antall rapporterte gjenutsatte sjøørret (se **figur 6.5**). Bestanden ser derfor ut til å være i vekst, og dette gjelder særlig for gytemodne fisk større enn 1 kg. Det er trolig et generelt mønster at gjenoppbygging av sjøørret tar lang tid fordi sjøørret er flergangsgyter og kan bli relativt gamle (Klemetsen mfl. 2003) slik at en sunn bestand består av fisk fra mange årsklasser av fisk som det nødvendigvis tar tid å bygge opp. Selv om sjøørret har vært fredet i vassdraget, har sjøørret blitt beskattet i sjøen, både i fritidsfiske og som bifangst i kilenotfiske og trolig også i ulovlig fiske, og Vitenskapelig råd for lakseforvaltning vurderer at sjøørreten i Orkla har vært fangstpåvirket (VRL 2022), men bare i liten grad.

## 7 Kjønnsfordeling

### 7.1 Metode

I Orkla er det krav om innlevering av skjellprøver fra all avlivet laks under sportsfisket, og det foreligger et stort skjellprøvemateriale fra 2011 til dags dato. I tråd med vedtaket i punkt 5 er det i forbindelse med undersøkelsene i denne rapporten foretatt genetiske analyser av skjell fra laks fanget i Orkla. Det er ved bruk av genetiske metoder undersøkt art og kjønn på 465 laks, 344 laks fra 2018 og 121 laks fra 2021. Av disse var 84 smålaks (< 66 cm), 259 mellomlaks (66-88 cm) og 122 (> 88 cm) (**tabell 7.1**).

Det ble i 2018 radiomerket 270 villaks ved Ytre Agdenes Merke- og Overvåkningsstasjon (YAMO). Av disse 270 radiomerkede villaksene ble 39 registrert i Orkla. Det ble foretatt genetiske analyser av skjell fra disse 39. For å øke antallet individer som ble undersøkt med hensyn på art og kjønn ble det inkludert 105 laks fra overvåkningsfisket i Orkla høsten 2018. I tillegg ble det inkludert 200 skjell fra sportsfisket i 2018, hvor kjønn har blitt genetisk testet i forbindelse med et annet prosjekt (Robertsen mfl. 2021). Under sportsfiskesesongen i 2021 ble det i forbindelse med et annet prosjekt (NINA rapport under utarbeidelse) fanget 29 laks til radiomerkning. Under merkeprosessen blir det benyttet kanyler når man fester radiomerket til fisken. Disse kanylene ble lagret på en buffer (Qiagen, ATL) og senere benyttet til art og kjønnstesting. I det samme prosjektet ble det fanget og merket laks under overvåkningsfisket i Orkla om høsten 2021. Det ble testet 92 laks fra overvåkningsfisket i 2021, hvorav 26 ble radiomerket etter fangst og prøvetaking.

**Tabell 7.1.** Oversikt over antall laks som ble gentestet i 2018 og 2021 fordelt på størrelses kategori (smålaks (< 66 cm), mellomlaks (66-88 cm) og storlaks (> 88 cm)) og i hvilken forbindelse laksen ble fanget.

	Smålaks	Mellomlaks	Storlaks	Totalt antall laks
Ordinært sportsfiske 2018	34	120	46	200
Overvåkningsfiske 2018	25	44	36	105
Radiomerket Agdenes 2018	0	31	8	39
Radiomerket under sportsfisket 2021	7	19	3	29
Overvåkningsfiske 2021	18	45	29	92
Sum	84	259	122	465

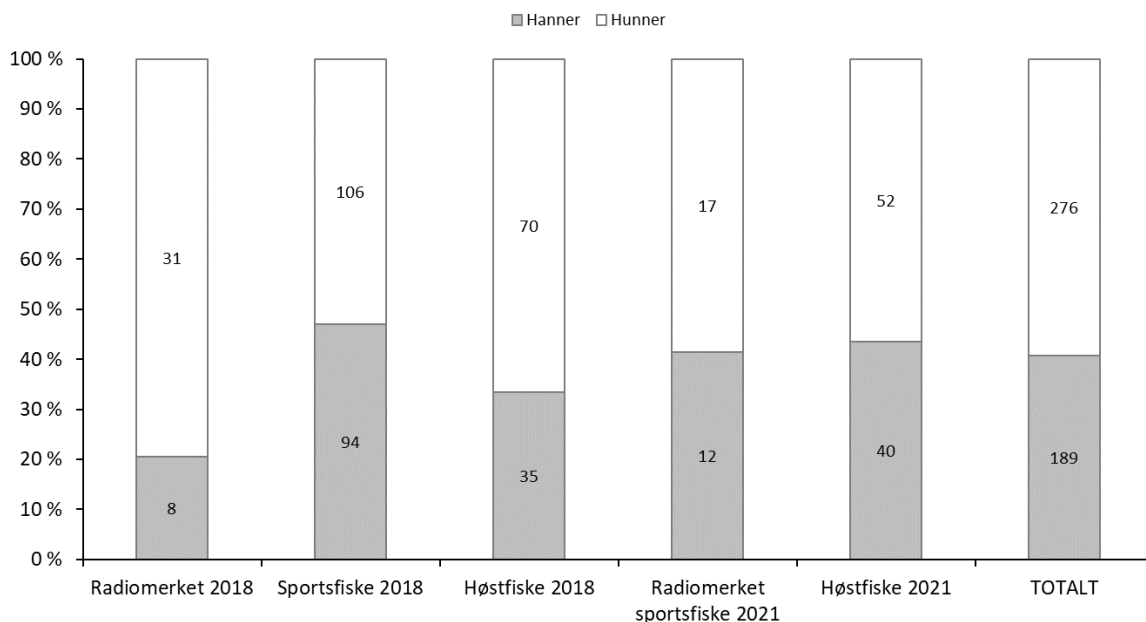
Til de genetiske analysene av art og kjønn ble DNA ekstrahert fra skjellprøvene og fra bufferen (Qiagen, ATL) som PIT-nålene ble oppbevart i ved hjelp av et kommersielt ekstraksjonskit (Qiagen, DNeasy blood & tissue kit). Kjønn til individene ble bestemt ved å oppkonsentrere et fragment i sdY-genet (Quéméré mfl. 2014). Dette fragmentet oppkonsentreres hos hannlaks, men ikke hos hunnlaks, og markøren kan derfor benyttes til kjønnsbestemmelse. Dersom oppkonsentrering av sdY-fragmentet ikke forekommer, kan man ikke med sikkerhet konkludere med at individet er en hunn, da PCR-reaksjonen kan være mislykket. PCR-reaksjonen blir derfor kjørt i multipleks med fire andre markører som skiller mellom laks og ørret (Karlsson mfl. 2013). Dersom disse andre markørene gir oppkonsentrering, og sdY-fragmentet er blankt, kan man med større sikkerhet konkludere med at individet er hunkjønn.

På Bjørsetdammen har det siden 2013 vært montert videokamera for å registrere oppvandrende gytefisk (**kapittel 3**). De radiomerkede laksene i 2018 som passerte Bjørsetdammen ble brukt til å validere kjønnsbestemmelsene fra videotellingene. Det ble gjort ved å sikre at klokka på loggestasjonen på Bjørsetdammen var synkronisert med klokka på videokameraene på Bjørsetdammen. På denne måten kunne kjønn bestemt fra videoanalysene sammenlignes med genetisk bestemt kjønn for individene med radiomerket, og dermed brukes til å validere kjønnsbestemmelse fra videoovervåkingen.

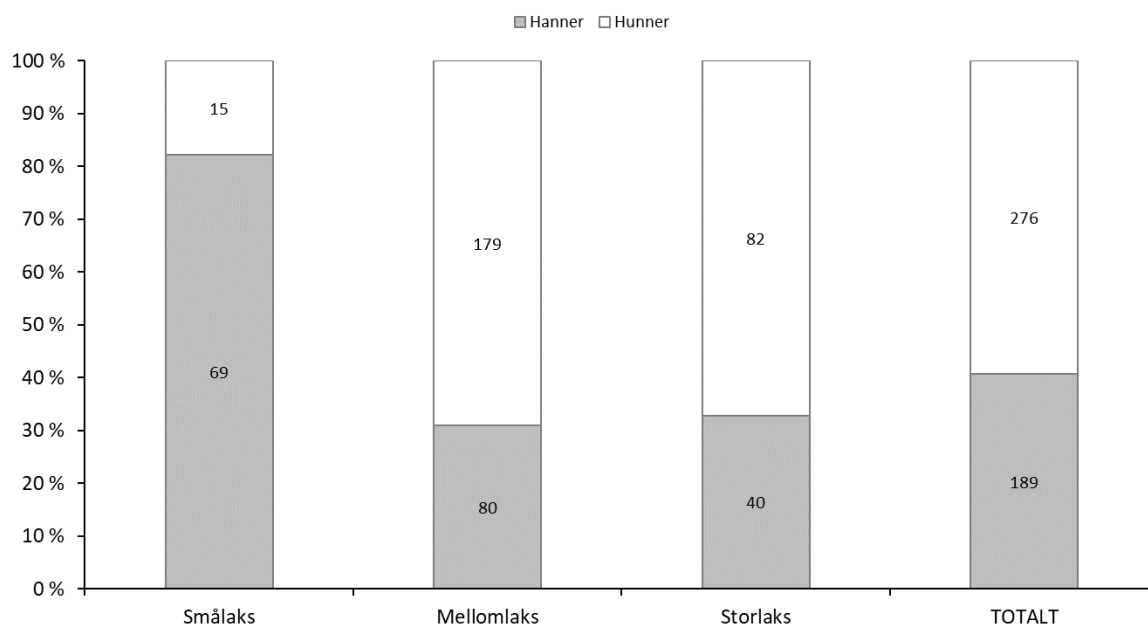
## 7.2 Resultater

Av de totalt 465 villaksene hvor genetisk analyse ble brukt til å bestemme kjønn ble 41 % bestemt til hannlaks og 59 % bestemt til hunnlaks (**figur 7.1** og **figur 7.2**).

Det var 82 % (69 av 84) hannlaks og 18 % hunnlaks (15 av 84) blant smålaksen. Blant mellomlaksen var det 31 % hannlaks (80 av 259) og 69 % hunnlaks (179 av 259), mens det blant storlaksen var 33 % hannlaks (40 av 122) og 67 % (82 av 122) hunnlaks (**figur 7.2**).



**Figur 7.1.** Resultat fra genetiske analyser av kjønn blant laksen som ble testet i Orkla i 2018 og 2021. Det ble testet 39 radiomerkede laks merket ved Agdenes og senere registrert i Orkla i 2018, 200 laks fanget under sportsfisket i 2018, 105 laks fanget under overvåkningsfisket om høsten 2018 i Orkla, 29 laks fanget for radiomerking under sportsfisket i 2021 og 92 laks fanget under overvåkningsfisket om høsten 2018 i Orkla, hvorav 29 ble radiomerket. Tallene inne i kolonnene viser antall hanner og hunner fanget under de forskjellige fiskeriene.



**Figur 7.2.** Resultat fra genetiske analyser av kjønn blant laksen som ble testet i Orkla i 2018 fordelt på størrelseskategorier; smålaks (< 66 cm), mellomlaks (66-88 cm) og storlaks (> 88 cm). Tallene inne i kolonnene viser antall hanner og hunner i de forskjellige størrelseskategoriene.

Det ble i 2018 foretatt en sammenligning av kjønn bestemt fra videoanalyser med kjønn bestemt genetisk, og dermed en validering av kjønnsbestemmelsen fra videoovervåkingen. Kjønnsbestemmelsen fra videoovervåkingen var lik kjønnsbestemmelsen fra den genetiske analysen (**tabell 7.2**). Lengdemålingen fra videoovervåkingen varierte fra å være ni cm større enn fra radiomerkinga til å være 15 cm mindre enn fra radiomerkinga. I gjennomsnitt var lengdemålinga fra videoovervåkinga fem cm kortere enn fra radiomerkinga. I en av periodene med dårlig sikt (**figur 15** i Solem mfl. 2019a) passerte det én laks på radiologgestasjonen som ikke ble observert på videokameraet.

**Tabell 7.2.** Passeringer på Bjørsetdammen av radiomerket laks registrert på radiologgestasjonen og ved videoovervåking. ♂ = hannlaks, ♀ = hunnlaks.

Radiologgestasjon				Videoovervåking			
Dato	Kl.	Lengde (cm)	Kjønn	Dato	Kl.	Lengde (cm)	Kjønn
06.06.2018	04:41-04:51	94	♀	06.06.2018	04:35:30	82	♀
28.06.2018	05:25-05:35	102	♀	28.06.2018	05:33:23	92	♀
01.07.2018	23.01-23.11	72	♀	01.07.2018	23:27:44	78	♀
04.07.2018	05:55-06:05	92	♀	04.07.2018	06:03:53	92	♀
19.07.2018	15:47-15:57	86	♂	19.07.2018	15:52:00	75	♂
08.08.2018	07:37-07:47	86	♀	08.08.2018	07:14:28	81	♀
11.08.2018	16:38-16:48	84	♂	11.08.2018	-	-	-
13.08.2018	11:57-12:04	85	♀	13.08.2018	12:03:52	70	♀
17.08.2018	19:44-19:54	87	♀	17.08.2018	19:52:00	80	♀
07.09.2018	18:52-19:02	90	♀	07.09.2018	18:54:00	99	♀

### 7.3 Diskusjon

De genetiske analysene av 465 villaks viste en andel hunnlaks på 59 %. Andel hunnlaks varierte lite mellom de to undersøkelsesårene med 60 % i 2018 og 59 % i 2021. Kjønnfordelingen fra videoovervåkingen på Bjørsetdammen viste en andel hunnlaks på 56 % i både 2018 og 2021. Drivtellerresultatene viser en jevn kjønnfordeling med 50 % hunner i 2021. Fangststatistikken ([Elveguiden - Finn din perfekte fiskeopplevelse!](#)) viser 46 % hunnlaks i fangsten blant de kjønnsbestemte laksene i 2018, og 42 % hunnlaks i 2021.

Kjønnfordelinga i fangststatistikken viser en lavere andel hunnlaks enn genetikken og videoovervåkinga. Det kan være flere årsaker til det. Det er fra tidligere studier vist at det blant mellomlaksen og storlaksen er en overvekt av hunnlaks (Anonym 2007). En årsak til den høye andelen hunnlaks kan derfor være at det var færre smålaks blant laksen som ble genetisk testet. Årsaken til at det var en høyere andel mellom- og storlaks blant laksen som ble genetisk testet er at en høy andel av denne laksen er radiomerket. Laks som skal radiomerkes, må være over en viss minimumsstørrelse. Hva denne størrelsen er avhenger av hvilket merke som skal benyttes. Videre er det vist at kjønnsbestemmelse ved avkrysset kjønn på skjellprøver fra fiskere kan ha til dels store svakheter, hvor 24 % av laksen i skjellprøveutvalg på 200 individer (hvorav laks ikke var kjønnsbestemt) fra Orkla var innrapportert med feil kjønn (Robertsen mfl. 2021). Robertsen mfl. 2021 fant en signifikant lavere sannsynlighet for at individer innrapportert som hanner var riktig enn at individer innrapporter som hunner var det. Det betyr at en større andel individer som genetisk sett var hunner ble innrapportert som hanner enn motsatt.

Andelen hunnlaks var i samme størrelsesorden blant laksen fra de genetiske analysene og fra videoovervåkinga på Bjørsetdammen. Selv om det i enkelte perioder vil være for dårlig sikt til å kjønnsbestemme fisk ved videotellingene, er dette i de fleste år kun et problem i et fåtall dager sett opp mot totalt antall dager i oppvandringssesongen. Videotellingene på Bjørsetdammen vil derfor trolig i framtiden kunne brukes til å si noe om kjønns sammensetning hos bestanden oppstrøms dammen. Det ble registrert to oppvandrende radiomerkede laks på radiologgestasjonene etter at videotellingene var avsluttet i starten av oktober 2018. Det bør derfor vurderes å fortsette kameraovervåkingen til ut oktober for å sikre at flest mulig oppvandrende laks blir registrert i oppvandrings sesongen.

Drivtelling der en visuelt observerer fisk i elva kan også ha svakheter da redusert sikt kan gjøre det vanskelig å sikkert bestemme kjønn. Så lenge prøvematerialet er stort nok og utvalget er representativt for bestanden er derfor genetiske analyser for å bestemme kjønn i mange tilfeller en mer sikker metode for å kunne si noe om kjønnfordeling i en bestand. Fra sesongen 2019 er ikke hunnlaksen lengre fredet i fiskesesongen og en god innsamling av skjellprøver fra avlivet fisk i sesongen sammen med videotellingene på Bjørsetdammen og høstfisket vil derfor kunne gi gode data for analyser av kjønnfordeling i laksebestanden i Orkla. Det er derfor viktig at fiskere sender inn skjellprøver av all avlivet fisk.

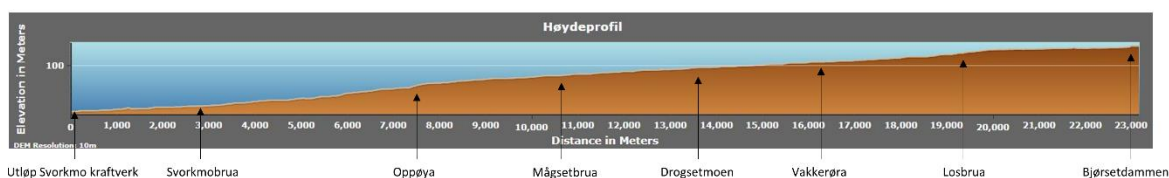


## 8 Kartlegging av flaskehalsar mellom Bjørsetdammen og utløp ved Svorkmo

### 8.1 Metode

For å kartlegge flaskehalsar på strekningen Bjørsetdammen-Svorkmo ble miljødesignmetodikken benyttet (Forseth & Harby 2013). Denne metoden går ut på å utrede, utvikle og gjennomføre tiltak som bedrer forholdene for laks i regulerte vassdrag samtidig som man tar hensyn til kraftproduksjon. Ved å bruke metodikken tilpasser man miljøforhold til laksens krav. I metodikken inngår verktøy og bruk av data som kan brukes for å diagnostisere flaskehalsar for produksjon av laks og for å kunne dokumentere reguleringsrelaterte endringer.

Den knapt 23 km lange minstevannføringstrekningen fra Bjørsetdammen og kraftverksutløpet ved Svorkmo har et fall på 97 meter. Elva veksler stort sett mellom raske og rolige partier med 100-200 meters lengde gjennom hele strekningen. Den øvre strekningen fra Bjørsetdammen til ovenfor Losbrua, samt den nedre strekningen fra Svorkmo til kraftutløpet er de strekningene med lavest gradient. De partiene med høyest gradient er strekningen rundt Losbrua og stryket ved Oppøya (figur 8.1).



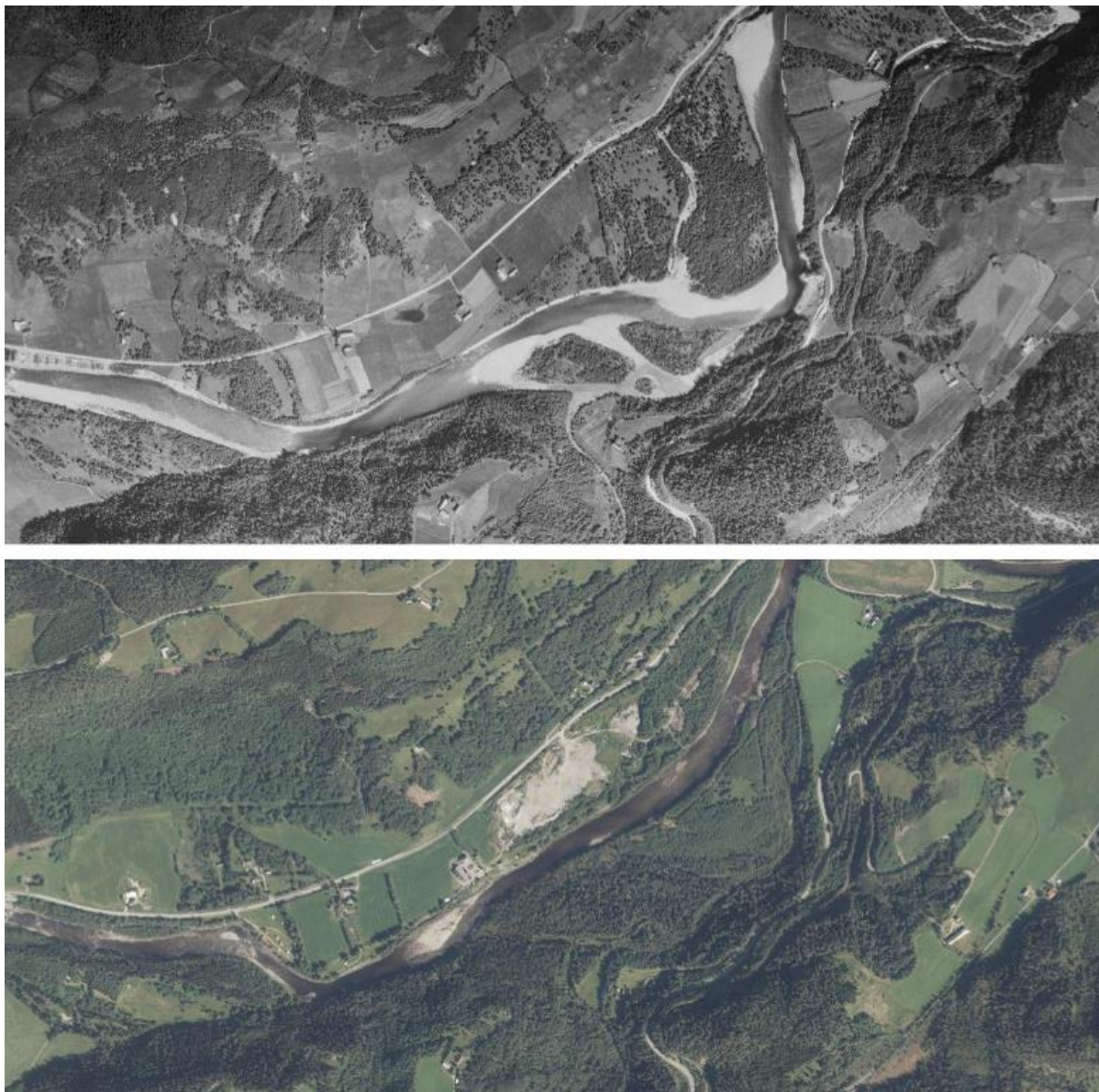
**Figur 8.1.** Høydeprofil fra utløp Svorkmo kraftverk til Bjørsetdammen hentet ut fra [hoydedata.no](http://hoydedata.no).

Norges vassdrags- og energidirektorats (NVE) datasett over sikringstiltak viser at strekningen har 16700 meter forbygninger, det vil si at omtrent 36 % av elvebreddene er forbygd, det meste på strekningen nedstrøms Storås. Ved å sammenligne dagens tilstand med historiske flyfoto tilbake til 1937 er det tydelig at elva har blitt forbygd utover det som er registrert i NVEs database, slik at dette må anses som å være et minimumstall (figur 8.2).



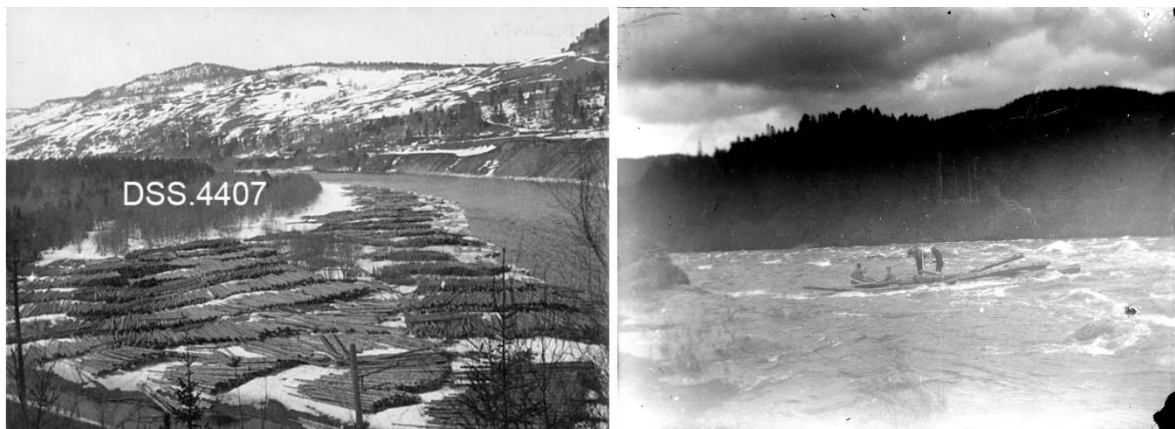
**Figur 8.2.** Flyfoto av området nedstrøms Bjørsetdammen 1937 (øverst) og 1985 (midt), på bildet fra 1985 er det tydelig av sideløpet rundt Kjerringøya er stengt av og fylt igjen samt at nordre bredde av Orkla er forbygd i hele utstrekningen i bildet (foto: [Norge i bilder](#)). Den fulle utstrekningen av forbygginger er ikke registrert i NVEs database (nedre bilde, [NVE Atlas](#)).

I dag fremstår elveløpet smalere og har et mindre areal av steinører og aktive sideløp enn på fotoene fra 1937 (**figur 8.3**).



**Figur 8.3.** Flyfoto av Orkla ved samløp med Raubekken fra 1937 og 2014 viser en stor endring av elveløpet. Det fremgår ikke fra bildene om elva har blitt gitt nytt løp eller om den har tatt seg et nytt løp selv. Foto: [Norge i bilder](#).

Orkla var et av de viktigste tømmerfløttingsvassdragene (**figur 8.4**), og det er sannsynlig at det er gjort modifiseringer på elva for å gjøre fløtingen enklere og sikrere. I tillegg vil fløting av store mengder tømmer på stor vannføring også kunne prege elvemorfologien, slik at den elva en ser på flyfotoene fra 1937 heller ikke nødvendigvis representerer «naturlilstanden».



**Figur 8.4.** Tømmervelter på Gumdalørene i 1926, noen hundre meter oppstrøms dagens utløp av Svorkmo kraftverk (foto: [DigitaltMuseum](#)). Tømmerfløting på Orkla ca. 1915 (Foto: Ole Fosvold/ [DigitaltMuseum](#)).

Uttak av grus og stein fra elva har ført til bunnsenkning i den nedre delen av strekningen (Ottesen 1992, Skauge og Sæterbø 1995) og denne senkningen kan ha blitt forsterka av effekten av forbygninger. Utløpet av Svorka illustrerer dette tydelig ved at utløpet av Svorka til Orkla som tidligere var på samme høyde som Orkla, nå har blitt et loddrett fall på ca. 1,5 m (**figur 8.5**).



**Figur 8.5.** Svorkas utløp i Orkla ca. 1940 (venstre, Foto: Karl August Berg/ [DigitaltMuseum](#)) og 2013 (høyre, Foto: Morten Bergan, NINA), viser tydelig senkning av elveløpet.

Tilførsel av elvestein til strekningen er redusert på grunn av at transport av stein med elva stoppes ved inntaksdemningen ved Bjørset, og at erosjon hindres av de mange forbygningene. Elva har flere steder mulighet for å erodere elvebredder og på den måten få tilførsel av elvestein, i tillegg ser tilløpselvene Mosbrønnskjerva og Åsskjerva ut til å føre med seg betydelig med elvestein. Historisk har også store flommer preget elveløpet, gjennom erosjon og massetransport i Orkla. Regulering har ført til en reduksjon i middelflom vannføring fra 492 m<sup>3</sup>/s (1912-1982) til 346 m<sup>3</sup>/s (1983-2001) og trolig redusert sannsynligheten for store flommer som i 1940 og 1944 (hhv. 1153 og 1278 m<sup>3</sup>/s).

### 8.1.1 Mesohabitat og elveklasser og bunns substrat

Inndeling i elveklasser baserer seg på en metode for klassifisering av mesohabitat. Denne er tilpasset laksefisk og baserer seg på fire fysiske kriterier: Størrelsen på overflatebølger, helningsgrad, vannhastighet og dybde (**tabell 8.1**). Mesohabitat skal gjenspeile hvordan de fysiske forholdene i et vassdrag påvirker leveområdene for fisk. Sammensetning og utbredelsen av ulike mesohabitat vil variere med ulike vannføringer.

**Tabell 8.1.** Klassifisering av vassdragsområder i mesohabitat (Borsányi mfl. 2004). Vannoverflater som er glatt eller kun har små krusninger kategoriseres som glatt. Dersom overflaten har krusninger eller er brutt regnes denne som turbulent. Helningsgradient på over 4 % regnes som bratt, og under 4 % som moderat. Vannhastigheter over og under 0,5 m/s regnes henholdsvis raske og langsomme. Vanndybder på over og under 70 cm regnes som henholdsvis dype og grunne.

Mesohabitat	Overflate	Helning	Vannhastighet	Vanndybde
A	Glatt	Bratt	Hurtig	Dyp
B1	Glatt	Moderat	Hurtig	Dyp
B2	Glatt	Moderat	Hurtig	Grunn
C	Glatt	Moderat	Langsom	Dyp
D	Glatt	Moderat	Langsom	Grunn
E	Turbulent	Bratt	Hurtig	Dyp
F	Turbulent	Bratt	Hurtig	Grunn
G1	Turbulent	Moderat	Hurtig	Dyp
G2	Turbulent	Moderat	Hurtig	Grunn
H	Turbulent	Moderat	Langsom	Grunn

Kartlegging av mesohabitat ble foretatt fra rafteflåte 23.05.2018 ved vannføring på 23 m<sup>3</sup>/s (Storsteinhølen vannmerke). Elveklasse, samt dominerende og sub-dominerende substrat ble registrert og skifter i disse ble markert med GPS veipunkter. Denne informasjonen ble så digitalisert som polygoner i ArcMap (**figur 8.6-8.8**). Klassifiseringa av elveklasser ut fra fysiske karakterer ved kartlegging ble gjort ved å slå sammen flere mesohabitat til klasser (**tabell 8.2**).

Elvestrekninger som har et relativt ensartet habitat ble klassifisert etter hvilke substratstørrelser som er dominerende og sub-dominerende. Bunns substratet ble klassifisert etter en femdelt skala:

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

Overnevnte substratkategorier er i første rekke klassifisert ut fra laksens habitatkrav, men sammenfaller i stor grad også med sjørretens preferanser til habitat. Områder med substratkategori 1 og 5 er generelt sett svært lavproduktive, og i slike områder forventes det svært lite ungfisk av laks. Områder med substratkategori 2 har noe egnet gytesubstrat for sjøvandrende laksefisk, mens områder med substratkategori 3 og 4 er egnede oppvekstområder for eldre ungfisk av laks og ørret. Hvor egnet områdene er innenfor substratklassene bestemmes ved direkte skjulmålinger, slik at substratkartleggingene primært er et utgangspunkt for slike målinger.

**Tabell 8.2.** Klassifisering av elveklasser ut fra fysiske karakterer, ved å slå sammen flere mesohabitat til klasser (**Tabell 8.1.**)

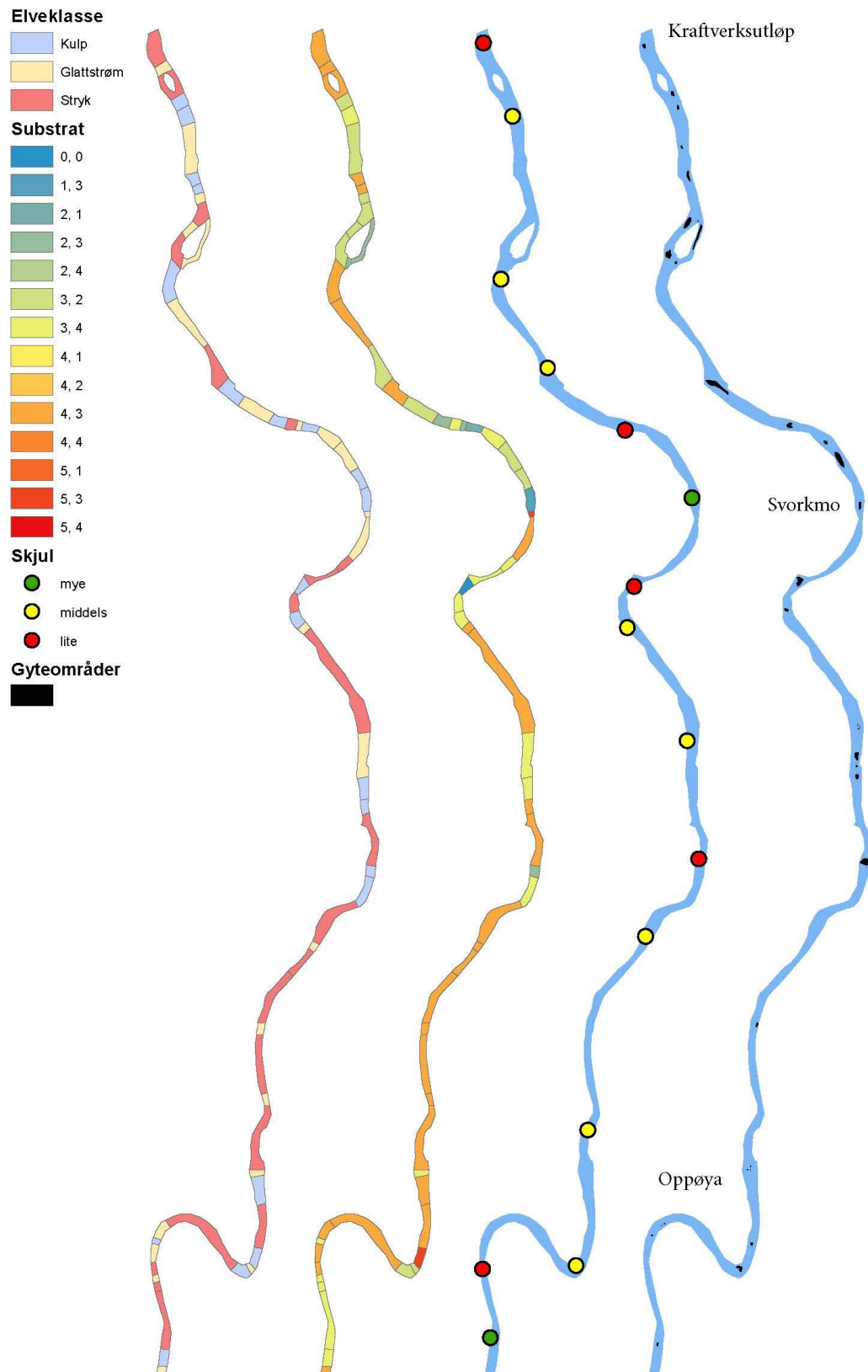
Elveklasse	Mesohabitat	Overflate	Helning	Vannhastighet	Vanndybde
Glattstrøm	A+B1+B2	Glatt	Moderat	Hurtig	Dyp/Grunn
Kulp	C+D	Glatt	Moderat	Langsom	Dyp/Grunn
Stryk	H+G1+G2	Turbulent	Moderat	Hurtig	Dyp/Grunn
Kvitstryk	E+F	Turbulent	Bratt	Hurtig	Dyp/Grunn

Sub-dominerende substrat kartlegges ved å kombinere substratkategoriene ovenfor. En slik kombinasjon gir større mulighet for å vurdere egnetheten som leveområde for fisk av ulik størrelse. Eksempelvis vil områder med grovt substrat (dominerende) som er gjenklogget med finsubstrat (sub-dominerende) gi færre hulrom og være mindre egnet som oppvekstområde for ungfisk (Finstad mfl. 2007) enn lignende områder uten innslag av finstoff. På tilsvarende måte som for elveklasser, ble endringer i dominerende og sub-dominerende bunnssubstrat registrert ved hjelp av GPS der veipunkt og substratkategori ble notert på feltskjema.

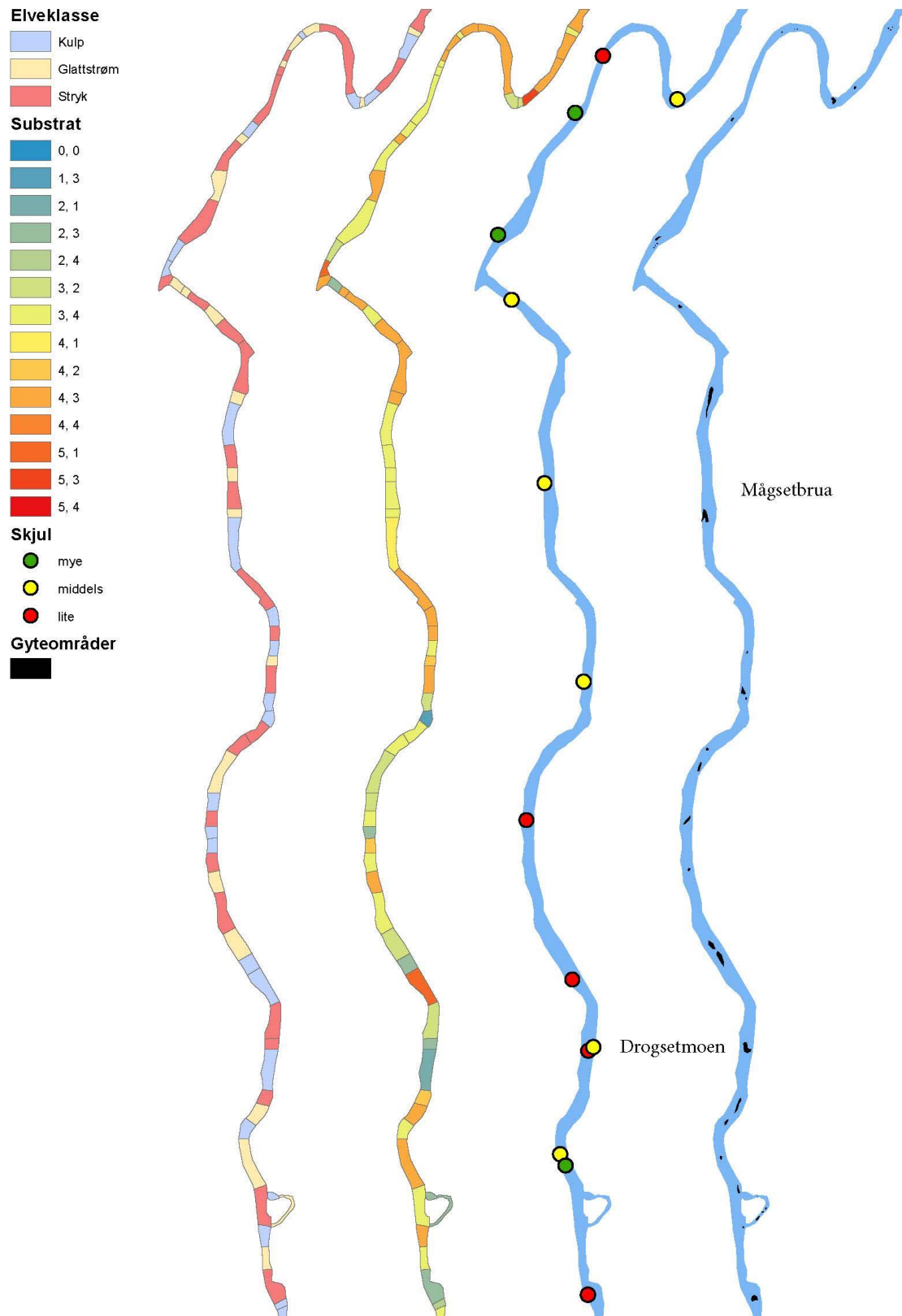
Tilgang til skjul ved bruk av hulrom mellom steiner er viktig for vekst og overlevelse, fordi laks og ørret tilbringer mye av oppveksten mellom steiner i substratet. Antall og størrelse på skjul kvantifiseres ved å måle hvor mange ganger en 13 mm tykk plastslange kan føres inn i hulrom mellom steiner innenfor en kvadratisk stålramme på 0,25 m<sup>2</sup>. Størrelsen på hulrommene blir bestemt ut fra hvor langt ned mellom steinene plastslangen kan føres og deles opp i tre skjulkategorier; S1: 2-5 cm, S2: 5-10 cm, og S3: > 10 cm. Skjulmålinger ble foretatt både på elfiskestasjonene på strekingen som inngikk i ungfiskundersøkelsene (Solem mfl. 2019a), samt fordelt på strekingen på en feltrunde 12.10.2018. På elfiskestasjonene ble det målt skjul i ni 0,25 m<sup>2</sup> ruter jevnt fordelt innad i stasjonene, på de resterende stasjonene ble det målt skjul i tre 0,25 m<sup>2</sup> ruter, hvorav én måling så langt ut i elva som mulig, én måling ved bredden og én midt imellom. Stålramma blir tilfeldig kastet ut innenfor undersøkelsesområdet og det beregnes et gjennomsnittlig antall skjul for hver kategori i hvert undersøkt sted. Verdiene blir deretter summert for å gi en verdi for «vektet skjul» (S1 + S2 x 2 + S3 x 3) (**figur 8.6-8.8**). Hulromskapiteten for vektet skjul klassifiseres ut fra følgende skala:

Lite skjul	< 5
Middels skjul	5-10
Mye skjul	> 10

Mulige gyteområder ble kartlagt på bakgrunn av observerte gytegroper og notater under habitatkartleggingen, observasjoner fra drivtelling på strekningen Storås-Elahølen høsten 2019, gjennomgang av Orkla fellesadministrasjons dronevideo på strekningen Bjørsetdammen-Losbrua, samt en egen feltrunde hvor detaljert inntegning av potensielle gyteområder ble kartlagt fra elvekajakk 28.04.2021. Områdene ble digitalisert som polygoner i ArcMap, og arealene av disse ble beregnet (**figur 8.6-8.8**). Områdene innenfor henholdsvis 200 og 500 meter fra gyteområder ble funnet ved å bruke buffer funksjonen i ArcMap med disse avstandene.

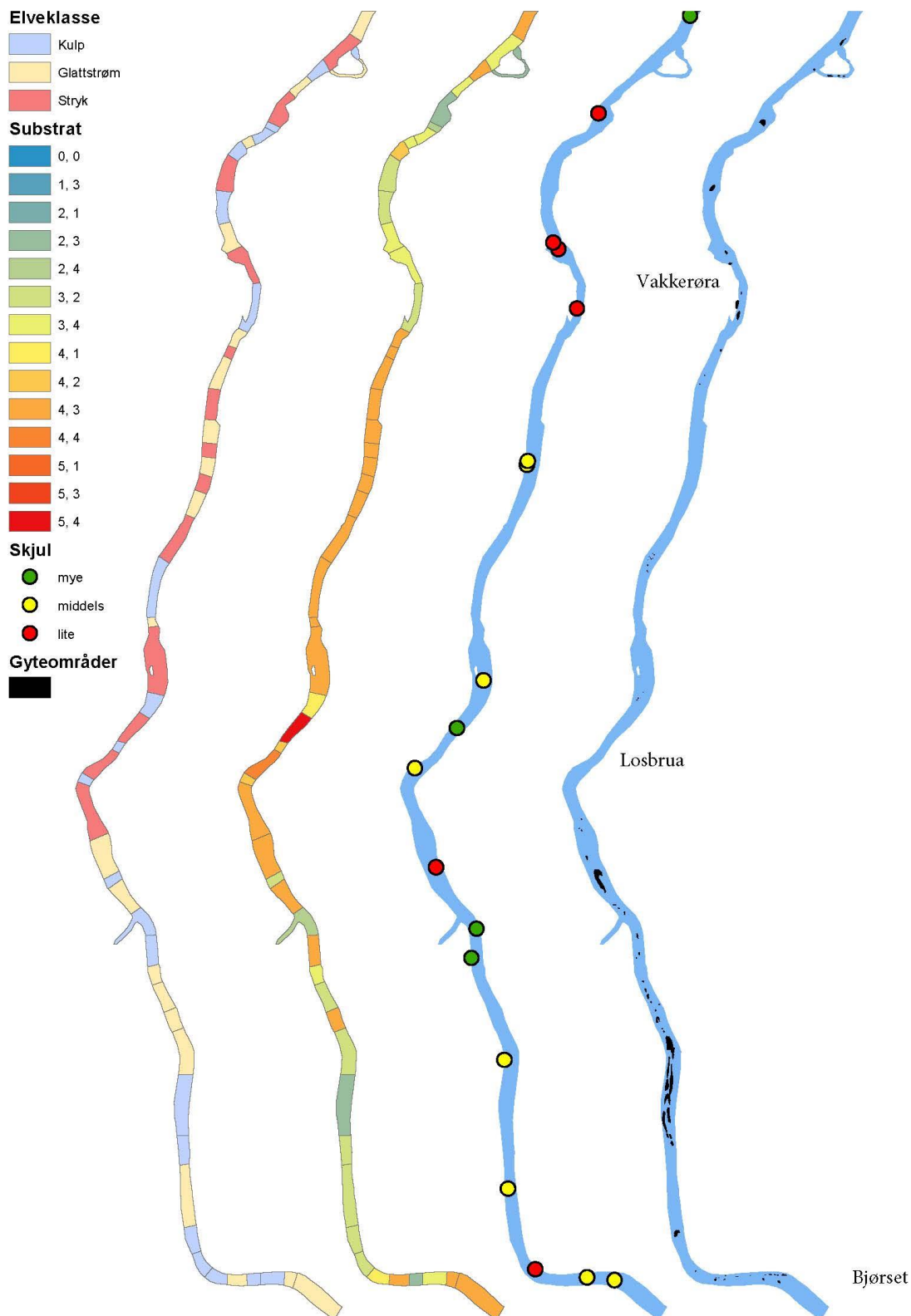


**Figur 8.6.** Habitatkartlegging på strekningen fra Oppøya til kraftverksutløpet. Fra venstre til høyre: elveklasse (**tabell 8.2**), substrat (dominerende, sub-dominerende), skjul (hulromskapasitet, punktene angir hvor skjulmålingene ble gjennomført) og gyteområder. Vannretningen er fra Oppøya til kraftverksutløpet. Dato og vannføring for de ulike kartleggingstidspunkt er beskrevet i teksten over.



**Figur 8.7.** Habitatkartlegging på strekningen fra Trettøya til Oppøya. Fra venstre til høyre: elveklasse (tabell 8.2), substrat (dominerende, sub-dominerende), skjul (hulromskapasitet, punktene angir hvor skjulmålingene ble gjennomført) og gyteområder. Vannretningen er fra Trettøya til Oppøya. Dato og vannføring for de ulike kartleggingstidspunkt er beskrevet i teksten over.





**Figur 8.8.** Habitatkartlegging på strekningen fra Bjørset til Trettøya. Fra venstre til høyre: elveklasse (tabell 8.2), substrat (dominerende, sub-dominerende), skjul (hulromskapasitet, punktene angir hvor skjulmålingene ble gjennomført) og gyteområder. Vannretningen er fra Bjørset til Trettøya. Dato og vannføring for de ulike kartleggingstidspunkt er beskrevet i teksten over.

## 8.1.2 Sammenheng mellom vannføring og vanndekt areal

For å finne forholdet mellom vannføring og vanndekt areal ble tilgjengelige flyfotoserier fra nyere tid lastet ned fra [Norge i bilder](#). Polygoner med utstrekningen for alle enkeltbildene samt fotodato ble sammenholdt med vannføringer for disse datoene. Dette ble gjort for å finne områder hvor flyfotoene overlappet slik at vanndekt areal for ulike kjente vannføringer kunne hentes ut og sammenlignes. Strekningen Oppøya til 2 km nedstrøms Bjørsetdammen hadde dekning av tre serier fra 2009, 2018 og 2007 tatt med vannføringer på henholdsvis 11,9, 21,5 og 28-40 m<sup>3</sup>/s (**figur 8.9**). Vannoverflatene ble digitalisert som polygoner i ArcMap. Ved digitalisering ble samme målestokk brukt. For serien fra 2007 med 28-40 m<sup>3</sup>/s var det ikke mulig å finne eksakt fototidspunkt for enkeltbilder, og vannføringen varierte mye gjennom delen av døgnet med dagslys.

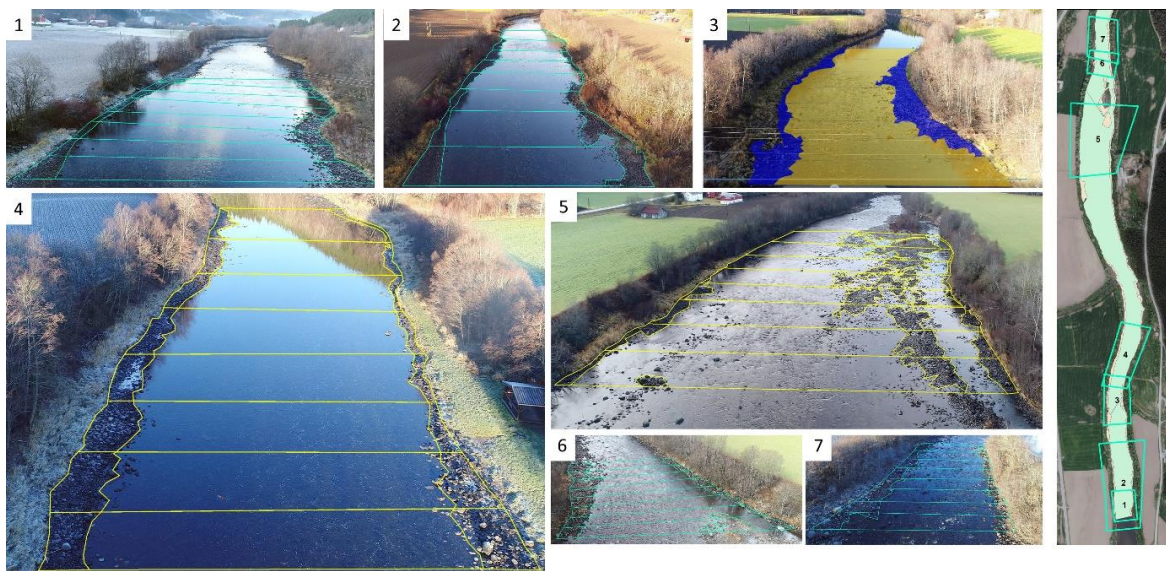


**Figur 8.9.** Digitaliserte vannoverflater fra flyfoto tatt på tre vannføringer, 11,9 m<sup>3</sup>/s (blå), 21,5 m<sup>3</sup>/s (gul) og 28-40 m<sup>3</sup>/s (rød).

Ingen flyfotoserier var tatt i perioden med minstevannføring. For å finne vanndekt areal ved minstevannføring ble oversiktsbilder fra Orkla fellesforvaltnings dronekartlegging utført 08.11.2018 og 01.11.2019 av gytetroper på strekningen Bjørsetdammen til Losbrua benyttet. Vannføring begge år var 4,5 m<sup>3</sup>/s. Gytetroppkartleggingen ble foretatt fra lav høyde med video, noe som gjør opptakene som er filmet rett ned uegnet til å beregne vanndekt areal da en mangler referansepunkter på land og ofte bare har deler av vannflata innenfor bilde utsnittet. Det ble imidlertid også med jevne mellomrom foretatt 360° panoreringer som gir oversikt over lengre elveavsnitt. Fra disse panoreringene ble det tatt ut stillbilder som ble importert i ArcMap for videre behandling. Nøyaktig ortorektifisering av slike skråbilder krever at en kan finne mange referansepunkter med kjente koordinater jevnt fordelt innen bildet samt en nøyaktig terrengmodell (Blumentrath mfl. 2018). Ortorektifisering av stillbilder fra Orkla resulterte ikke i tilstrekkelig gode resultater til at de kunne brukes. Dette skyldes at det ikke var mulig å finne nok referansepunkter. I stedet for å måle vanndekt areal fra ortorektifiserte bilder ble vannflate og areal av antatt breddfull elv digitalisert direkte som polygoner på strekninger i sju urektifiserte skråbilder (**figur 8.10**). Digitaliseringen ble foretatt av strekninger som var lett identifiserbare i flyfoto av området med vanndekt areal fra flyfoto (over), fra første sted i bildet hvor begge elvebredder var helt synlige til enten en elvebredd ikke lengre var godt synlig i bildet. Med unntak av bilde 1 og 2 (**figur 8.10**) overlapper ikke de digitaliserte arealene. Siden arealene av polygonene i urektifiserte skråbilder ikke kan brukes direkte, ble den prosentvise forskjellen mellom vanndekt areal på 4,5 m<sup>3</sup>/s og antatt breddfull elv på strekningene brukt. For at arealene nærmest kamera ikke skulle styre resultatet ble strekningen delt i åtte deler, og gjennomsnittet av forholdet mellom vanndekt areal og antatt breddfull elv i de åtte delene ble brukt som verdi for strekningen. Deretter ble utstrekningen av strekningene digitalisert og brukt til å hente ut vanndekt areal (digitalisert fra flyfoto) for den samme strekningen.

### 8.1.3 Analyse av vannføringsfrekvenser

Analyse av vannføringsfrekvenser før og etter regulering ble utført ved å sammenligne målepunkt Syrstad før regulering (1912-1980) med målepunkt Storsteinen etter regulering (2007-2020). Laveste ukesmiddel i vinterperioden (1. november-30. april) og sommerperioden (1. juni-30. september) ble beregnet for hvert år.



**Figur 8.10.** Digitaliserte vannflater og breddfull elv fra skråfoto tatt ved minstevannføring, på sju strekninger mellom Bjørsetdammen og Losbrua. De grønne og lyserøde arealene i kartutsnittet er vanddekt areal på henholdsvis 11,9 og 21,5 m<sup>3</sup>/s.

## 8.2 Resultater

Resultatene fra kartleggingen ble brukt i en analyse av flaskehalser for produksjon av laks. Hensikten med analysen er å identifisere stadiet for bestandsregulering samt produksjonsbegrensende habitatfaktorer. Strekningen ble inndelt i 25 segmenter grovt basert på elvemorfologi, gjennomsnittlig skjul og gyteareal ble deretter kalkulert for segmentene (**figur 8.11-8.13**). Ved vurderingen av gyteareal innen segmentene ble også avstand mellom gyteområdene målt (**tabell 8.3**, basert på tabell 1 i Forseth & Harby 2013). Mengden gyteareal innenfor segmentene ble klassifisert som henholdsvis lite (<1 %), moderat (1-10 %) eller mye (>10 %). Avstand mellom gyteområder ble klassifisert som henholdsvis kort (< 200 m) moderat (200-500 m) og stor (> 500 m).

**Tabell 8.3.** Klassifisering av gytehabitat som begrensende habitatfaktor basert på gytearealets størrelse og spredning.

		Mengde gytehabitat som % av elveareal		
		Lite (< 1%)	Moderat (1-10%)	Mye (> 10%)
Avstand	Stor (> 500 m)	Lite	Lite	Moderat
	Moderat (200-500 m)	Lite	Moderat	Mye
	Liten (< 200 m)	Moderat	Mye	Mye

Klassifisering av strekningens potensielle produktivitet samt identifikasjon av begrensende faktor (**figur 8.11-8.13**) ble gjort ved å kombinere klassifiseringene gjort for skjul og gytehabitat (**tabell 8.4**). Produktivitet ble klassifisert som høy i 10 av segmentene (38 % av arealet), moderat i 10 segmenter (38 % av arealet) og lav i fem segmenter (24 % av arealet). Begrensende faktor for produksjon ble klassifisert som skjul i 16 av segmentene (60 % av arealet), gytehabitat i fem segmenter (26 % av arealet), både skjul og gytehabitat i to segmenter (7 % av arealet) og ingen begrensende faktor i to segmenter (7 % av arealet).

Av de 10 høyproduktive segmentene er skjul begrensende faktor i åtte av disse (32 % av arealet), men er ingen begrensende faktor i de resterende to (6 % av arealet). I de moderat produktive segmentene var begrensende faktor skjul i sju segmenter (26 % av arealet), gytehabitat ett segment (5 % av arealet) og både skjul og gytehabitat i to segmenter (7 % av arealet). Av de lavproduktive segmentene var begrensende faktor gytehabitat i fire segmenter (22 % av arealet) og skjul i ett segment (2 % av arealet).

**Tabell 8.4.** Klassifisering av begrensende habitatfaktor og produktivitet for laks (rødt er lavproduktivt, gul er moderat produktiv og grønt er høyproduktivt) ut fra forekomst av gytehabitat og skjul.

		Gytehabitat		
		Lite (< 1%)	Moderat (1-10%)	Mye (> 10%)
Skjul	Lite (< 5)	Begge	Skjul	Skjul
	Moderat (5-10)	Gyte	Begge	Skjul
	Mye (> 10)	Gyte	Gyte	Ingen

Sannsynlig stadium for bestandsregulering ut fra kartleggingen ble gjort ved å kombinere klassifiseringene gjort for skjul og gytehabitat (**tabell 8.5**). Sannsynlig stadium for bestandsregulering ble klassifisert som parr i 15 segmenter (58 % av arealet), yngel i fem segmenter (27 % av arealet), yngel og parr i to segmenter (7 % av arealet), ukjent i to segmenter (6 % av arealet) og parr og yngel i ett segment (2 % av arealet). Resultatet av denne klassifiseringen ble sammenholdt med data fra ungfiskundersøkelsene utført i 2018 og 2019 ved å se på forholdet mellom årsyngel og parr på 15 elfiskestasjoner på strekningen. Stasjon 9 og 15 ble bare undersøkt i 2018. I **figur 8.11-8.13** er forholdet mellom yngel og parr på stasjonene i 2018 og 2019, samt forholdet mellom yngel i 2018 og parr i 2019 vurdert.

**Tabell 8.5.** Klassifisering av stadium for bestandsregulering utfra klassifisering av mengde og fordeling av gytehabitat og skjultilgang.

		Gytehabitat		
		Lite (< 1%)	Moderat (1-10%)	Mye (> 10%)
Skjul	Lite (< 5)	Yngel+Parr	Parr+Yngel	Parr
	Moderat (5-10)	Yngel	Yngel+Parr	Parr
	Mye (> 10)	Yngel	Yngel	Ukjent

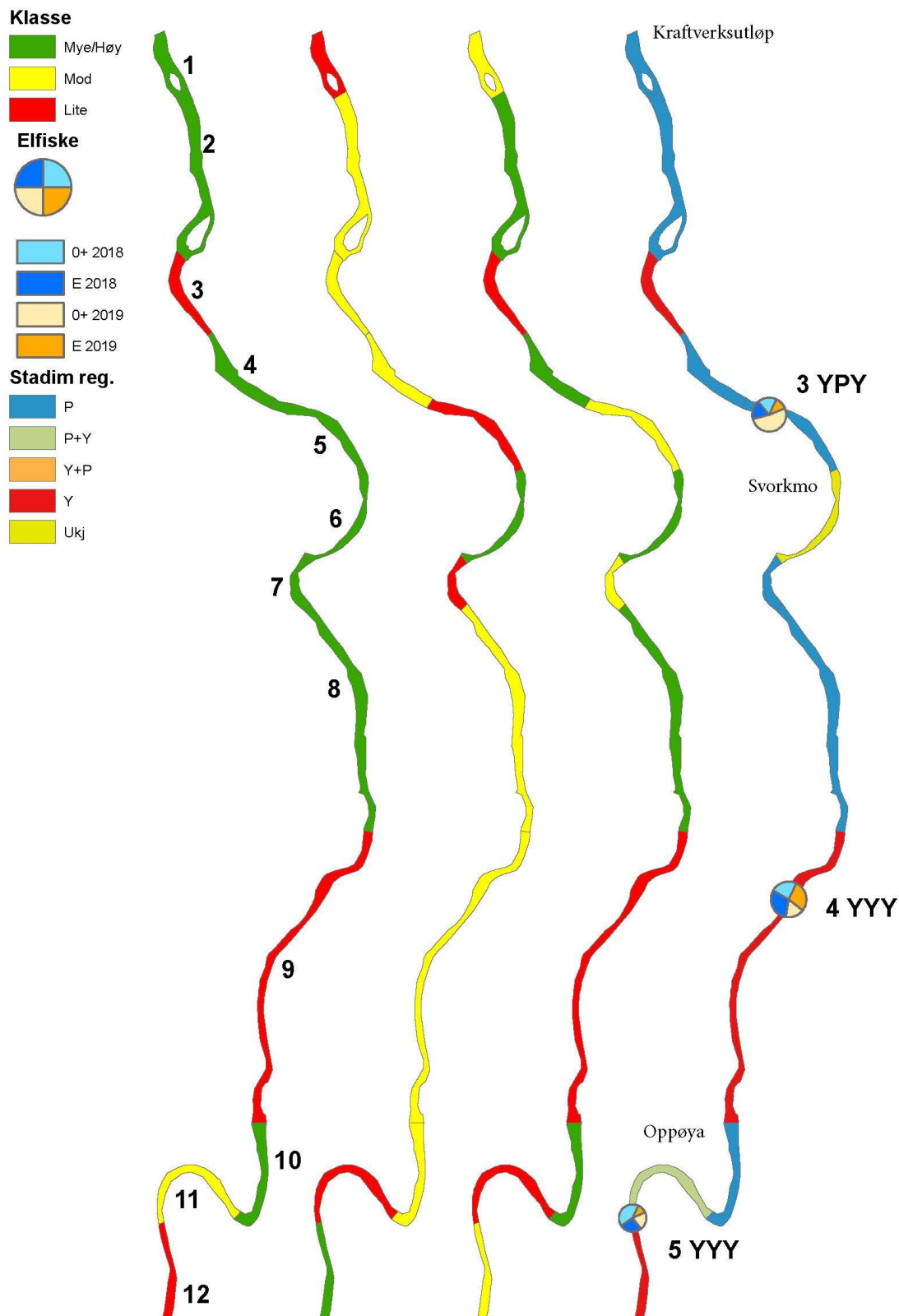
Vurderingene basert på forholdet mellom årsyngel og parr (**tabell 8.6**) varierer for noen av de 15 elfiskestasjonene. Klassifisering er basert på forhold mellom årsyngel og parr i årene 2018 og 2019, samt basert på å følge 2018 årsklassen. Av de 13 stasjonene som ble undersøkt begge årene, ble stadium for bestandsregulering klassifisert likt for alle tre metoder på 8 stasjoner. For

de fem stasjonene med ulik klassifisering gir to av metodene samme svar og et avvik. Den stasjonen med størst avvik mellom vurderingene er stasjon 3 nedstrøms Svorkmo. Denne er vurdert som begrenset på yngelstadiet basert på ungfisk i 2018 og 2018 kohorten (yngel 2018, eldre 2019) og begrenset på parrstadiet basert på 2019 dataene. Forskjellen i klassifisering på stasjon 3 skyldes lav tetthet av yngel i 2018 og relativ høy tetthet i 2019, som trolig er et resultat av at det har vært lite gyting i området høsten 2017 og mere gyting høsten 2018.

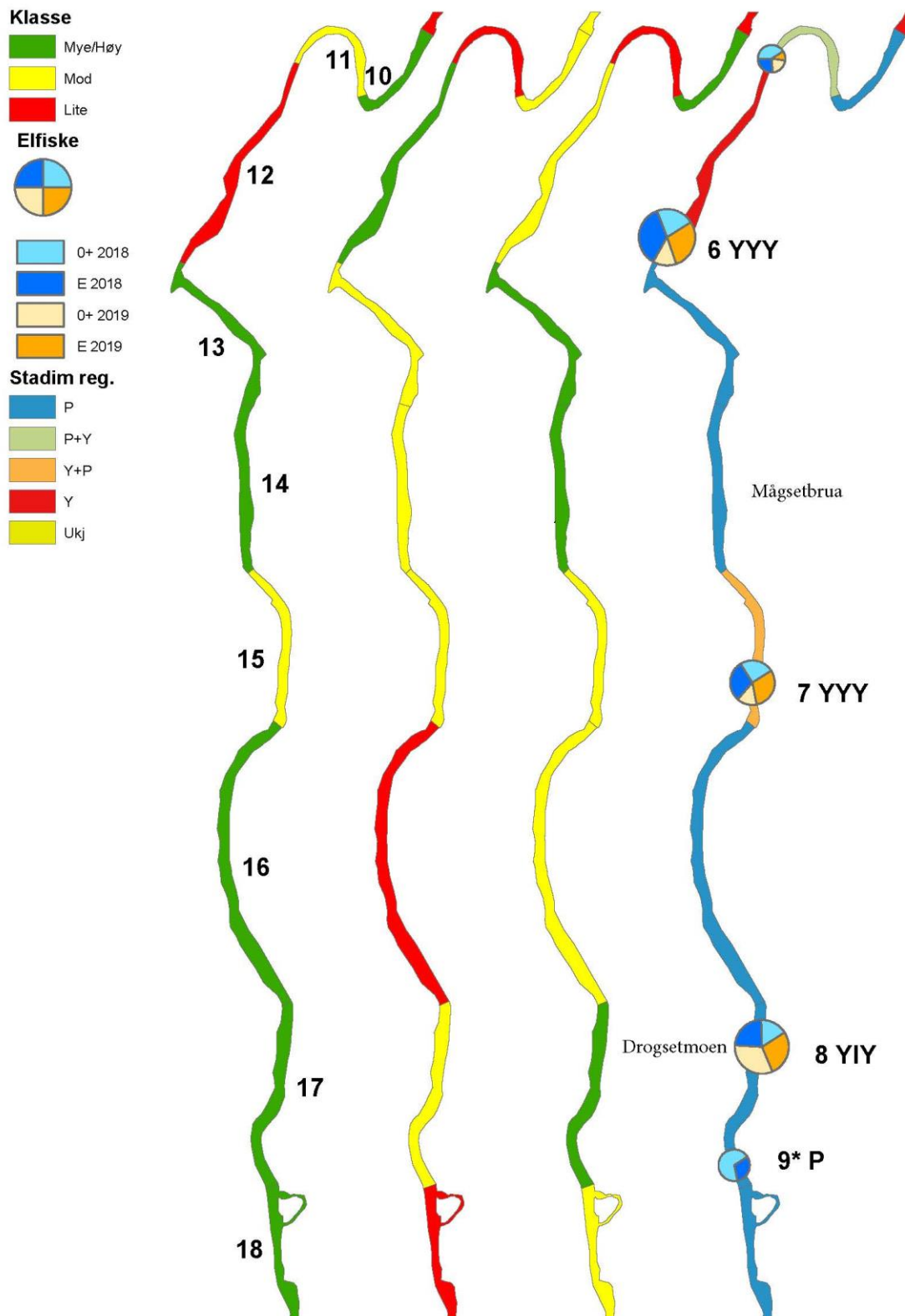
**Tabell 8.6.** *Klassifisering av begrensende stadium basert på forholdet mellom tetthet av årsyngel og parr ved elfiske.*

Forhold yngel/parr	Begrensende stadium
< 1 og lave tettheter	Rekruttering
1-2.5	Ingen
> 2.5	Parr

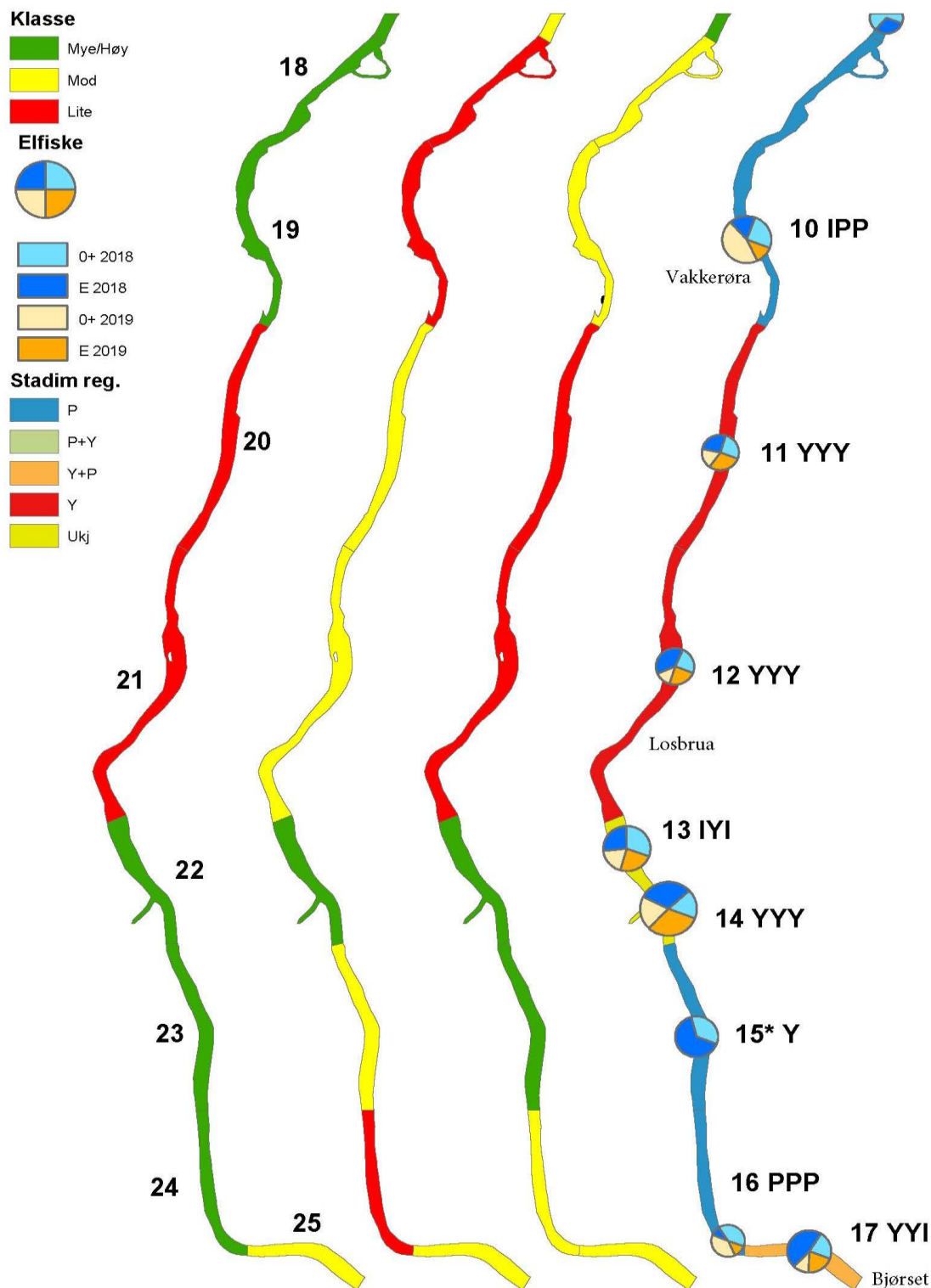
Vurderingene av stadium for bestandsregulering basert på henholdsvis habitat og ungfiskdata samsvarer i veldig stor grad med hverandre. Unntakene er stasjon 15 og stasjon 3 (diskutert tidligere). Stasjon 15 ligger i et segment som er klassifisert til å ha mye gytehabitat, moderat skjulkapasitet og høy produktivitet. Stasjonen har bare elfiskedata for 2018, og klassifiseringen er derfor sårbar for forskjell i rekruttering mellom år. Ungfiskdataene viser relativt gode tettheter med yngel (95,4 pr 100m<sup>2</sup>), men høye tettheter av parr (179,8 pr 100m<sup>2</sup>) gjør at forholdet mellom yngel og parr blir lavt og dermed klassifisert som rekrutteringsbegrenset.



**Figur 8.11.** Habitatdiagnose på strekningen fra Oppøya til kraftverksutløpet. Fra venstre til høyre: gytehabitat (lite-mye) og segmentnummer, vekta skjul (lite-mye), produktivitet (lite-høy), stadium for regulering og elfiskestasjoner. Elfiskestasjonene er markert med stasjonsnummer og begrensende stadium (yngel-Y, parr-P og ingen-I) basert på forholdet mellom yngel og parr (tabell 8.6) i 2018, 2019 og på forholdet mellom årsyngel i 2018 og parr i 2019. Vannretningen er fra Oppøya til kraftverksutløpet.



**Figur 8.12.** Habitatdiagnose på strekningen fra Trettøya til Oppøya.. Fra venstre til høyre: gytehabitat (lite-mye) og segmentnummer, vekta skjul (lite-mye), produktivitet (lite-høy), stadium for regulering og elfiskestasjoner. Elfiskestasjonene er markert med stasjonsnummer og begrensende stadium (yngel-Y, parr-P og ingen-I) basert på forholdet mellom yngel og parr (tabell 8.6) i 2018, 2019 og på forholdet mellom årsyngel i 2018 og parr i 2019. Stasjon 9 har bare elfiskedata fra 2018. Vannretningen er fra Trettøya til Oppøya.



**Figur 8.13.** Habitatdiagnose på strekningen fra Bjørset til Trettøya. Fra venstre til høyre: gyte-habitat (lite-mye) og segmentnummer, vekta skjul (lite-mye), produktivitet (lite-høy), stadium for regulering og elfiskestasjoner. Elfiskestasjonene er markert med stasjonsnummer og begrensende stadium (yngel-Y, parr-P og ingen-I) basert på forholdet mellom yngel og parr (**tabell 8.6**) i 2018, 2019 og på forholdet mellom årsyngel i 2018 og parr i 2019. Stasjon 15 har bare elfiske-data fra 2018. Vannretningen er fra Bjørset til Trettøya.



Vanddekt areal ble digitalisert på tre vannføringer på en 13,5 km lang strekning fra Oppøya til Hove (ca. 2 km nedstrøms Bjørsetdammen). Vannføring på bildene fra 2007 var ikke mulig å fastslå nøyaktig, men ligger mellom ca. 28-40 m<sup>3</sup>/s. Det var veldig liten forskjell på vanddekt areal på henholdsvis 21,5 og over 28 m<sup>3</sup>/s (**tabell 8.7**), og en reduksjon i vannføring på 45 % fra 21,5 til 11,9 m<sup>3</sup>/s resulterte i en reduksjon av vanddekt areal på 9 %. Vanddekt areal på minstevannføring (4,5 m<sup>3</sup>/s) estimert fra skråbilder tatt med drone var i gjennomsnitt 80 % av antatt breddfull elv. Dette varierte mellom 76 % og 87 % på de sju bildene som ble analysert. I fotoserien fra 2007 med over 28 m<sup>3</sup>/s fremstår elva som nesten breddfull slik at sammenligning med resultatene fra skråfotoene er akseptabel. I og med at elva ikke er helt breddfull på 2007 bildene blir den prosentvise reduksjonen i vanddekt areal på 20 % mellom vannføring på 28-40 til 4,5 m<sup>3</sup>/s en maksimalverdi.

**Tabell 8.7.** Undersøkelser av vanddekt areal ved ulike vannføringer fra drone og flyfoto. Prosent er avrundet til nærmeste heltall.

Type	Fotodato	Vannføring (m <sup>3</sup> /s)	Areal (m <sup>2</sup> )	Prosent av 2007
Skråfoto fra drone	08.11.2018 og 01.11.2019	4,5		80 %
Flyfoto	15.09.2009	11,9	568047	91 %
Flyfoto	21.05.2018	21,5	621659	100 %
Flyfoto	30.05.2007	28-40	624475	100 %

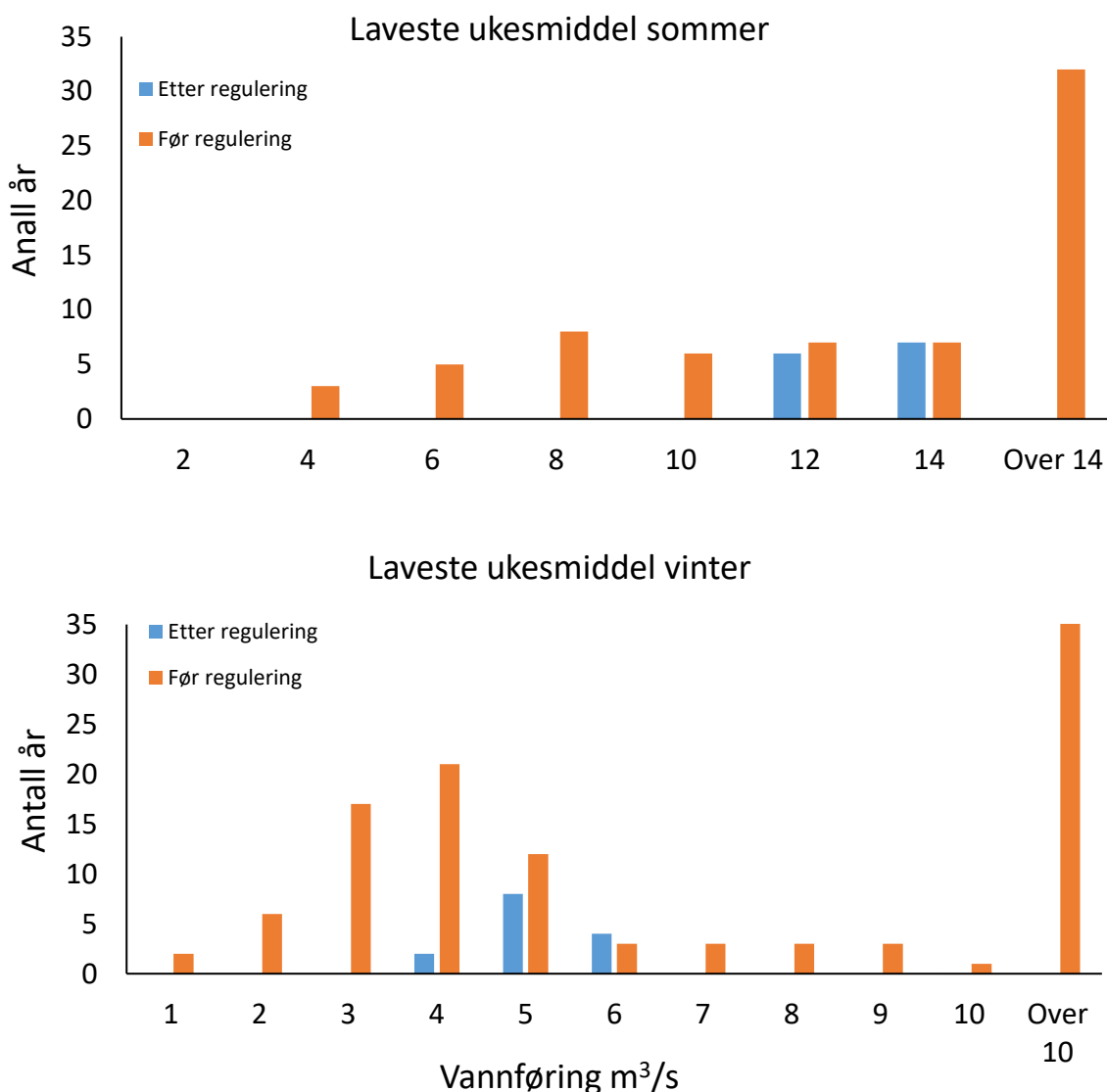
Områdene hvor skråfoto er henta ut fra dronevideo inkluderer noen av de breieste og grunneste elvepartiene på hele minstevannføringsstrekningen, hvor en ville anta å finne størst effekt av reduksjon av vannføring. Analyse av vannføringsfrekvenser før og etter regulering ble utført ved å sammenligne målepunkt Syrstad før regulering (1912-1980) med målepunkt Storsteinhølen etter regulering (2007-2020). Laveste ukesmiddel i vinterperioden (1. november-30. april) og sommerperioden (1. juni -30. september) ble funnet for hvert år.

Frekvensfordelingen i sommerperioden (**figur 8.14**) viser at laveste ukesmiddelvannføring i snitt er lavere i årene etter regulering, men at en etter regulering unngår de ekstremt lave sommervannføringene som tidligere kunne inntreffe. Median laveste ukesmiddel i årene før regulering var 17 m<sup>3</sup>/s, og etter regulering 12 m<sup>3</sup>/s. Laveste ukesmiddelvannføring i vinterperioden er i snitt høyere i årene etter regulering enn før, og også om vinteren unngås ekstremt lave ukesmiddelvannføringer (**figur 8.14**). Median laveste ukesmiddel i årene før regulering var 4,5 m<sup>3</sup>/s, og etter regulering 4,6 m<sup>3</sup>/s.

Endringer i vannføringsforhold under smoltutvandringsperioden ble undersøkt i henhold til Forseth og Harby (2013) som forutsetter at høy og variabel vannføring i smoltutvandringsperioden gir rask og synkron utvandring av smolt og dermed bedre overlevelse. Vannføring og vannføringsvariasjon i smoltutvandringsperioden, som i hovedsak strekker seg fra siste uke i april til og med første uke i juni (Hvidsten mfl. 2004) før og etter regulering ble beregnet. Gjennomsnittlig vannføring i smoltutvandringsperioden er nå 24 % av gjennomsnittet før regulering, men variasjonskoeffisienten er omtrent lik (0,39 før og 0,42 etter).

Endring av vanddekt areal med vannføring er på strekningen Bjørset-Svorkmo veldig slak, på minstevannføring 4,5 m<sup>3</sup>/s er minst 80 % av breddfull elv vanddekt. Dette gjør at betydningen av vannføring som begrensende faktor på strekningen vurderes som lav. Endring i vannføringsforholdene i sommerperioden vurderes til å ha en svak negativ effekt på bestanden, men fravær av ekstremt lave sommervannføringer som har vært helt nede på et 2 m<sup>3</sup>/s før regulering må ansees som positivt. Vintervannføringen etter regulering vurderes til å ha en positiv effekt på bestanden, både ved at den er litt økt og at en unngår ekstremt lave vannføringer vinterstid. Tidligere undersøkelser har vist at smoltalder i Orkla har økt med 0,4 år etter regulering (Hvidsten mfl. 2004), mest trolig på grunn av reduserte vanntemperatur sommer og økte temperaturer på vinteren.

Endringer i vanntemperaturer skal ikke ha ført til store endringer i tidspunkt for islegging og isgang på strekningen (Boe og Roen 1986, referert til i Hvidsten mfl. 2004).



**Figur 8.14.** Frekvensfordeling av laveste ukesmiddelvanntføring sommer (1. juni -30. september, øverst) og vinter (1. november-30. april, nederst) Før regulering (oransje) basert på målepunkt Sørstad 1912-1980, og etter regulering (blå) basert på målepunkt Storsteinen 2007-2020.

Ved gjennomgang av dronevideo fra 2018 ble det observert mulige tørrlagte gytegrøper i området nedstrøms Bjørsetdammen. Disse ble undersøkt på våren 2019 ved å forsiktig grave i antatte gytegrøper for å sjekke tilstedeværelse av egg og status på disse. Tre ulike grøper like nedstrøms Bjørsetdammen ble påvist tørrlagt og med døde egg. Store ismengder gjorde det vanskelig å finne alle gytegrøpene som var observert nedstrøms Storsteinen, og ved kraftlinja ble levende egg funnet i ei delvis tørrlagt gytegrop. Samme undersøkelse ble gjort våren 2020 uten funn av tørrlagte gytegrøper, da ble også områdene ved Drogsetmoen og Svorkmo undersøkt. På video fra 2018 ble det også observert voksen laks som var blitt sperret inne i en høl like nedstrøms Bjørsetdammen.

### 8.3 Diskusjon

Identifisert stadium for bestandsregulering fra habitatkartlegging og ungfiskundersøkelsene samstemte godt på strekningen mellom Bjørsetdammen og utløp ved Svorkmo. Begrensende stadium basert på habitatkartlegging er for 15 segmenter (58 % av arealet) parrstadiet, begrenset av skjultilgang. Segmentene med lite skjul er imidlertid klassifisert til å ha høy og moderat produktivitet, med unntak av segment 11 (stryket ved Oppøya) hvor produktivitet er klassifisert som lav på grunn av lite skjul. Segment 11 er dominert av grov stein, og det er grunn til å anta at skjulmålingene i segment 11 ikke reflekterer den faktiske egnetheten området har for parr. Resten av segmentene som er klassifisert som lavproduktive har alle havnet i den kategorien basert på lite gytehabitat. Om disse segmentene hadde blitt tilført gyteområder (areal og spredning) nok til å bli klassifisert som «mye» gytehabitat, ville alle skiftet klasse til høyproduktive.

Basert på flyfoto og dronefoto er det kun en svak sammenheng mellom vannføring og vanddekt areal. Dette gjør at betydningen av vannføring som begrensende faktor på fiskeproduksjon vurderes som lav på strekningen.

Reduksjon i median laveste sommervannføring (ukesmiddel) etter regulering klassifiseres som en svak flaskehals, men minstevannføringen sikrer også mot ekstremt lave sommervannføringer som kunne forekomme før regulering. Lave sommervannføringer med høye vanntemperaturer kan representere sterke flaskehals.

Økning i median laveste vintervannføring (ukesmiddel) etter regulering klassifiseres til å ha positiv effekt på bestanden. Minstevannføringen sikrer også mot ekstremt lave vintervannføringer som kunne forekomme før regulering. Økt minstevannføring om vinteren er tidligere vist å ha gitt økt smoltproduksjon i Orkla (Hvidsten mfl. 2004).

Gytevannstand er vurdert til å være en liten eller ingen flaskehals for eggoverlevelse. Dette er basert på både sammenhengen mellom vannføring og vanddekt areal, samt undersøkelser av gytegroper i felt. Til tross for funn av noen tørrlagte gytegroper nedstrøms Bjørsetdammen fra gytinga i 2018, ser det ut til at dagens praksis med å gå ned i vannføring i slutten av oktober i stor grad hindrer gyting på områder som blir tørrlagt.

Sannsynlighet for yngelhabitat som flaskehals er vurdert som lav, da strekningen er moderat bratt og har en blanding av stryk og stillere partier. Etter regulering vil reduksjon i vannføring om sommeren trolig ha ført til en økning av områder med egnet vannhastighet for yngel.

Gjennomsnittslengden på yngel høsten 2019 var på strekningen 45 mm. Lengder før regulering på denne strekningen har vi ikke klart å finne, men gitt at den er redusert vil dette klassifiseres som en moderat flaskehals. Lengden av yngel på strekningen Storås-Svorkmo var noe høyere enn for andre områder i Orkla i 2019 (Solem mfl. 2020). Dette kan skyldes at vannet i større grad blir oppvarmet nedover i minstevannføringsstrekningen på grunn av lavere vannføring, samt får tilført vann av høyere temperatur fra sideelver. Denne strekningen hadde også høye tettheter av årsyngel sammenlignet med andre strekninger i elva, noe som utelukker at lengdeforskjellen skyldes lavere tettheter. Tidligere undersøkelser og vekstmodellering basert på lengde av yngel ved Merkbrua i Rennebu og temperaturendring forårsaket av regulering, tyder på en reduksjon på lengden av yngel etter endt vekstsesong på 1,8 mm (Hvidsten mfl. 2004).

Redusert smoltproduksjon på grunn av temperatur er sannsynliggjort fra tidligere undersøkelser i vassdraget som viser en økning i smoltalder på 0,4 år etter regulering, men at denne effekten blir mer enn utlignet av den positive effekten av økt vintervannføring (Hvidsten mfl. 2004).

Redusert smoltoverlevelse under utvandring er utfra reduksjon i vannføring og variasjonen i vannføring under utvandring klassifisert som moderat.

Sannsynlighet for habitatforringelse som følge av regulering på grunn av homogenisering av elveløpet er lav. Imidlertid vil kombinasjonen av forbygninger, reduksjon av flomfrekvens og

størrelse samt at Bjørsetdammen hindrer bunntransport av elvestein inn i strekningen, i sum kunne hindre naturlig tilførsel av elvestein til strekningen.

### 8.3.1 Forslag til tiltak

Tiltak kan gjennomføres for å øke produktiviteten av elvesegmenter ved å endre de fysiske eller hydrologiske forholdene. Dette kan gjøres ved å ta utgangspunkt i de identifiserte flaskehalsene og finne løsninger som enten øker mengden av den faktoren som begrenser produktiviteten til segmentet (gytesubstrat eller skjul) eller reduserer negative effekter av for eksempel vannføeringsregimer. Levetiden til fysiske habitattiltak som utlegging av gytesubstrat eller harving/ripping for å øke skjultilgang er relativt kort og kan spenne fra noen år til noen tiår, og vil ofte kreve vedlikehold for å fungere. Mer varig forbedring av habitat kan trolig oppnås ved å legge til rette for naturlige erosjonsprosesser som sikrer tilførsel av stein både til skjul og gyting. Slike tiltak kan imidlertid være langt mer krevende å gjennomføre enn aktiv tilførsel av substrat, siden fjerning av eksisterende forbygninger kan involvere mange aktører og kan ha samfunnsmessige konsekvenser som økt sjans for skader på infrastruktur og jordbruk som følge av flom/erosjon/ras. En gjennomgang av forbygninger med tanke på om de i dag har en funksjon, samt mulighet og konsekvens ved eventuelt fjerning, anbefales. Ved endring av utløp av sideelver for å lette oppgang av fisk, bør massene ikke fjernes fra elva som tidligere praksis har vært, men tilbakeføres til elva. Dette gjelder også ved en eventuell fremtidig utgraving av masser som har sedimentert i bassenget ovenfor Bjørsetdammen.

Basert på flaskehalsanalysen vil det tiltaket som vil øke produktiviteten på strekningen mest og ha minst kostnad være å tilføre gyteareal i segmentene 9, 12, 20 og 21. Dette vil endre klassifiseringa av 25 % av strekningen fra lav til høy produktiv. I segment 3, som også er klassifisert som lavproduktivt på grunn av lite gytehabitat, er vanddybden så stor og vannhastigheten så lav at etablering av gytehabitat ikke er et aktuelt tiltak. Det siste segmentet som er klassifisert som lavproduktivt, segment 11, er havnet i denne kategorien på grunn av lite skjul. Dette segmentet er dominert av grov stein (> 30 cm) og fremstår som skjulrikt, og det er trolig at skjulmålingene her ikke fanger opp den faktiske skjulmengden når steinstørrelsen nærmer seg rutestørrelsen (50 x 50 cm). I noen segmenter med gode gytehabitat men lite skjul, for eksempel segment 5 og 24, vil utlegg av grov stein i rekker eller felter kunne være aktuelle tiltak. Slike tiltak må ikke utformes slik at de reduserer områdenes egnethet for gyting. I tillegg til å etablere nye gyteområder bør det undersøkes om det kan gjøres tiltak i Granmohølen og Johølen som virker underutnyttet med tanke på gyting i dag. I Drogsethølen er det mengder med godt gytesubstrat, men vannstrømmen går muligens ikke optimalt i forhold til gyting i disse områdene. I Johølen er gytesubstratet veldig begrodd og området var ikke benyttet til gyting i 2019. Det bør undersøkes om begroinga kan skyldes lokal tilførsel av kloakk, da ingen av de øvrige områdene har slik begroing. Observasjon av både tørrlagte gytegroper samt innestengt gytefisk i hølen direkte nedstrøms Bjørsetdammen, gjør at en enten bør senke utløpet av denne eller sørge for at mere av vannet som slippes gjennom luke 1 på minstevannføring går dit.

TrønderEnergi Kraft AS startet høsten 2020 et forsøk med å redusere vintervannføring allerede fra 15. september mot tidligere slutten av oktober. Forsøket evalueres med blant annet ungfiskundersøkelse tre år før og etter oppstart. I og med at det meste av oppvandrende fisk har passert Bjørsetdammen allerede i begynnelsen av september og muligheten for fisk å forflytte seg innen minstevannføringsstrekking fremstår som god også på minstevannføring, er det lite som tyder på at det vil være negativt å sette ned vannføring fra 10 m<sup>3</sup>/s til 4 m<sup>3</sup>/s tidligere på høsten. Minstevannføringsstrekkingen taper vann på dette og den ekstra vannmengden som går til Svorkmo kraftverk i denne perioden bør kunne tilbakeføres til strekningen i form av forhøyet vintervannføring tilsvarende økningen i Svorkmo kraftverk som følge av tidligere nedgang til vintervannføring.

De fysiske tiltakene foreslått her er begrenset til det området av Orkla som er omfattet av pålegget Bjørsetdammen til utløp Svorkmo kraftverk. Det kan derfor ikke utelukkes at en vil kunne få mere igjen i form av økt fiskeproduksjon ved å utføre tiltak andre steder i elva.

## 9 Vannføringsforhold

Formålet med pålegget er å identifisere raske vannstandsreduksjoner knyttet til kraftverksdrift, som potensielt kan føre til stranding eller andre negative regulerings effekter hos ungfisk. Det er tre kraftverk i Orkla hvor raske vannstands endringer kan medføre problemer med stranding eller utarming på lakseførende strekning: Svorkmo, Grana og Brattset. Produksjonstilpasningene ved Brattset og Grana kraftverk skjer vanligvis over relativt kort tid (innen 1-2 timer) og har i perioder av året en periodisk døgnvariabel produksjonstilpasning bestemt av etterspørsel og pris. Driften av Svorkmo kraftverk skiller seg ut ved at den hovedsakelig reguleres ut fra å holde vannstanden i Bjørsetdammen på et konstant nivå og større endringer i driftsvannføring skjer derfor normalt over flere timer.

Vi har i tidligere årsrapporter (Solem mfl. 2019a, Solem mfl. 2020) gjort analyser av omfang og mulige konsekvenser av raske vannstands endringer i perioden 2000-2019, basert på tilgjengelige tidsserier av driftsvannføring i kraftverkene, i tillegg til vannføring registrert ved målestasjonen Syrstad og Brattset. Her i sluttrapporten suppleres resultatene med tilsvarende beregninger for 2020 og 2021. Analysene bygger på metodikken beskrevet i håndboka «Miljøvirkninger av effektkjøring: Kunnskapsstatus og råd til forvaltning og industri» (Bakken mfl. 2016). Fokuset er på raske nedkjøringer, siden det er dette som potensielt har størst påvirkning på fisk og bunndyr.

TrønderEnergi Kraft AS v/Frode Vassenden plasserte i 2020 ut loggere for måling av vannstand med kort tidsintervall på en rekke steder nedstrøms Brattset og Grana kraftverk. Dette har gitt gode data på hastigheten på vannstandsreduksjonen i ulike deler av elva. Basert på vannstands målingene og oppmålinger på flyfoto, laget Vassenden en simuleringsmodell som beregner vannførings endringer mellom Brattset og Bjørsetdammen ved ulike kjøremønstre og tiltak (se **vedlegg 6**). Resultatene fra dette arbeidet tas inn i vurderinger og diskusjonen i dette kapittelet.

### 9.1 Metode

Ved klassifisering av påvirkning av effektkjøring, benytter Bakken mfl. (2016) seks ulike parametre (**tabell 9.1**): senkningshastighet, tørrlagt areal, amplitude (størrelsen på svingningene i vannføring), frekvens (andel dager per år med effektkjøring), fordeling (gjennom døgnet og året) og tidspunkt (når på året og lysforhold). I tidligere rapporter (Solem mfl. 2019a, Solem mfl. 2020) er alle parameterne unntatt senkningshastighet og tørrlagt areal blitt vurdert for nedkjøringer ved Brattset og Grana kraftverk. Vannstandsmålingene som ble gjort i regi TrønderEnergi Kraft AS i 2020, har gjort det mulig ta inn senkningshastighet i vurderingen, men det er ikke beregnet hvor stort areal som tørrlegges.

**Tabell 9.1.** Klassifiseringstabell for vurdering av hvor stor påvirkning effektkjøring har for elve-økosystemet (kopiert tabell 5.2. fra Bakken mfl. 2016).

Påvirkningsfaktor	Indikator	Kriterium for klasseplassering			
		Svært stor (verdi 4)	Stor (verdi 3)	Moderat (verdi 2)	Liten (verdi 1)
P1: Senkningshastighet	Vannstands-endring, angitt pr time [cm/t]	> 20	13-20	5-13	< 5
P2: Tørrlagt areal	Endring i vanddekt areal ved vannførings-reduksjon fra Qmaks til Qmin [%]	> 20	10-20	5-10	< 5
P3: Størrelse av vannførings-svingningene (amplitude)	Vannføringsforholdet $Q_{maks} / Q_{min}$	> 5	3-5	1.5-3	< 1.5
P4: Frekvens	Årlig frekvens (andel/ antall dager per år med effektkjøring)	>40 % (>146 d)	25-40 % (92-146 d)	10-25 % (37-91 d)	<10 % (< 37 d)
P5: Fordeling		Irregulært over hele året	Irregulært i perioder	Døgn-regulering i flere perioder	Døgn-regulering i inntil to perioder
P6: Tidspunkt	Vannstands-reduksjon i kritiske perioder	I dagslys om vinteren	I mørke om vinteren	Sommer og høst	Vår og forsommer

### 9.1.1 Datakilder

I Orkla er det aktive målestasjoner for vannføring ved Brattset, Syrstad og Storsteinhølen. I tillegg måles driftsvannføring i de tre kraftverkene Svorkmo, Grana og Brattset. Data fra målestasjonene ved Brattset, Syrstad og Storsteinhølen er lastet ned fra Norges vassdrag- og energidirektorats database Hydra II. Kvalitetssikrede data fra arkivet Hykval finnes fram til 15. januar 2019, mens data etter dette er hentet fra arkivet Hytran og kan inneholde noen feilmålinger. Ved målestasjonene i elva er det vannstanden som måles, mens vannføringen blir beregnet fra vannføringskurver. Alle seriene logges i dag med timesoppløsning. Driftsvannføring for kraftverkene er fra TrønderEnergi Kraft sin database. Disse måleseriene starter først fra 2000, så vi velger derfor å begrense analysen med historisk statistikk til perioden 01.01.2000-31.12.2021. Statistikk over episoder med raske vannføringsendringer baserer seg på dataseriene for driftsvannføring, mens måleserien fra Brattset og Syrstad blir benyttet som grunnlag for vurdering av effekten av nedkjøringer i elva. Statistikk over når på året og døgnet det er nedkjøringer, vil danne et grunnlag for å vurdere potensialet for skade på bestandene. Nedkjøringer om våren og på dagtid om vinteren er vurdert å gi størst risiko for stranding av laks- og ørretunger (Bakken mfl. 2016).

### 9.1.2 Definisjon av episode med rask vannføringsendring

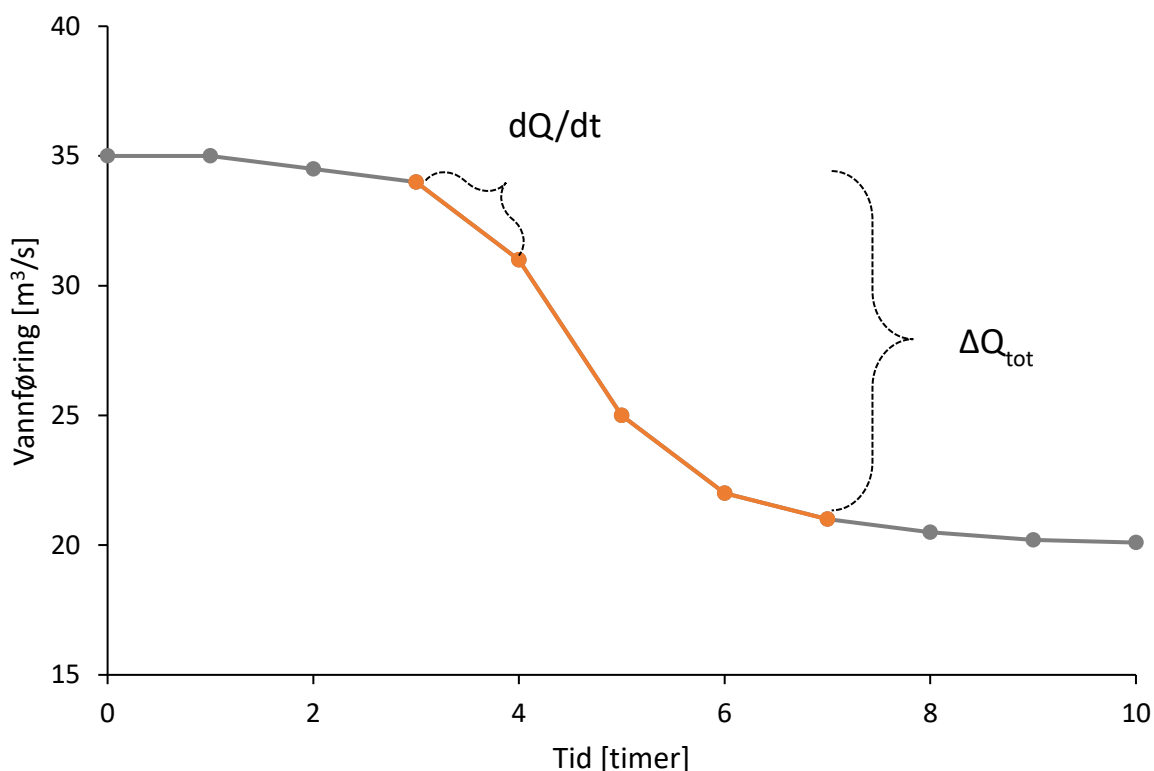
Hvor stor eller hvor rask en endring i vannføring skal være for at det skal defineres som en episode, blir en skjønnsmessig vurdering. Med én times samplingsintervall vil endringshastigheten og størrelsen på endringen i de fleste tilfeller bli underestimert. Hvor stor effekt en nedkjøring har på vannstand og vanddekt areal i elva, avhenger også av hvor stor vannføringen er i elva når nedkjøringen starter.

Vi har definert en episode med rask vannføringsendring basert på to parametere (**figur 9.1**):

- 1) endringen i vannføring mellom to målepunkter (timesverdier),  $|\Delta Q/\Delta t|$ , er større enn en bestemt grenseverdi,  $r_{lim}$
- 2) samlet endring i vannføring  $|\Delta Q_{tot}|$  over hele perioden som oppfyller 1) er større enn en bestemt terskelverdi,  $dQ_{lim}$ .

Grenseverdiene ble bestemt ved en interaktiv prosess basert på visuell inspeksjon, hvor målet er å fange opp nedkjøringer av en viss størrelse. Metoden er en noe forenklet versjon av den som er beskrevet av Sauterleute & Charmasson (2014) for å karakterisere effektkjøring. Det ble laget et script i programpakken R for å gjøre beregninger, bestemme egnede grenseverdier og definere episodene.

For Grana og Brattset kraftverk er det benyttet grenseverdien  $r_{lim} = 1 \text{ m}^3/\text{s}$  per time, mens vi har brukt verdien  $r_{lim} = 5 \text{ m}^3/\text{s}$  per time for Svorkmo kraftverk. Grana og Brattset kraftverk driftes med relativt raske endringer i driftsvannføring (Solem mfl. 2019a), så ved å velge en lav verdi her, sikrer vi at vi får med mest mulig av starten og slutten på nedkjøringen, selv med én times samplingsintervall. Siden endringene i driftsvannføring normalt skjer saktere ved Svorkmo kraftverk, ble grenseverdien valgt høyere for å unngå å inkludere vannføringsendringer som er innenfor normalen for en uregulert elv. Terskelverdiene  $dQ_{lim}$  ble valgt til  $7,5 \text{ m}^3/\text{s}$  for Brattset,  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  for Grana og  $15 \text{ m}^3/\text{s}$  for Svorkmo kraftverk. Differensieringen er gjort ut fra forventet effekt i elvestrengen med høyere vannføring nedover i vassdraget. Resultatene fra vannstandsmålingene med høy oppløsning nedstrøms Brattset og Grana kraftverk, gir støtte for valg av grenseverdier for disse to kraftverkene.



**Figur 9.1.** En nedkjøringsepisode (–) ble definert ut fra to kriterier: 1) at hastigheten på vannføringsendringen mellom to måletidspunkt ( $dQ/dt$ ) var større enn en gitt grenseverdi ( $r_{lim}$ ) og 2) at summen av vannføringsendringene ( $\Delta Q_{tot}$ ) over perioden, hvor kriterium 1) er oppfylt, er større enn en gitt grenseverdi ( $Q_{lim}$ ).

### 9.1.3 Effekten av nedkjøringer på vannføring og vannstand i elva

Nedstrøms utløpet av Brattset kraftverk og ned til utløpet av Grana kraftverk påvirkes elvestrengen bare av nedkjøringene ved Brattset. Hastigheten på vannstandsendringer i elva vil være størst nærmest kraftverket og bli mer avdempet lenger ned i elva. Like nedstrøms utløpet av Brattset er vannføringen tilnærmet lik summen av driftsvannføring ved Brattset og

vannføringen ved Brattset målestasjon og vi bruker dette som estimert vannføring i elva ved beregning av amplituden på vannføringsendringen. Amplituden er gitt av  $Q_e/Q_s$ , der  $Q_e$  og  $Q_s$  er vannføringen ved henholdsvis avslutning og start på nedkjøringsepisoden. I vurdering av påvirkning benyttes 90% persentilen av de observerte vannføringsratioene (Bakken mfl. 2016).

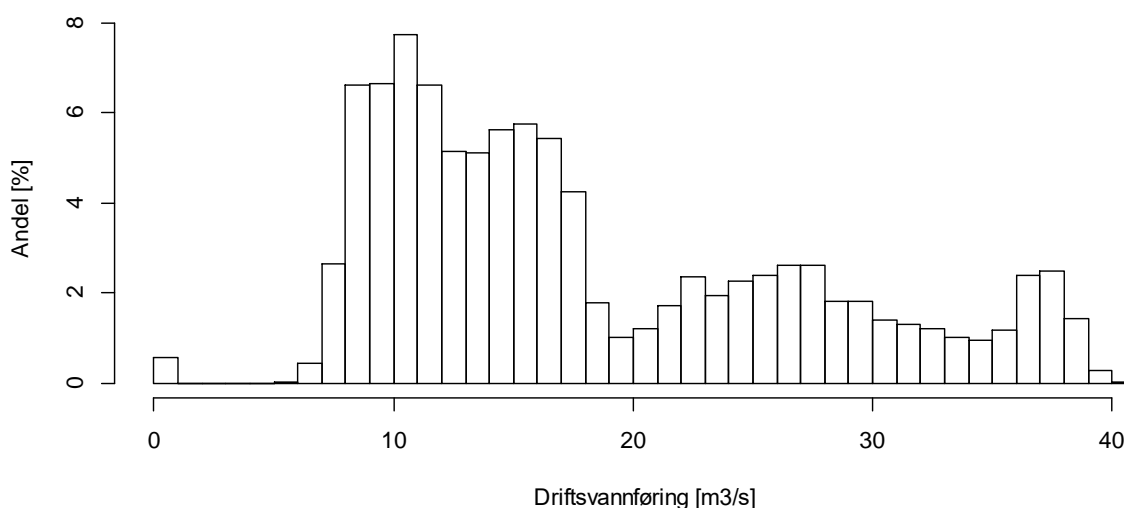
Fra utløpet av Grana kraftverk og ned til Bjørsetdammen, vil nedkjøringer fra begge kraftverkene Brattset og Grana påvirke vannstanden i elva. En brå vannføringsendring ved Brattset vil imidlertid være vesentlig avdempet når den når utløpet av Grana kraftverk (se **vedlegg 6**). Ved beregning av amplituden rett nedstrøms Brattset kraftverk antar vi derfor at vannføringen ved startpunktet for nedkjøringen ( $Q_s$ ) er lik vannføringen målt på Syrstad, og at sluttverdien etter nedkjøringen er tilnærmet  $Q_s$  minus størrelsen på nedkjøringen ved Grana kraftverk ( $\Delta Q_{tot}$ ).

For å få en idé om størrelsesorden på amplituden like nedstrøms Svorkmo kraftverk antar vi at vannføringen her er tilnærmet summen av vannføringen med Storsteinhølen og Svorkmo kraftverk. Dette vil gi en overestimering av vannføringsratioen, siden det er ikke tas hensyn til tilførsel fra sideløp mellom Storsteinhølen og kraftverket.

## 9.2 Resultater

### 9.2.1 Kjøremonster og fordeling av nedkjøringsepisoder i Brattset kraftverk

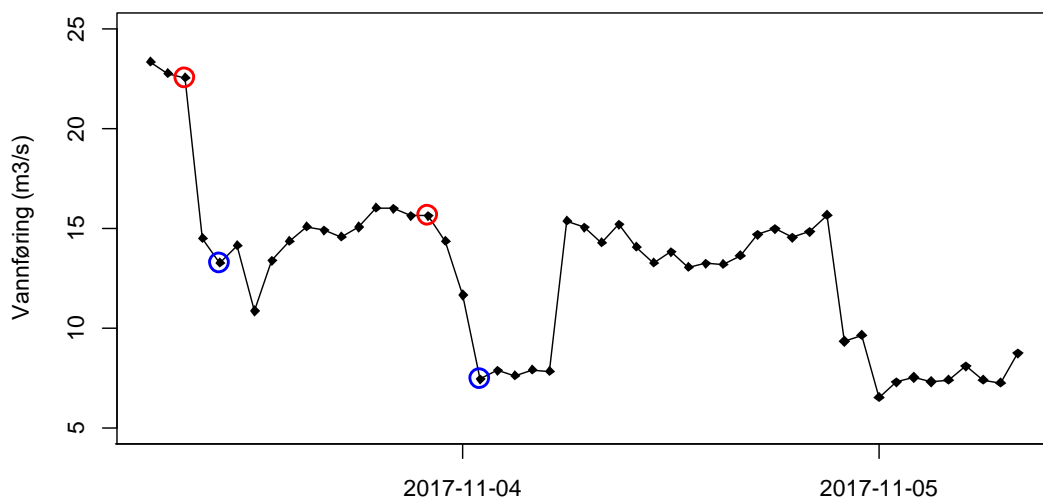
Brattset kraftverk har en slukekapasitet på 35 m<sup>3</sup>/s. Kraftverket driftes mer variert enn Grana, med vannføringer fra om lag 7-8 m<sup>3</sup>/s og opp til slukekapasiteten (**figur 9.2**). Konsesjonen pålegger Brattset kraftverk en vannføring på minst 10 m<sup>3</sup>/s nedstrøms utløpet fra Brattset. Driftsvannføringer under dette benyttes bare når vannføringen oppstrøms kraftverksutløpet er stor nok til å oppfylle dette kravet (Frode Vassenden, TrønderEnergi Kraft, pers.medd.). Brattset kraftverk blir i perioder driftet med døgnvariabel vannføring (**figur 9.3**), men dette skjer i stor grad uregelmessig (**vedlegg 2**).



**Figur 9.2.** Fordeling av registrerte timesverdier for driftsvannføring ved Brattset kraftverk i perioden 2000-2021.



I perioden 2000-2021 har antallet nedkjøringsepisoder (over 7,5 m<sup>3</sup>/s) variert fra rundt 15 til 120 per år (**tabell 9.1**) og med en økning over tid (**figur 9.4**). Gjennomsnittet i perioden 2000-2008 lå på 38 per år, mens det for perioden 2009-2021 var 78 per år ( $p < 0,001$ , Welch's tosidig t-test). Antall dager med effektkjøring har variert mellom 15 og 96 (**tabell 9.2**). Medianverdien siste 10 år er 55 dager, det vil si 15% av årets dager. Denne frekvensen klassifiseres til *moderat* påvirkning.



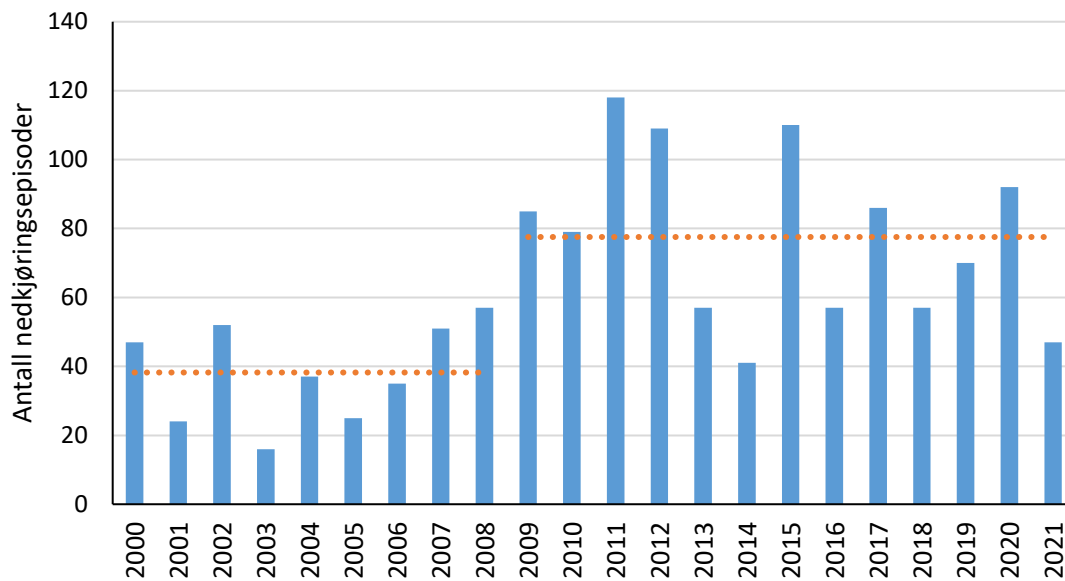
**Figur 9.3.** Eksempel på nedkjøringsepisoder ved Brattset kraftverk i begynnelsen av november 2017. Start og slutt på hver episode er markert med en rød og blå ring.

**Tabell 9.1.** Antall episoder med rask nedkjøring ved Brattset kraftverk fordelt på år og måned.

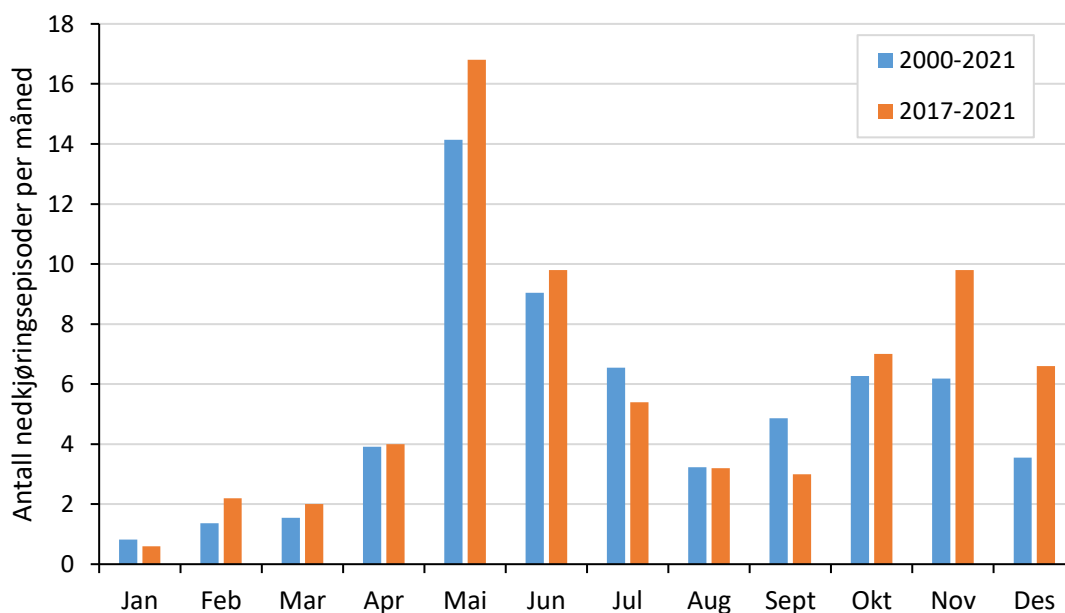
År	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sept	Okt	Nov	Des	Sum episoder	Sum dager
2000	0	0	0	7	7	3	11	4	4	4	3	4	47	41
2001	0	0	0	0	8	1	3	1	3	1	2	5	24	21
2002	2	7	6	2	12	2	4	1	0	9	7	0	52	46
2003	0	0	0	1	5	4	0	3	0	1	2	0	16	15
2004	1	1	1	4	6	6	6	0	7	3	2	0	37	31
2005	0	0	1	0	7	6	4	1	0	4	0	2	25	24
2006	2	0	0	1	11	6	2	1	5	1	1	5	35	32
2007	2	0	1	2	14	10	5	4	5	8	0	0	51	42
2008	0	4	3	4	14	10	9	1	7	0	4	1	57	51
2009	0	0	0	6	25	11	6	11	10	6	10	0	85	75
2010	0	0	0	0	20	17	20	5	0	8	8	1	79	60
2011	0	2	4	3	14	20	17	4	22	8	16	8	118	96
2012	7	0	4	7	12	9	1	3	13	35	17	1	109	82
2013	1	0	0	0	8	21	13	7	1	3	2	1	57	49
2014	0	0	0	9	18	4	0	0	3	3	2	2	41	31
2015	0	0	2	6	28	11	14	9	7	7	11	15	110	91
2016	0	5	2	14	18	9	2	0	5	2	0	0	57	44
2017	0	2	5	5	7	9	17	3	8	11	12	7	86	78
2018	0	1	1	5	15	0	0	4	2	5	15	9	57	50
2019	0	4	3	4	26	15	1	2	1	5	7	2	70	59
2020	2	4	1	3	19	21	7	2	4	7	12	10	92	70
2021	1	0	0	3	17	4	2	5	0	7	3	5	47	39
<b>Sum</b>	<b>18</b>	<b>30</b>	<b>34</b>	<b>86</b>	<b>311</b>	<b>199</b>	<b>144</b>	<b>71</b>	<b>107</b>	<b>138</b>	<b>136</b>	<b>78</b>	<b>1352</b>	<b>1127</b>

Mai måned skiller seg ut med flest episoder, men det er en del variasjon mellom år (**tabell 9.2, figur 9.5**). Det er færrest nedkjøringsepisoder i vintermånedene januar til mars (**tabell 9.2**), hvor produksjonen ofte holdes høy. Årsaken til dette er isforholdene i elva (Frode Vassenden, pers. medd.): «Når elva er islagt kan større vannføringsendringer bryte opp islokk eller rive opp annen is. Det er gunstig å ha et islokk i elva, for det minimerer problemer med tilfrysing av inntaket til Svorkmo kraftverk. De siste årene har elva vært isfri i større deler av vinteren enn før, og det har derfor vært mulig å ha en mer variabel vannføring». Vi vurderer fordelingen gjennom året som irregulært i perioder, noe som klassifiseres som *stor* påvirkning.

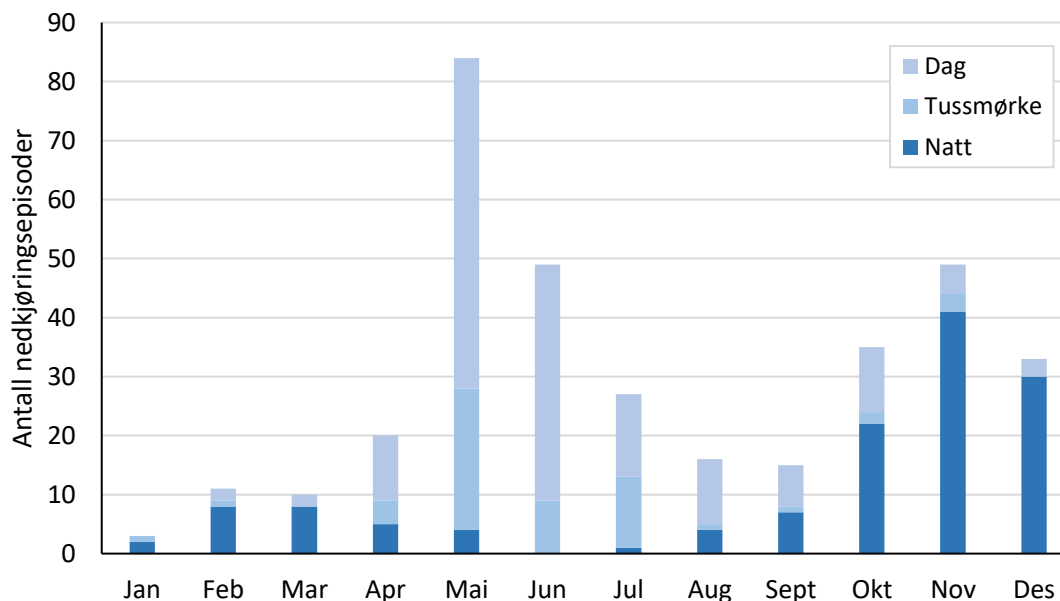
Lysforholdene under nedkjøringene samsvarer med endringene i lysforhold gjennom året, slik at det om våren og sommeren som regel er dagslys eller tussemørke under nedkjøringsepisodene, mens det i perioden oktober til januar som oftest er mørkt (**figur 9.6**). Selv om hovedtrenden følger dette mønsteret, er det imidlertid en andel av nedkjøringer som skjer når det er lyst også vinterstid. Vi klassifiserer påvirkningen gitt av lysforhold og tid på året som *stor* eller *svært stor*, siden det er effektkjøring i det mest kritiske tidsvinduet som skal være styrende (Bakken mfl. 2016)



**Figur 9.4.** Antall nedkjøringsepisoder per år for Brattset kraftverk i perioden 2000-2021 (blå søyler) sammen med gjennomsnittsverdiene for de to periodene 2000-2008 og 2009-2021 (stiplet oransje).

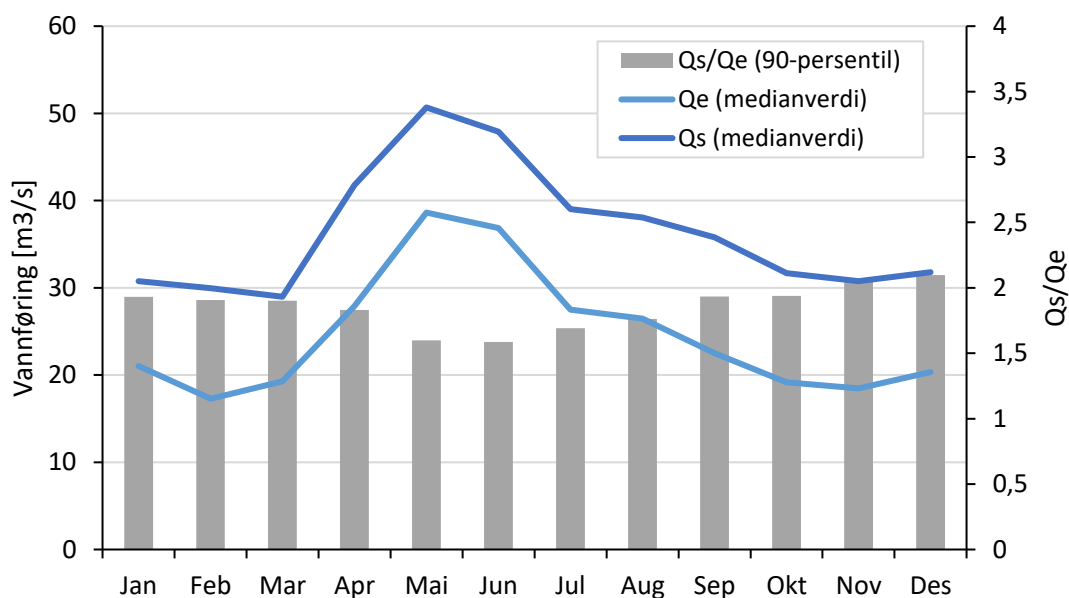


**Figur 9.5.** Gjennomsnittlig antall nedkjøringsepisoder per måned ved Brattset kraftverk over hele perioden 2000-2021 (■) og over de siste fem årene (■).



**Figur 9.6.** Lysforhold under episoder med rask nedkjøring ved Brattset kraftverk de siste fem år (2017-2021) fordelt på måneder.

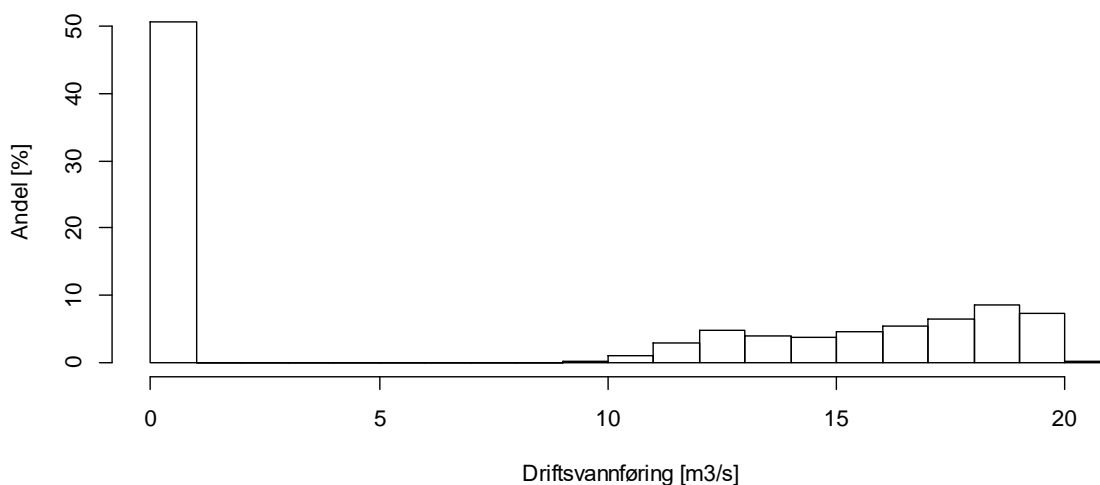
Hvor store svingningene i vannføring blir nedstrøms Brattset kraftverk er avhengig av både størrelsen på nedkjøringen og vannføringen i Orkla oppstrøms utløpet. I vintermånedene er vannføringen oppstrøms kraftverket typisk rundt 4-5 m<sup>3</sup>/s, mens den i april til juni vanligvis er 4-6 ganger høyere. Dette gjør at ratioen mellom vannføringen før ( $Q_s$ ) og etter nedkjøring ( $Q_e$ ) er noe lavere i sommermånedene (**figur 9.7**). Verdien av 90-persentilen av  $Q_s/Q_e$  for alle episodene i perioden 2000-2021 er 1,8 og klassifiseres som *moderat* påvirkning (**tabell 9.1**).



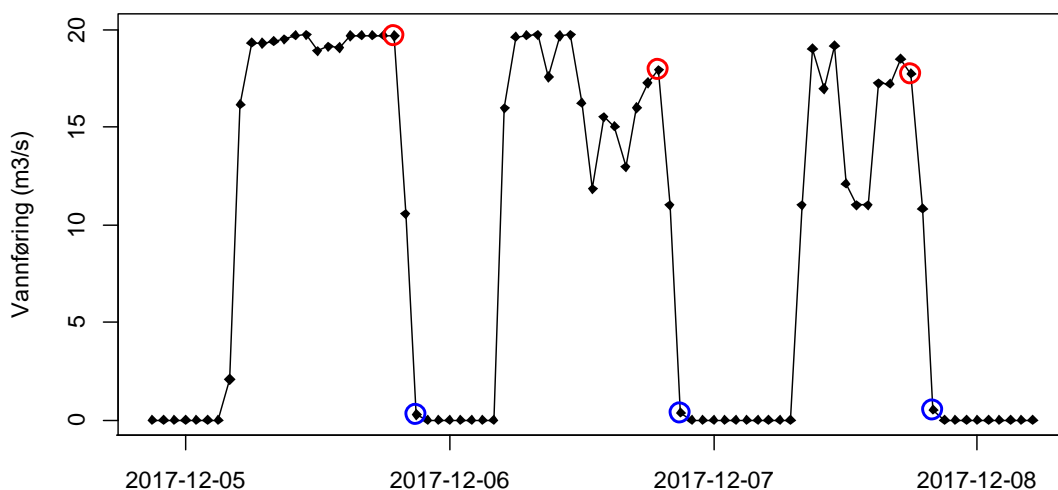
**Figur 9.7.** Medianverdi av vannføringen nedstrøms Brattset kraftverk ved start på definerte nedkjøringsepisoder ( $Q_s$ ) og etter nedkjøringen ( $Q_e$ ), sammen med 90-persentilen til ratioen  $Q_s/Q_e$ , for hver måned over hele perioden 2000-2021.

## 9.2.2 Kjøremonster og fordeling av nedkjøringsepisoder i Grana kraftverk

Grana kraftverk har en slukekapasitet på 20 m<sup>3</sup>/s og opereres vanligvis mellom 12-20 m<sup>3</sup>/s når den er i drift (**figur 9.8**). I perioder, spesielt om sommeren, er det ingen produksjon i kraftverket. Dette skyldes krav i manøvreringsreglementet (Frode Vassenden, pers. medd) hvor Granasjøen etter starten på vårfloppen skal fylles opp til to meter under høyeste regulerte vannstand (HRV) og holdes over dette nivået fram til 1. oktober. I de kaldeste vintermånedene kan det i lengre perioder være høy produksjon over hele døgnet (**vedlegg 3**). I de periodene hvor kraftverket driftes med døgnvariabel vannføring, skjer oppkjøringen vanligvis om morgenen (kl. 5-8) og nedkjøringen nærmere midnatt (**figur 9.9**). Det er imidlertid stor variasjon i omfanget av døgnvariabel produksjon innen et år (**vedlegg 3**) og mellom år (Solem mfl. 2019, 2020). Vi vurderer fordelingen av nedkjøringer som irregulært i perioder, noe som klassifiseres til *stor* påvirkning (**tabell 9.1**).



**Figur 9.8.** Fordeling av registrerte timesverdier for driftsvannføring ved Grana kraftverk i perioden 2000-2021.



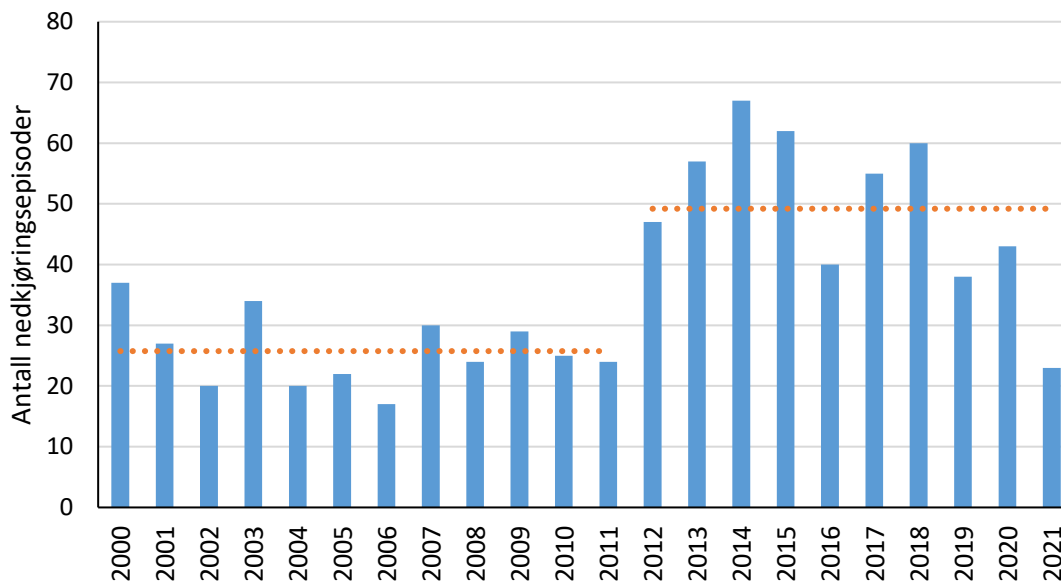
**Figur 9.9.** Eksempel på effektkjøring i Grana kraftverk i begynnelsen av desember 2017. Start og slutt på hver episode er markert med en rød og blå ring.

Antall nedkjøringsepisoder har ligget rundt 20 til 30 per år i perioden 2000-2011, men etter dette har antallet vært høyere med 40 til 70 nedkjøringer per år helt fram til 2021, hvor det bare var 23 episoder med rask nedkjøring (**tabell 9.2** og **figur 9.10**). Det gjennomsnittlige antallet er for perioden 2012-2021 signifikant høyere enn i perioden 2000-2012 (25,8 versus 49,2 per år,  $p < 0,001$ , tosidig Welch t-test). Antall dager med effektkjøring per år har variert mellom 17 og 63 dager. De siste 10 år er medianverdien 50 dager noe som tilsvarer 14% av årets dager. Påvirkningen gitt av frekvensen på nedkjøringene klassifiseres til *moderat*.

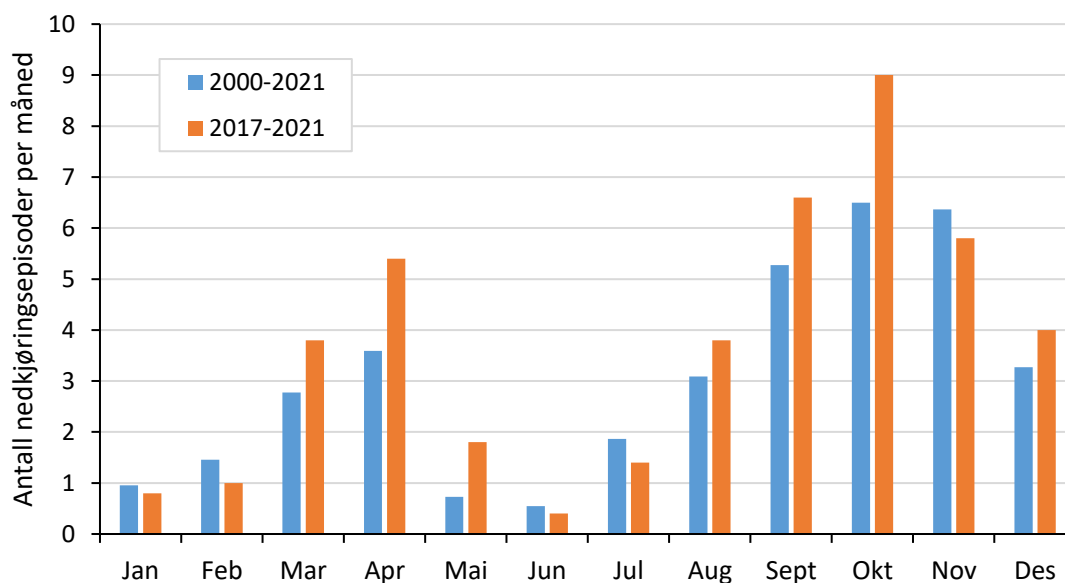
Raske nedkjøringer skjer hovedsakelig i perioden september til desember, men også noe i mars/april og august (**tabell 9.2** og **figur 9.11**). I de kaldeste månedene, januar og februar, er det vanligvis stabil høy produksjon gjennom døgnet (**vedlegg 3**). Sammenliknes månedvis fordeling siste fem årene (2017-2021) med hvordan den har vært hele perioden (**figur 9.11**), ser en at det er i periodene med mest effektkjøring at det har blitt en økning i antall episoder.

**Tabell 9.2.** Antall episoder med nedkjøring i Grana kraftverk fordelt på år og måned.

År	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sept	Okt	Nov	Des	Sum episoder	Sum dager
2000	0	2	2	11	2	1	2	6	7	2	2	0	37	37
2001	0	4	3	3	0	0	0	2	2	5	5	3	27	26
2002	3	0	1	1	0	0	2	1	4	4	4	0	20	18
2003	1	1	1	13	0	0	0	0	3	13	1	1	34	31
2004	0	0	0	0	0	4	4	2	2	3	4	1	20	19
2005	2	1	1	5	3	0	0	1	5	1	2	1	22	22
2006	1	1	1	2	0	0	1	2	2	2	3	2	17	17
2007	3	1	3	1	0	0	5	2	4	6	3	2	30	29
2008	1	2	3	5	0	0	2	4	2	1	4	0	24	24
2009	1	2	2	1	0	1	1	8	6	2	4	1	29	29
2010	0	5	1	2	0	0	5	3	5	3	0	1	25	25
2011	1	2	0	0	0	1	4	2	6	4	1	3	24	24
2012	1	2	5	3	1	0	0	2	6	8	15	4	47	46
2013	1	1	5	3	0	3	5	4	7	14	12	2	57	54
2014	2	2	4	1	0	0	0	2	10	16	17	13	67	63
2015	0	1	9	1	0	0	3	2	7	10	20	9	62	62
2016	0	0	1	0	1	0	0	6	5	4	14	9	40	40
2017	2	0	4	4	1	1	1	4	8	18	9	3	55	54
2018	0	0	7	6	0	0	0	3	13	10	10	11	60	57
2019	0	2	6	10	0	1	4	3	2	7	0	3	38	38
2020	2	1	1	4	7	0	0	6	8	7	6	1	43	40
2021	0	2	1	3	1	0	2	3	2	3	4	2	23	23
<b>Median</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,5</b>	<b>2,5</b>	<b>5</b>	<b>4,5</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>32</b>	<b>30</b>

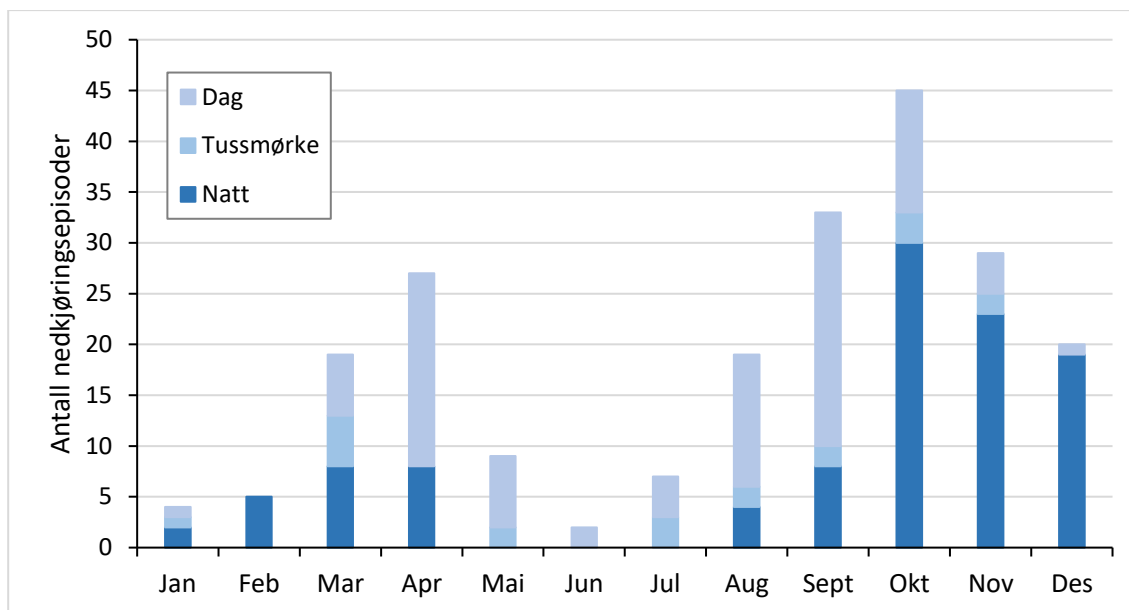


**Figur 9.10.** Antall nedkjøringsepisoder per år for Grana kraftverk i perioden 2000-2021 (blå søyler) sammen med gjennomsnittsverdiene for de to periodene 2000-2011 og 2012-2021 (stiplet oransje).



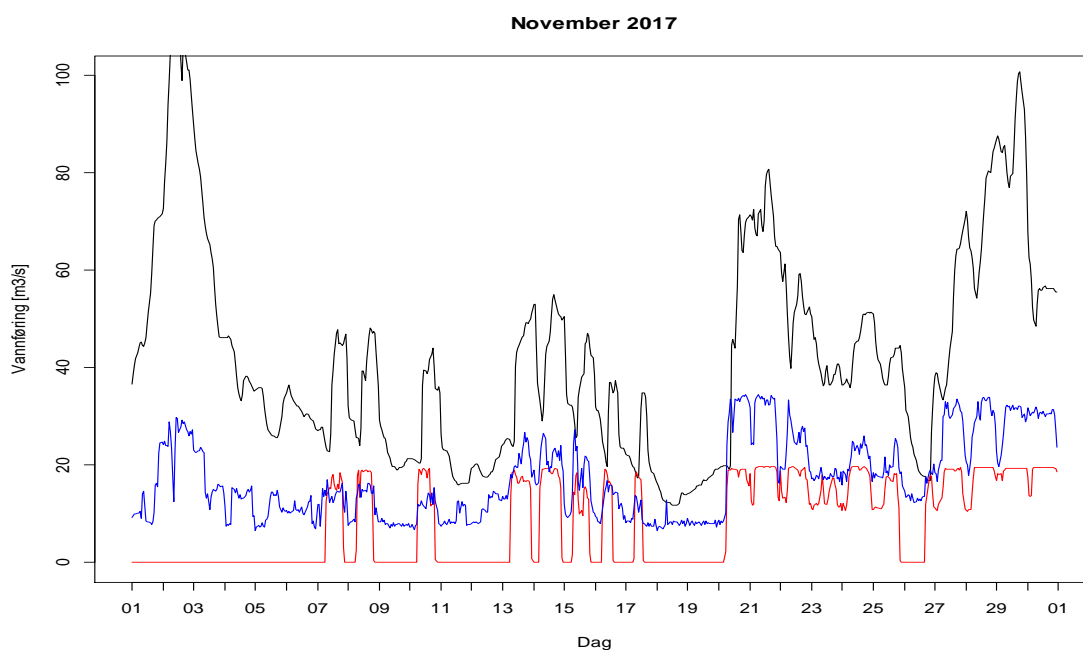
**Figur 9.11.** Gjennomsnittlig antall nedkjøringsepisoder per måned for Grana kraftverk i hele undersøkelsesperioden 2000-2021 (■) og de siste fem årene (■).

Lysforholdene under nedkjøringene er i stor grad knyttet til endringene i solas gang gjennom året. I perioden oktober-januar er det som oftest mørkt når nedkjøringene skjer (**figur 9.12**), mens det i økende grad er tussmørkt eller dagslys utover våren. Tilsvarende er det lyst eller tussmørke under nedkjøringene om sommeren og økende grad av mørke utover høsten (**figur 9.12**). Det forekommer imidlertid også nedkjøringer i dagslys vinterstid og spesielt mars har en stor andel nedkjøringer når det er lyst. Påvirkningen gitt av tidspunktet for nedkjøringene klassifiseres derfor til *svært stor*.



**Figur 9.12.** Lysforhold under episoder med rask nedkjøring ved Grana kraftverk fordelt på måneder de siste fem årene (2017-2021).

Nedstrøms Grana vil vannføringen i Orkla være påvirket av effektkjøring fra begge kraftverkene noe som framgår fra vannføringen ved Syrstad målestasjon (**figur 9.13** og **vedlegg 5**). Når både Grana og Brattset har døgnvariabel vannføring i samme tidsrom, kan dette gi større amplitude på svingningene i vannføringen på Syrstad (**figur 9.13**).

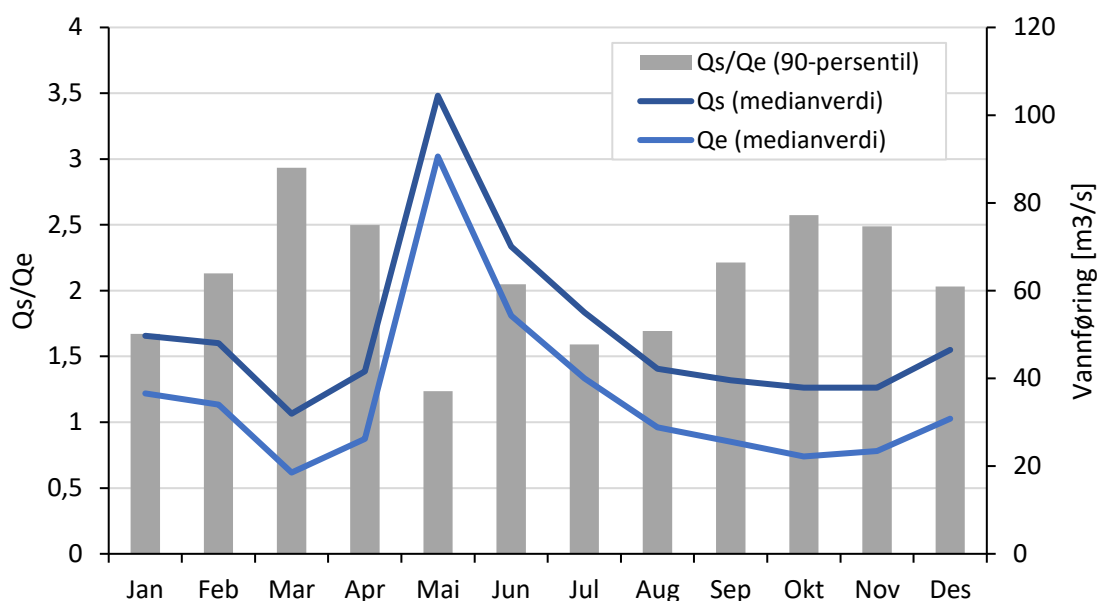


**Figur 9.13.** Eksempel på hvordan vannføringen ved Syrstad (—) påvirkes av døgnvariabel produksjon ved Grana (—) og Brattset (—) kraftverk.



Utløpet fra Brattset kraftverk ligger ca. 14 km oppstrøms utløpet fra Grana kraftverk. Den lengre avstanden opp til Brattset kraftverk, gjør at endringsbølgen blir mer dempet og hastigheten på endringene i vannføring redusert sammenliknet med en tilsvarende nedkjøring ved Grana kraftverk. Det vil derfor være størst strandingsfare knyttet til nedkjøringene ved Grana på denne strekningen.

Tilsvarende som for strekningen nedstrøms Brattset kraftverk, vil effekten av nedkjøringene være avhengig av hvor stor vannføringen i elva er i utgangspunktet. Ser vi på effekten av nedkjøring ved Grana kraftverk, så er det spesielt mai måned som skiller seg ut med høyere vannføring og dermed en lavere  $Q_s/Q_e$ -ratio (**figur 9.14**). Verdien av 90-persentilen til  $Q_s/Q_e$  for hele perioden er 2,5 noe som klassifiseres til *moderat* påvirkning,

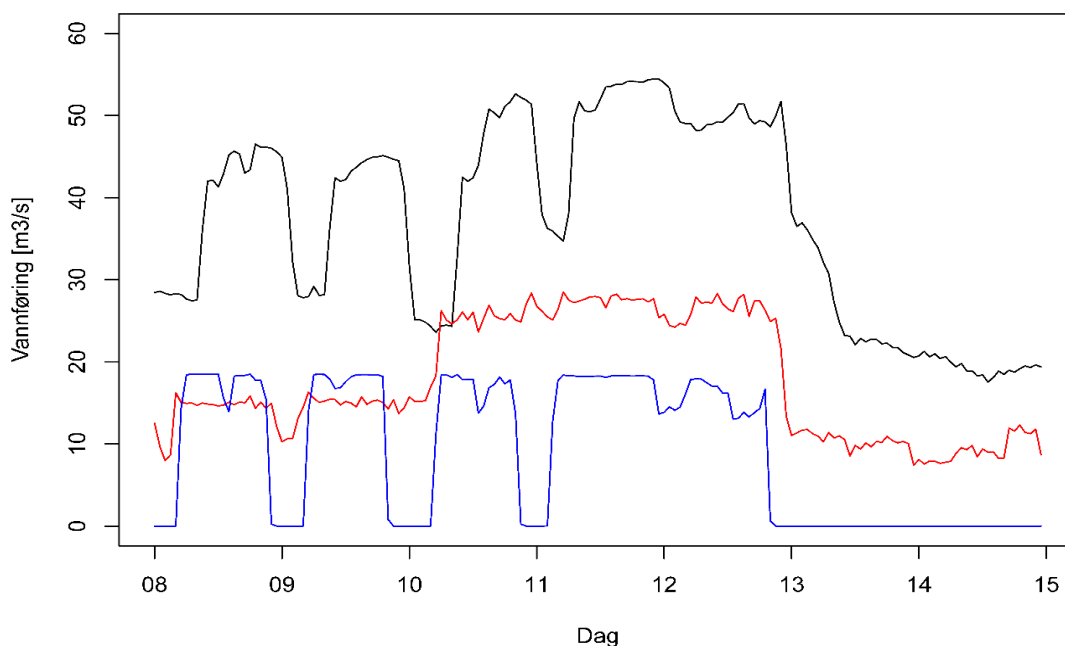


**Figur 9.14.** Medianverdi av estimert vannføring nedstrøms utløpet av Grana kraftverk ved estimert start ( $Q_s$ ) og slutt ( $Q_e$ ) på definerte nedkjøringsepisoder ved kraftverket og tilhørende månedsverdier for 90-persentilen av ratioen  $Q_s/Q_e$ .

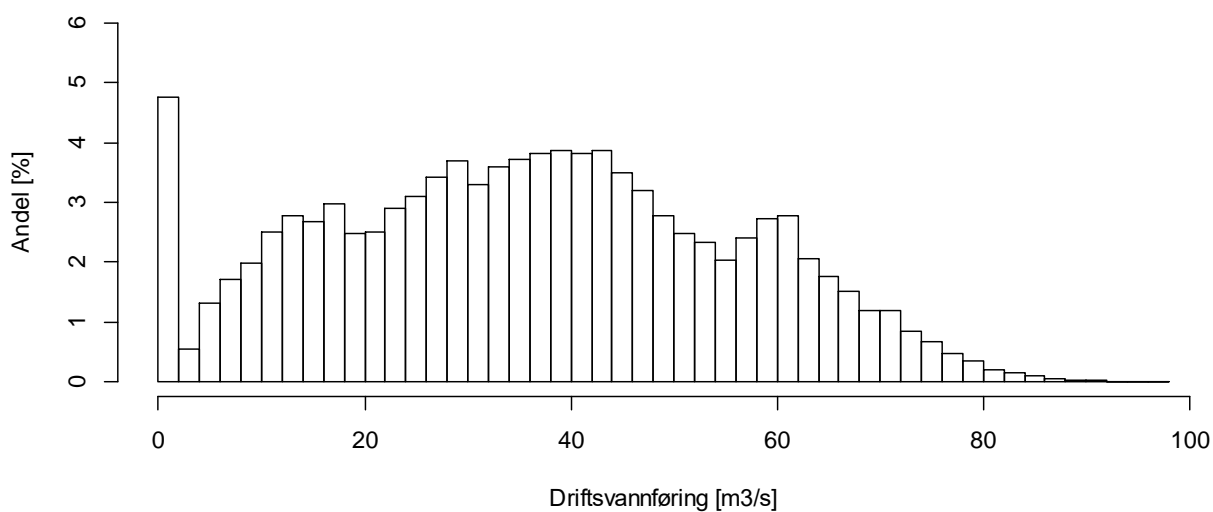
### 9.2.3 Kjøremonster og raske nedkjøring i Svorkmo kraftverk

Siden driften av Svorkmo kraftverk i hovedsak reguleres ut fra vannstanden ved Bjørsetdammen, vil driften av Grana og Brattset kraftverk være styrende for produksjonen ved Svorkmo når det ikke er flomperioder (**figur 9.15**). Dette resulterer i en stor spennvidde i målt driftsvannføring ved Svorkmo kraftverk uten spesifikke, typiske driftsintervaller (**figur 9.16**). Kraftverket har to turbiner, hvorav den ene har maksimal slukeevne på ca. 26 m<sup>3</sup>/s og den andre ca. 44 m<sup>3</sup>/s.

## April 2019



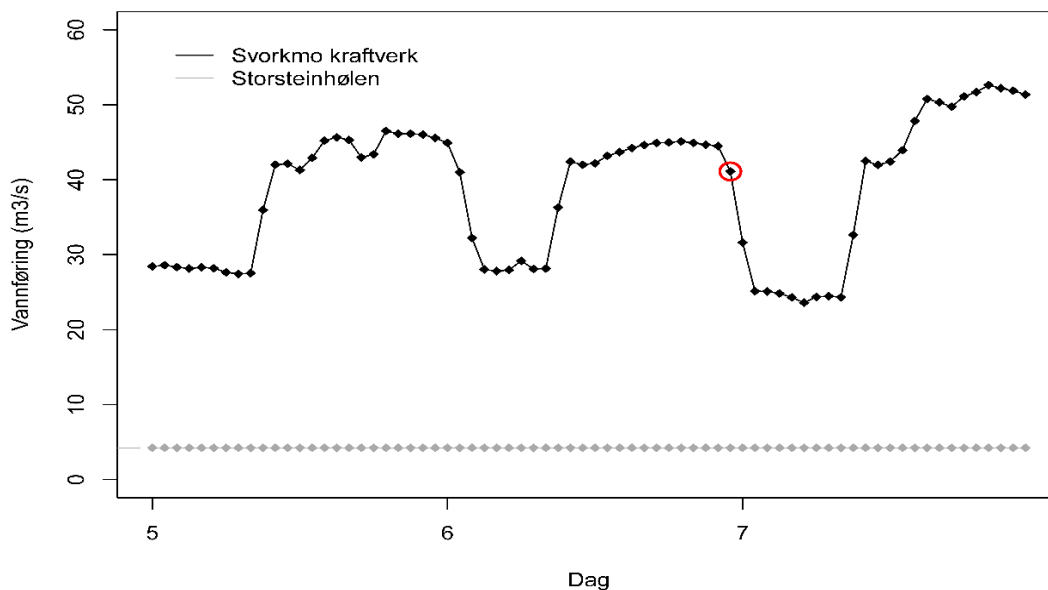
**Figur 9.15.** Eksempel på driftsvannføring i Svorkmo (–), Brattset (–) og Grana kraftverk (–).



**Figur 9.16.** Fordeling av registrerte timesverdier for driftsvannføring ved Svorkmo kraftverk i perioden 2000-2021.

Nedkjøringene i Svorkmo kraftverk foregår vanligvis over flere timer. Det forekommer likevel raske nedkjøringer med hastighet på  $5 \text{ m}^3/\text{s}$  eller mer per time og en samlet nedkjøring på  $15 \text{ m}^3/\text{s}$  eller mer (figur 9.17 og vedlegg 4), som er grenseverdiene vi har valgt for å definere en episode med «rask nedkjøring» i Svorkmo kraftverk.

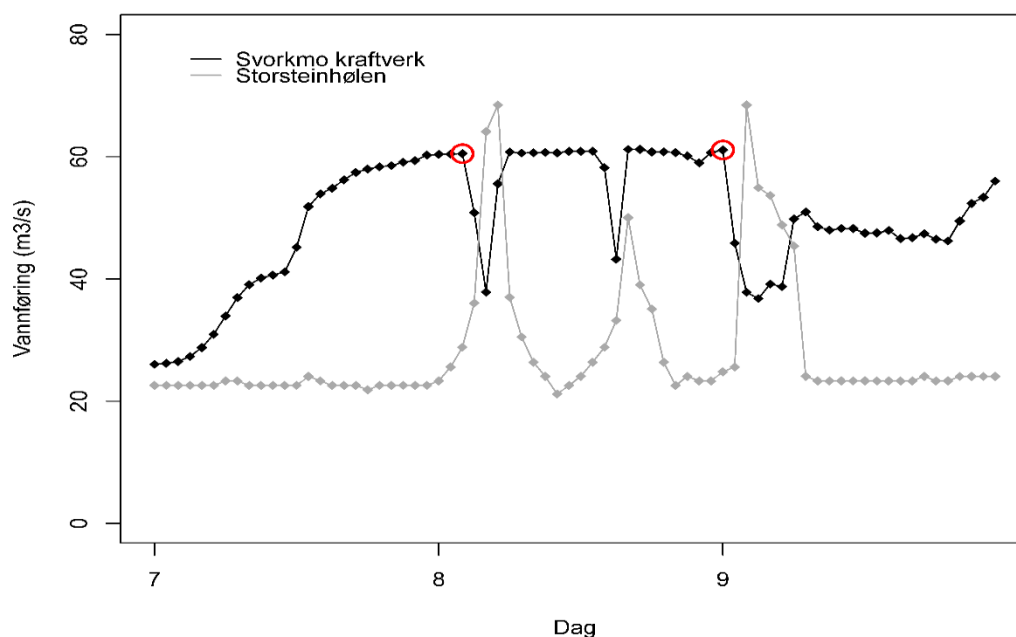
## April 2019



**Figur 9.17.** Eksempel på varierende driftsvannføring i Svorkmo kraftverk og sammen med vannføring ved Storsteinhølen nedstrøms Bjørsetdammen. Merket med rød ring er starten på en episode med rask nedkjøring over  $15 \text{ m}^3/\text{s}$ .

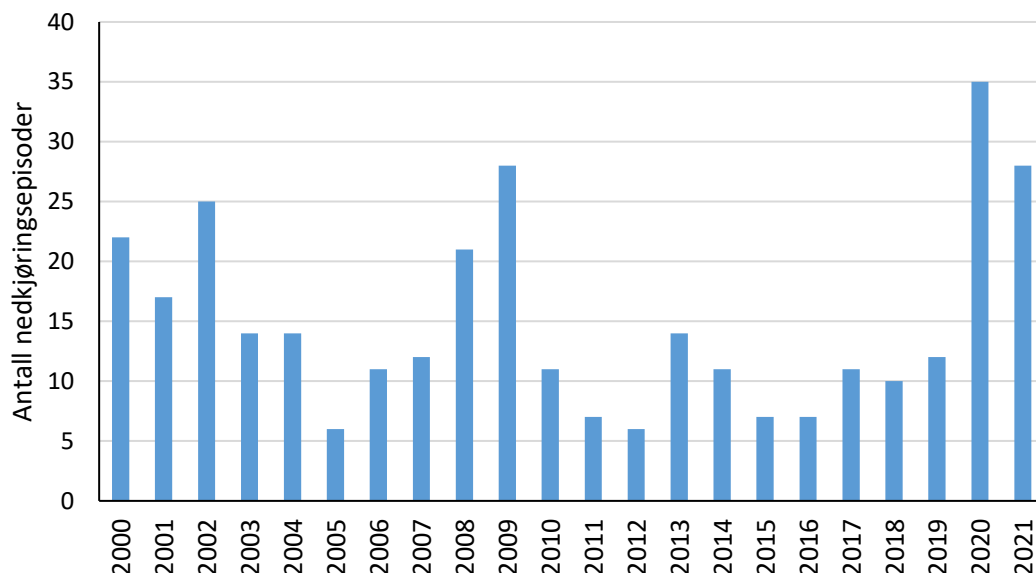
En del av de raske nedkjøringsepisodene er en konsekvens av redusert vanntilførsel ved inntaket, men det er også en del kortvarige episoder som medfører raske endringer i vannføringen ved Storsteinhølen (**figur 9.18**). Mange av disse episodene forekommer i perioder med høy vannføring i minstevannsløpet, men det er også enkelte episoder i perioder hvor vannføringen på strekningen er lav (**vedlegg 4**).

## Juni 2019

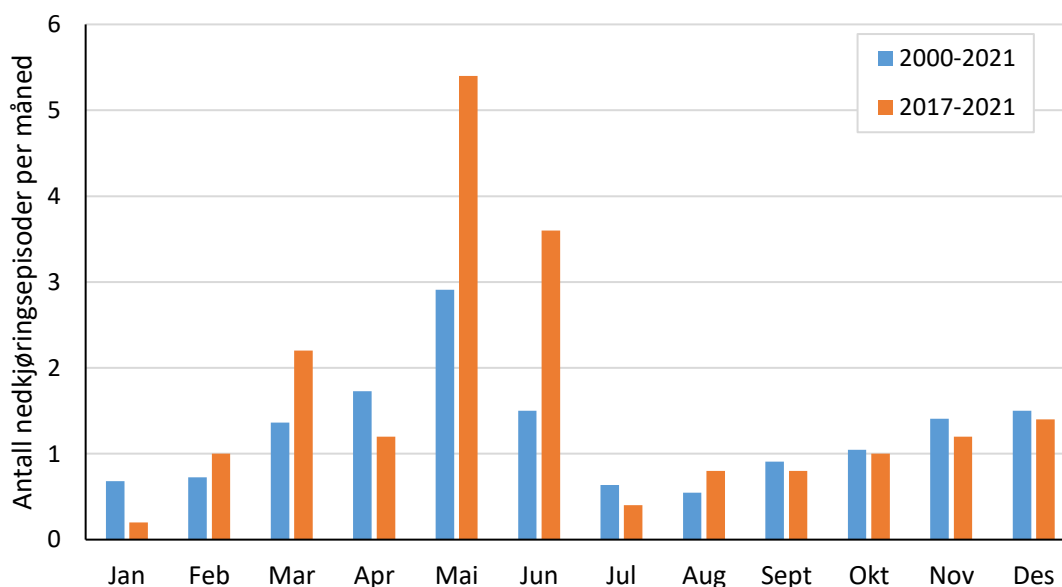


**Figur 9.18.** Eksempel på kortvarige episoder med redusert driftsvannføring i Svorkmo som sammenfaller med økning i vannføring ved Storsteinhølen nedstrøms Bjørsetdammen. Merket med røde ringe er starten på to episoder med rask nedkjøring over  $15 \text{ m}^3/\text{s}$ .

I perioden 2001 til 2019 var det en reduksjon i årlige antall raske nedkjøringer over 15 m<sup>3</sup>/s (Solem mfl. 2020). I 2020 og 2021 var det imidlertid et høyere antall episoder med rask reduksjoner i vannføring, slik at det ikke lenger er noen avtakende trend i det årlige antallet episoder (**figur 9.19**).



**Figur 9.19.** Antall episoder med rask nedkjøring over 15 m<sup>3</sup>/s per år for Svorkmo kraftverk i perioden 2000-2021.



**Figur 9.20.** Gjennomsnittlig antall nedkjøringsepisoder per måned for Svorkmo kraftverk i hele undersøkelsesperioden 2000-2021 (■) og de siste fem årene (■).

Det er flest episoder i på vår og tidlig sommer (**figur 9.20**). Dette sammenfaller med perioder med høy vannføring i elva (**vedlegg 5**).

### 9.3 Diskusjon

Basert på tidsseriene for driftsvannføring ved Brattset og Grana kraftverk i perioden 1.1.2000-31.12.21 finner vi en økning i antall tilfeller med rask vannføringsendring, tilsvarende som tidligere rapportert for perioden 2000-2019 (Solem mfl. 2020). Grana kraftverk er det som i størst grad driftes med døgnvariabel vannføring, hvor produksjonen i perioder veksler mellom ingen og maksimal produksjon. Brattset kraftverk har også perioder med døgntilpasset produksjon, men denne er mindre regulær og varierer mer i amplitude.

Med bakgrunn i analysene som er gjort, kan vi gjøre en forenklet klassifisering av belastningen knyttet til raske vannstandreduksjoner på strekningen mellom Brattset og Bjørset.

#### **Nedstrøms Brattset kraftverk**

Raske nedkjøringer ved Brattset kraftverk medfører størst strandingsfare på strekningen rett nedstrøms utløpet. Det er flest nedkjøringer i dagslys på våren og tidlig sommer. Nedkjøringer etter klekking, men før swim-up, kan medføre at plommeseekkyngelen dør om laveste vannstand er nedenfor gytetropene og vannstanden holdes lav over noe tid. Tilsvarende kan yngel etter swim-up strande på forsommeren. Både plommeseekkyngel og yngel etter swim-up kan imidlertid i stor grad overleve i vannlommer i grusen så lenge det ikke fryser på eller tørrleggingen blir langvarig. Dødelighet som følge av nedkjøringer på tidlig yngelstadium antas også å ha mindre effekt for ungfiskproduksjonen (Bakken mfl. 2016), fordi den vil bli kompensert av lavere tetthetsavhengig dødelighet på dette og senere stadier.

Det er imidlertid også en del nedkjøringsepisoder ved Brattset i november og desember som kan medføre strandingsfare, spesielt for 0+ og 1+ parr som utnytter de grunneste partiene av elva. Eventuell stranding knyttet til denne driften vil trolig ha en negativ påvirkning på smoltproduksjonen.

Klassifisering av de ulike påvirkningsfaktorene er oppsummert i **Tabell 9.4**. Her er det lagt inn at senkningshastigheten klassifiserer til *moderat* påvirkning. Dette baserer seg på resultatet fra målinger av senkningshastighet (**vedlegg 6**) som ga en senkningshastighet (definert ved 90% av vannstandsreduksjonen) på 10 cm/t i utløpsbassenget til Brattset kraftverk. Samlet påvirkning blir beregnet ved  $P1*P2+P3+P4+P5$  (Bakken mfl. 2016). Verdien på tørrlagt areal vil dermed bli styrende for hvilken kategori samlet påvirkning blir. Hvis vi antar liten eller moderat påvirkning for denne faktoren, blir samlet påvirkning klassifisert til moderat påvirkning.

**Tabell 9.4.** Klassifisering av påvirkningen fra Brattset kraftverk

Påvirkningsfaktor	Klassifisering	Verdi
Senkningshastighet	Moderat	2
Tørrlagt areal	-	-
Amplitude	Moderat	2
Frekvens	Moderat	2
Fordeling	Stor	3
Tidspunkt	Stor	3

Lenger nedstrøms kraftverksutløpet ble senkningshastigheten målt til 3 cm/t ved Stamnan (7 km nedstrøms utløpet) og 2,4 cm/t ved Skjelsenget (like oppstrøms Grana), noe som gir *liten* påvirkning. Dette tyder på at strandingsfare og utarming i hovedsak er knyttet til en kortere strekning like nedstrøms kraftverksutløpet.

Det er gjennomført ungfiskundersøkelser med strandnært elektrofiske ved fem stasjoner over de tre siste årene på strekningen mellom Brattset og Grana kraftverk. Samlet er tettheten av årsyngel av laks lav på denne strekningen, mens tettheten av lakseparr er moderat (**figur 13.12a, b**). Den øverste stasjonen (stasjon 28) ligger ca. 4 km nedstrøms utløpet av Brattset. Her har det vært ingen eller svært lave tettheter av årsyngel av laks, mens tettheten av parr har vært moderat i 2019 og 2020 (Solem mfl. 2020, 2021c) og høy i 2021 (**tabell 13.3**). Bra tetthet av eldre laksunger tyder da ikke på at effektkjøring har en vesentlig påvirkning på produksjonen av laksesmolt her. Samtidig kan tiltak som gir bedre forhold gi en viss gevinst, siden dette er bra oppvekstområder for parr. Laksungene på strekningen mellom Brattset og Grana har mindre kroppsstørrelse sammenliknet med andre deler av vassdraget (**figur 13.5**). Dette kan forklares med lavere vanntemperaturer i vekstsesongen. Raske vannstandsendringer har imidlertid også en negativ effekt på oppbygging av energilagrene hos laksunger (Puffer mfl. 2015) noe som kan påvirke vekst og smoltalder.

### **Nedstrøms Grana kraftverk**

Strekningen nedstrøms Grana vil påvirkes av nedkjøringer fra både Brattset og Grana kraftverk. Siden det er lenger avstand opp til Brattset og mindre størrelse på nedkjøringene ved dette kraftverket, er det imidlertid påvirkningen fra Grana som kan gi størst strandingsfare her. Dette er også verifisert ved måling av vannstandsendringer (**vedlegg 6**).

Ved Grana kraftverk er det hovedsakelig i perioden august til desember det er episoder med rask nedkjøring over 10 m<sup>3</sup>/s. I august og september skjer omtrent halvparten av nedkjøringene i dagslys, mens det fra oktober hovedsakelig er mørkt under nedkjøringene. Nedkjøringer i mørke om vinteren blir vurdert å ha stor negativ påvirkning (Bakken mfl. 2016). Det er også noe nedkjøringer i mars og april som kan berøre egg og plommeseekkyngel, men dette antas å ha mindre påvirkningsverdi (se diskusjon over).

Klassifisert påvirkning av de enkelte faktorene er oppsummert i **tabell 9.5**. Målinger av senkningshastigheten ved nedkjøring på Grana kraftverk (**vedlegg 6**) ga verdiene 51 cm/t på Aunan, like nedstrøms utløpet av kraftverket, noe som klassifiseres til *svært stor* påvirkning. Lenger nedstrøms var hastigheten 16 cm/t ved Jordholen og 9 cm/t ved Vella noe som klassifiseres til henholdsvis *stor* og *moderat* påvirkning. Med en antakelse om moderat påvirkning gitt av tørrlagt areal, gir dette en samlet påvirkning som er *stor* alle stedene. Om effekten på tørrlagt areal er liten, blir samlet påvirkning fortsatt stor på Aunan, men reduseres til moderat på de to andre målestasjonene.

**Tabell 9.5.** *Klassifisering av påvirkningen fra effektkjøring ved Grana kraftverk*

<b>Påvirkningsfaktor</b>	<b>Klassifisering</b>	<b>Verdi</b>
Senkningshastighet	Svært stor/stor/moderat	4/3/2
Tørrlagt areal	-	-
Amplitude	Moderat	2
Frekvens	Moderat	2
Fordeling	Stor	3
Tidspunkt	Svært stor	4

De siste fire årene (2018-2021) har det vært gjennomført ungfiskundersøkelser med strandnært elektrofiske ved tre stasjoner på strekningen mellom Å og Bjørset (**kapittel 13**). Gjennomsnittlig tetthet av årsyngel på denne strekningen har vært høy (> 100 per 100 m<sup>2</sup>) alle år unntatt i 2020 (**figur 13.12a**). På samme strekning har gjennomsnittlig tetthet av lakseparr variert mellom moderat og høy (**figur 13.12b**). De siste tre årene har også en stasjon ved Jordholen (stasjon 21) vært inkludert i ungfiskundersøkelsen og tettheten av både årsyngel og parr av laks har vært moderat (**tabell 13.3**, Solem mfl. 2020, Solem mfl. 2021). I 2019 ble en stasjon ved Aunøya

(stasjon 22) undersøkt og det var da høye tettheter både av årsyngel og parr av laks ved denne stasjonen (Solem mfl. 2020).

Basert på ungfiskundersøkelser gjennomført i august/september finner vi ikke sterke indikasjoner på at effektkjøring ved Grana kraftverk begrenser smoltproduksjonen. Dette kan imidlertid være vanskelig å verifisere basert på slike undersøkelser hvor en enkelt elfiskestasjon blir fisket over én gang i året. Når laksungene blir eldre, blir de mer mobile og flytter seg i henhold til ressurstilgangen og endring av krav til habitat. Eldre laksunger som observeres nedstrøms Grana kan dermed ha hatt sin første vinter i andre deler av elva med mindre grad av effektkjøring, f.eks. oppstrøms kraftverksutløpet.

Ungfiskundersøkelsene viser at strekningen mellom Grana og Bjørset potensielt har gode produksjonsområder. Tiltak som øker vekst og/eller overlevelse her kan trolig gi et vesentlig bidrag til samlet smoltproduksjon i elva.

### **Nedstrøms Svorkmo kraftverk**

Svorkmo kraftverk fungerer som et elvekraftverk og driftes derfor ikke med typisk effektkjøring. I perioder hvor det er raske nedkjøringer ved Brattset og Grana, vil det imidlertid også forplante seg til nedkjøringer også i Svorkmo kraftverk, som kan være relativt raske. I tillegg ser vi at det er enkelte episoder med kortvarig og rask reduksjon i vannføring som ikke følger tilførselen ved inntaket. I disse tilfellene skjer det også en rask økning og senkning i vannføring ved Storsteinhølen nedstrøms Bjørsetdammen. Variasjoner i vannføring ved Storsteinhølen er utilsiktet, knyttet til tekniske problemer (Frode Vassenden, pers. medd).

I analysen for Svorkmo kraftverk, har vi definert en episode med rask nedkjøring som tilfeller hvor vannføringen reduseres med en hastighet på 5 m<sup>3</sup>/s per time eller mer og hvor samlet reduksjon er 15 m<sup>3</sup>/s eller mer (**avsnitt 4.4.2** og **figur 9.1**). I perioden 2000-2019 var det en avtakende trend i antall nedkjøringsepisoder i henhold til denne definisjonen, men høyere antall i 2020 og 2021 har flatet ut denne trenden.

Vi er usikre på om de grenseverdiene vi har valgt er relevante med tanke på å medføre vannstandsendringer forbundet med strandingsfare og eller utarming nedstrøms utløpet av Svorkmo kraftverk. Det er derfor foreløpig ikke gjort en tilsvarende detaljert analyse som for de andre to kraftverkene. Vannstandsmålinger med høy loggefrekvens nedstrøms Svorkmo kraftverk og eventuelt også ved Storsteinhølen, vil være til hjelp i vurderingen for om det kan være strandingsfare knyttet til driften av Svorkmo kraftverk.

## 10 Tiltak for å hindre innvandring av fisk i inntak til Svorkmo kraftverk

Flere studier (bl.a. Hvidsten mfl. 2012, Szabo-Meszaros mfl. 2019) har vist at en variabel andel (i størrelsesorden 10-20 %) av laksesmolten som skal passere Bjørsetdammen vandrer inn i inntaket og gjennom Svorkmo kraftverk. På grunn av høyt trykk og kontakt med turbinblader er dødeligheten ofte høy ved turbinpassasje (Fjeldstad mfl. 2018), og det bør derfor gjøres tiltak for å hindre at smolt kommer inn i Svorkmo kraftverk. Nedvandrende voksenfisk blir også hindret ved Bjørsetdammen. Etter at vintervannføringen starter sent på høsten har det blitt observert utgytt laks som samler seg i dammen og foran varegrinda til kraftverksinntaket, og noen av disse dør og presses mot grinda. Gyttefisker er for stor til å passere varegrinda, og mange ser ikke ut til å finne den alternative vandringsveien gjennom dammen. Også om våren samles vinterstøinger ved dammen og foran grinda, spesielt fram til minstevannføringen øker og fisken finner veien over dammen. Slike utfordringer med nedvandring forbi kraftverksinntaket er et kjent problem både i Norge (Fjeldstad mfl. 2018) og internasjonalt (Silva mfl. 2018).

I regi av forskningsprosjektet SafePass (ENERGIX programmet i Norges forskningsråd, avsluttet 2019) og forskningscenteret HydroCen ([Hydrocen - NTNU](#)) har det vært arbeidet intenst med å utvikle løsninger på slike problemer. TrønderEnergi var brukerpartner i SafePass, og Bjørsetdammen ble vinteren 2015/2016 tatt inn som studielokalitet i prosjektet. Våren 2016 ble 50 vinterstøinger av laks og 100 laksesmolt fanget i henholdsvis smolthjul og ved stangfiske, merket med lydmerker og vandringsveien ble logget gjennom våren ved hjelp av en rekke lyttebøyer. Samtidig ble det etablert en hydraulisk datamodell (CFD) for å kunne beskrive strømningsmønsteret ved dammen ved ulike vannføringer og ulik kraftverksdrift. Studiene viste at 19 % av smolten vandret inn i kraftverksinntaket og at vandringsruta var avhengig av vannføring i kraftverksinntaket, antall damluker som var åpne og om smolten ankom dammen på samme side som kraftverksinntaket eller mot motsatt side (Szabo-Meszaros mfl. 2019). Vinterstøingene hadde mye lengre opphold i dammen enn smolt, og vandret dels svært mye fram og tilbake i området (Baktoft mfl. 2020). Detaljerte vandringsspor viste at det særlig blant støingene som ankom tidlig, før vannføringen forbi dammen ble økt, var det flere fisk som tilbakela lange distanser mens de svømte fram og tilbake i inntaksmagasinet. Beregningene av energiforbruk viste at vinterstøingene hadde et ekstra energiforbruk på 4-5 % av sitt gjenværende energiinnhold, og dette er nivåer som kan gi redusert overlevelse (Baktoft mfl. 2020). Støingene vandret relativt raskt videre gjennom damluka da denne ble åpnet (1. mai) for å slippe den høyere sommervannføringen forbi.

I regi av forskningscenteret HydroCen ([Hydrocen - NTNU](#)) arbeides det videre med ledegjerder som metode for å hindre at laksesmolt vandrer inn i kraftverksinntak. Det har blitt bygget et slik gjerde (en 85 m lang flytebryggekonstruksjon med grunder hengende under) ved inntaket til Laudal kraftverk i Mandalselva. Det pågår nå (våren 2021) en test av dette gjerdet i en telemetri-studie med laksesmolt. Dette er et innovasjonsarbeid siden det ikke finnes ferdige utviklede løsninger for slike problemstillinger, og resultatene vil være direkte relevante for utfordringene ved Bjørsetdammen. Det arbeides også videre med å forstå hvorfor vinterstøinger ikke vandrer ut før vannføringen over dammen økes 1. mai.

I forkant av kraftverksinntaket og varegrinda i Bjørsetdammen er det en betongkonstruksjon med to åpninger på 1,5 x 25,5 m som ligger 2 til 2,5 m under vannoverflata i magasinet. Konstruksjonen ble lagd for å fungere som et «skjørt» som avledet den primært overflateorienterte smolten fra inntaket slik at den lettere skulle finne veien videre gjennom fiskepassasjene eller lukene i dammen. Studiene som har blitt gjennomført har vist at dette bare delvis virker etter hensikten. NINA og samarbeidspartnere har tidligere gjort beregninger som viser at det ikke er mulig å installere ei fisketett grind (15 mm lysåpning) foran de to åpningene, fordi vannhastighetene gjennom en slik mønsterpraksisbasert løsning vil bli for store. Det vil også trolig bli problemer med falltap. I løpet av 2018 og 2019 ble en rekke alternative tiltak testet i den hydrauliske modellen (Szabo-Meszaros mfl. 2019). Den mest lovende løsningen er et ledegjerde (flytende grindkonstruksjon) for å lede smolten forbi selve inntaket.



Gjennom arbeid i forskningssenteret HydroCen og i samarbeid med et universitet i Sveits (ETH Zurich) ble det våren 2021 testet et ledegjerde basert på grinder med lysåpning på 50 mm, som på grunn av stavenes vinkling mot strømmen setter opp en parallellstrøm langs gjerdet som leder fisken. Et 85 m flytende ledegjerde som stakk 1,5 ned under overflata ble installert ovenfor inntaket til Laudal kraftverk i Mandalselva. Telemetristudier viste at noe laksesmolt svømte under gjerdet, men bare en fisk passerte *gjennom* gjerdet og resten ble i stedet i samsvar med formålet ledet langs gjerdet og ut til enden (resultater under publisering). Grindløsningen i seg selv hadde altså nesten 100 % ledeeffektivitet. Selve grinda var basert på det ETH Zurich kaller en «Modified angeled bar rack» som er en av flere grindløsninger som sveitserne har arbeidet med som atferdsmessige ledesystem. De ulike grindene har blitt testet både hydraulisk og for ledeeffektivitet for flere fiskearter (inklusive laksesmolt) i laboratorierenner med gode resultater og er nå med forsøket i Mandalselva testet og verifisert i full skala.

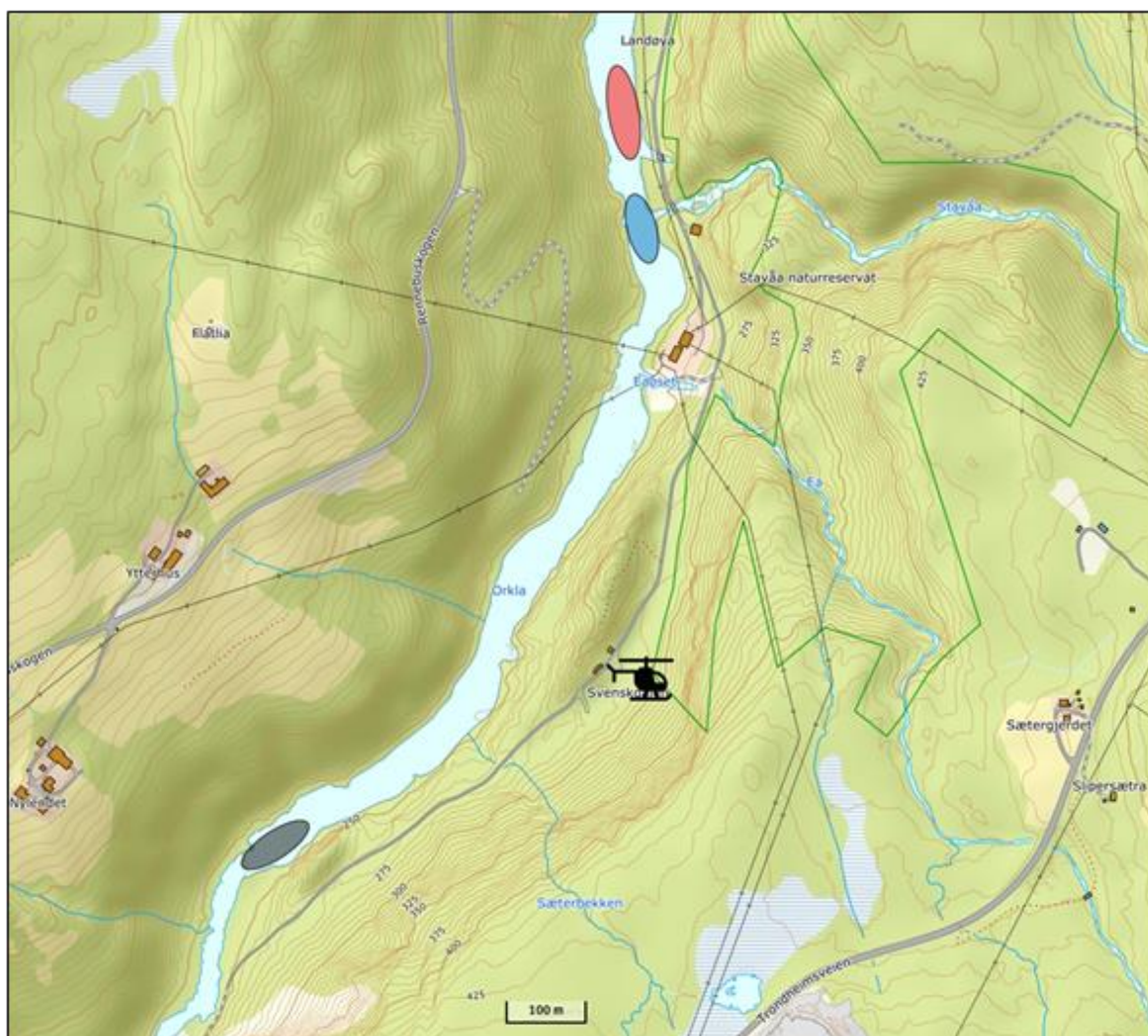
Basert på denne erfaringen har NINA nå utarbeidet et nytt prosjektforslag, der det forslås å etableres et heve og senkbart grindbasert ledesystem i de to åpningene i forkant av kraftverksinntaket og at det deretter etableres en fluktåpning i dammen som sikrer at utgytt voksenfisk og vinterstøinger velger å vandre videre selv på vintervannføringer ( $4 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Ledegrinda skal lede laksesmolt forbi inntaksområdet og raskt videre nedover elva, men samtidig hindre at utgytt voksenfisk (om senhøsten) og vinterstøinger (om våren) kan komme inn til området foran inntaket og varegrinda. I og med at lysåpningen i denne grindløsningen vil være 5 cm, elimineres problemene med en fisketett grind (typisk 15 mm lysåpning) der fisk kan presses mot grinda og dø på grunn av de høye vannhastighetene og trolig vil falltapet kunne bli minimalt med rett utforming av stavenes. Prosjektforslaget er akseptert av TrønderEnergi Kraft og prosjektet starter høsten 2022. Det vil i startfasen bli gjennomført en rekke tekniske beregninger for å avgjøre om det er sannsynlig at en slik grindløsning vil kunne fungere og hvordan den i så fall bør utformes.

For å sikre at vinterstøingene lettere vil finne vandringsveien gjennom dammen vil det parallelt bli gjort studier i et nytt HydroCen prosjekt, Kelt2Sea, for å skaffe kunnskap om hvordan man kan utforme en attraktiv fluktrute for vinterstøinger, ut fra fysisk utforming og hydrauliske forhold. Dette arbeidet baserer seg dels på analyser av vandringssporene til vinterstøingene i Bjørsetdammen og dels på nye forsøk i ei stor renne i Älvkarleby i Sverige. Dette kan danne grunnlag for en ny fluktrute som utnytter minstevannføringslippet på  $4 \text{ m}^3/\text{s}$  om vinteren (som i dag slippes gjennom fisketrappa og et rør gjennom dammen).

## 11 Restaureringsplan for området oppstrøms Brattset kraftverk

### 11.1 Metode

Som et tiltak for å styrke ungfiskbestanden på strekningene mellom Stoin og Brattset ble det med basis i kartlegging av elvestrekningen i 2017 (gjennomført av NORCE) bestemt å legge ut gytesubstrat på tre delområder mellom Nylenfossen og kraftverksutløpet nedstrøms kraftstasjonen (**figur 11.1**). Totalt ble 118 «big-bags», som dekker et samlet elveareal på om lag 295 m<sup>2</sup> med gytesubstrat, transportert ut i Orkla med helikopter 18. september 2018 (**tabell 11.1**). For Orkla ble det benyttet en fordeling bestående av 55-60 % stein i størrelse 16-32 mm og 35-40 % i størrelse 32-64 mm, og med et mindre innslag (5 %) av større stein (60-100 mm). Denne sammensetningen har tidligere vist seg å fungere utmerket for laks, være kostnadsbesparende og ha redusert sannsynlighet for at gytesubstratet spyles vekk under flomepisoder (Barlaup mfl. 2006).



**Figur 11.1.** Oversiktskart som viser lokalitetene hvor det ble gjennomført tiltak med utlegging av gytesubstrat høsten 2018. Rød sirkel angir området nedstrøms kraftverkskanalen. Blå sirkel angir utløpsområdet til Stavåa, mens grå sirkel lengst sør på kartet viser lokaliteten nedstrøms Nylenfossen. Helikoptersymbolet angir lossested av sekkene med gytesubstrat ved leirduebanen til Rennebu JFF i Svenskedalen. Bakgrunnskartet er hentet fra [www.norgeskart.no](http://www.norgeskart.no).

**Tabell 11.1.** Stedsangivelse for utlegg av gytesubstrat i området rundt Brattset kraftverk, antall «big bags» deponert i elva per lokasjon samt omtrentlig antall kvadratmeter elv dekket med gytesubstrat innen hvert område hvor tiltak er gjennomført. Hver sekk inneholder om lag 0,7 m<sup>3</sup> masse.

Sted	Koordinater nord	Koordinater øst	Antall sekker	m <sup>2</sup>
Utløp kraftverk indre løp	62.80498	10.01134	10	25
Utløp kraftverk ytre løp	62.80513	10.01108	20	50
Utløp Stavåa	62.80384	10.01158	35	87,5
Nedstrøms Nylenfossen	62.79646	10.00385	53	132,5
		<b>SUM</b>	<b>118</b>	<b>295</b>

Som et supplement til utlegging av egnet gytesubstrat, ble det også anbefalt å gjenåpne et sideløp om lag 500 meter nedstrøms Brattset kraftstasjon (se Solem mfl. 2018a). Sideløpet som ligger ved Ingridøya er om lag 260 meter langt med et areal på om lag 3 500 m<sup>2</sup>. Det er gode oppvekstområder i dette sideløpet, men faren for tørrlegging om vinteren er stor. Høsten 2020 ble det etter initiativ fra TrønderEnergi Kraft AS sammen med NINA og Orkla Fellesforvaltning gjennomført tiltak for å åpne flomløpet ved Ingridøya, slik at området vil få helårlig vannføring. Ved minstevannføring i Orkla vil vannføring i sideløpet være på om lag 1 m<sup>3</sup>/s. Tiltaket ble gjennomført ved at en eksisterende terskel ved innløpet ble senket med 15 cm (**bilde 11.1**).



**Bilde 11.1.** Senking av terskelen ved innløpet til sideløpet ved Ingridøya. Foto: Harald Holm, TrønderEnergi Kraft AS.

Det ble også lagt ut til sammen 21 m<sup>3</sup> med gytegrus på tre steder langs den østlige bredden av sideløpet. Gytegrusen ble lagt i konsentrerte områder i skillet mellom elveløpet og land. Dette ble gjort for at elva, ved høy vannføring, selv kan transportere gytegrusen og legge den igjen på steder der den med stor sannsynlighet blir liggende, såkalt sedimentforvaltning. Grusen ble lagt ut noe oppstrøms steder der en ser for seg at strømhastighet og dybde er ideelle for gyting hos laks og sjørørret (**bilde 11.2**).



**Bilde 11.2.** Utlagt gytegrus i sideløpet ved Ingridøya. Når vannet stiger, vil elva selv transportere grusen til egnede steder langs sideløpet. Foto: Espen Holthe, NINA.

Høsten 2020 ble de feltene hvor det ble lagt ut gytesubstrat i 2017 befart ved drivtelling, etter antatt gytetid. Målsetningen med arbeidet var å evaluere effekten av tiltaket ved tallfesting av gytegroper, tilstedeværelse av ungfisk og voksenfisk samt vurdere graden av utvasking knyttet til perioder med høy vannstand i Orkla og sideelven Stavåa. For å ytterligere vurdere resultatet av tiltaket ble det gjennomført et strandnært elektrisk fiske hvor stasjonsområdene ble lokalisert i og i nærheten av grusutleggene, som beskrevet i Solem mfl. (2018a). Hensikten med dette arbeidet var å tallfeste ungfisktetthetene av laks og ørret som videre kan knyttes til gyteaktivitet tidligere år.

## 11.2 Resultater

Det ble under befaringen av utlagt gytesubstrat nedstrøms Nylenfossen i 2020 (felt 1) ikke observert gytefisk, og med stor sannsynlighet heller ikke gytegroper. Massene fra grusutleggingen lå på samme sted som i 2019 (**bilde 11.3**). Stedet massene ligger på i dag, vil sannsynligvis ikke

ha noen funksjon som gyteområde, da vannhastigheten i området er lav, og gytesubstratet delvis ligger i en bakevje. Graden av gjenauring og sedimentering på området er lav.

Ved utløpet til Stavåa (felt 2) ble det i 2019 registrert at 90-95 % av gytesubstratet som ble lagt ut er spylt nedover Orkla. Massene så ut til å ha blitt transportert til hølen nedstrøms kraftverksutløpet. Graden av sedimentering her er forholdsvis stor og effekten av tiltaket anses som tilnærmet null. Av gytesubstratet som ble lagt på utsiden av steinranken i kraftverkskanalen (felt 3) nedenfor Brattset kraftverk, var kun det nederste utlegget fortsatt intakt i 2019. Dette feltet ble ikke funnet igjen i 2020, og er sannsynligvis spylt bort, eller gjenauert. Av gytesubstratet som ble lagt ut i selve kraftverkskanalen (felt 4), ble det i 2019 registrert at massene som ble plassert nærmest kraftverksutløpet hadde blitt spylt et stykke nedover. Resterende masser var i 2019 intakte og funksjonelle til gyting for laks og ørret. I 2020 kan det se ut som om det aller meste av masse som lå igjen på dette feltet er spylt bort eller gjenauert. Det ble likevel observert det som sannsynligvis var gytegroper på dette området (3-10 stk.). Gytegroperne var små, og det tyder ikke på at det har foregått laksegyting, men ørretgyting på dette området. Grunnet relativt høy vannhastighet og uniform elvebunn kan enkelte groper ha blitt oversett. I 2020 var deler av områdene både på innsiden og utsiden av steinranken ved kraftverksutløpet gjenauert. Spesielt var området på utsiden av steinranken i stor grad belagt med sand.



**Bilde 11.3.** Bilde fra undervannsvideo på innsiden av kraftverksutløpet 31.oktober 2019. Befaring her viste at massene lå stabilt i elveleiet og dessuten var brukt til gyting høsten 2019. Foto: Espen Holthe.

Høsten 2017 ble det utført ungfiskundersøkelser i forkant av grusutleggingen ved Brattset (Solem mfl. 2018a). For å undersøke virkninger på ungfiskproduksjon ble det også gjennomført strandnært elektrisk fiske på fire stasjoner i hovedelva både i oktober 2019 og i oktober 2020 (**tabell 11.2**). De to stasjonene i sideløpet ved Ingridøya var tørrlagt og ble kun befart. Det ble i 2020 funnet årsyngel og eldre fiskeunger av laks og ørret på alle stasjonene, unntatt på stasjon tre i nedre del av steinranken ved kraftverksutløpet. Høyest tetthet av laksunger ble funnet ved stasjon to og fire, mens det ble funnet høyest tetthet av ørretunger ved stasjon en og stasjon fire (**tabell 11.3**).

**Tabell 11.2.** Antall laks og ørretunger (årsyngel og parr) fanget ved elektrisk fiske på fire stasjoner i Orkla, ved Brattset kraftverk høsten 2020. Areal avfisket, antall omganger avfisket for hver stasjon og kartreferanser til elfiskestasjonen.

Stasjon	Areal (m <sup>2</sup> )	Omganger	Årsyngel laks/ørret	Lakseparr/Ørretparr	GPS-posisjon (UTM)
B1	82	1	3/10	22/0	32V 6964140 551598
B2	47	1	15/1	12/1	32V 6964404 551565
B3	96	1	0/0	0/0	32V 6964320 551555
B4	75	1	26/0	11/0	32V 6964505 551496

**Tabell 11.3.** Estimerte tettheter (per 100 m<sup>2</sup>) av laks og ørretunger på de fire stasjonene som det ble gjennomført strandnært elektrisk fiske på i 2020.

Stasjon	Estimert tetthet 2020			
	Laks 0+	Laks ≥ 1+	Ørret 0+	Ørret ≥ 1+
Brattset 1	6,4	40,0	16,3	0,0
Brattset 2	62,5	42,7	47,8	3,1
Brattset 3	0,0	0,0	0,0	0,0
Brattset 4	67,2	15,4	21,7	1,9
<b>Gjennomsnitt</b>	<b>34,0</b>	<b>24,5</b>	<b>21,5</b>	<b>1,2</b>

Ungfiskundersøkelsen i 2020 viste i gjennomsnitt lave til moderate tettheter av laks og ørretunger på de fire stasjonene som ble undersøkt ved Brattset kraftverk, noe som delvis samsvarer ved funn ellers i Rennebuområdet (**se kapittel 13**). Det ble funnet færre årsyngel av laks på de fire undersøkte stasjonene i 2020 enn i 2019. I 2019 ble det funnet i alt 102 årsyngel av laks, mens det i 2020 ble funnet 44. For eldre laksunger ble det under det elektriske fisket funnet noen flere individer i 2020 enn i 2019, 45 i 2020 mot 31 i 2019. I 2019 ble det ikke beregnet tettheter etter det elektriske fisket. Dette var fordi vanntemperaturen var lavere enn fem grader og fangbarheten, spesielt for årsyngel, sannsynligvis var betraktelig redusert (Solem mfl. 2020). I 2017, før tiltakene ble gjennomført var samlet tetthet av årsyngel av laks på 118,2 individer per 100 m<sup>2</sup>, mens tettheten for eldre laksunger var på 8,9 individer per 100 m<sup>2</sup>. Tettheten av årsyngel av ørret var i 2017 på 0,9 individer per 100 m<sup>2</sup> mens den for eldre ørretunger var på 1,5 individer per 100 m<sup>2</sup>. Det ble i 2017 gjennomført elektrisk fisk på seks stasjoner ved Brattset, hvorav fire er identiske med de stasjonene som ble fisket i 2019 og 2020.

I starten av oktober 2021 ble det også gjennomført elektrisk fiske på to stasjoner og befaring i det nyåpnede sideløpet ved Ingridøya. Vannføringen på undersøkelsestidspunktet var noe høy, og dette vanskeliggjorde mulighetene for å gjennomføre et godt elektrisk fiske. Til sammen ble det avfisket 132 m<sup>2</sup> i sideløpet, og det ble kun funnet én eldre laksunge på 79 mm på de to stasjonene.

Det ble også gjort en vurdering på hvordan gytegrusen som ble lagt ut i sideløpet høsten 2020 hadde forflyttet seg. Selv om vannføringen var høy, ble det slått fast at mye av gytegrusen lå på steder der det på forhånd var ønskelig at den ble deponert i områder med strømhastighet og dybde som sannsynligvis er ideelle for gyting hos laks og sjørret (**bilde 11.4**). Det var på grunn av vannføringsforhold ikke mulig å vurdere dybde på laget med gytesubstrat, eller areal på de områdene der grusen var deponert. I tillegg til at det har blitt lagt opp gytegrus på egnede steder i sideløpet, ble det observert at en del av grusen også hadde lagt seg opp i nedre del av sideløpet. Ved lav vannføring er det muligens for lav strømhastighet i dette området til at laks prefererer å benytte dette området til gyting, mens på høyere vannføringer kan nok dette området benyttes til gyting. Det er ikke gjennomført befaringer i området etter høsten 2021, men ut fra

observasjoner på dette tidspunktet anbefales det også å legge ut resterende gytesubstrat som er lagret ved Brattset i sideløpet.



**Bilde 11.4.** Område med deponert gytegrus i sideløpet ved Ingridøya, om lag ett år etter at gytegrusen ble lagt ut oppstrøms. Foto: Espen Holthe. NINA.

### 11.3 Diskusjon

Utlekking av gytesubstrat, som et tiltak for å styrke gytemulighetene og dermed ungfiskbestanden på elvestrekningen i området rundt Brattset kraftverk, har vist seg å ikke gi den effekten som man har ønsket å oppnå. Befaringer med overflatedriving på de respektive gytefeltene høsten 2019 og 2020 viste at utlagte masser hadde blitt spylt ut i kulpområder nedstrøms området ved Nylenfossen. Ved utløpet av kraftverket er all utlagt gytegrus spylt bort eller gjenauget. Det forventes ikke at fisk vil benytte disse utspylte massene til gyting i årene framover. Gytesubstratet ligger nå spredt over et større areal, uten større sammenhengende felt, bortsett fra området nedstrøms Nylenfossen. Massene vil likevel til en viss grad ha funksjon som skjulplass for yngre ungfisk (årsyngel og ettåringer). Basert på ungfiksundersøkelser i området rundt kraftverksutløpet ser en også at tetthetene av årsyngel er redusert mellom 2019 og 2020. Dette skyldes sannsynlig at gytesubstratet er spylt bort i løpet av sesongen 2019, og at grunnlaget for gyting god produksjon av årsyngel er borte. Imidlertid forklarer ikke dette nedgangen i tettheter fra 2017, før tiltakene ble gjennomført.

## 12 Kartlegging munningsområder til sidevassdrag

### 12.1 Metode

For å kartlegge munningsområder til sidevassdragene i Orkla, ble det i juni 2017 og mai 2018 gjennomført undersøkelser av til sammen 79 munningsområder til sidevassdrag fra Bjørsetdammen og ned til Bårdshaugbrua. Munningsområdene til 45 sidevassdrag fra Brattset til Bjørsetdammen ble kartlagt 28. og 29. juni 2017 (for vannføring, se **tabell 12.1**). Munningsområdene til de 34 sidevassdragene på strekningen fra Bjørsetdammen til Bårdshaugbrua ble undersøkt 23. og 24. mai 2018 (for vannføring, se **tabell 12.1**).

**Tabell 12.1.** Vannføring ved aktuelle målestasjoner når kartleggingen av munningsområder til sidevassdrag i Orkla ble gjennomført i 2017 og 2018.

Dato	Oppstrøms Brattset	Nedstrøms Brattset	Vannføring (m <sup>3</sup> /s)			
			Grana	Syrstad	Storstein- hølen	Varghølen
28. juni 2017	11	34	-	81,6-	24,9	-
29. juni 2017	9	18	18	72,0	22,2	
23. mai 2018				46,2	23,3	37
24. mai 2018				35,3	23,2	

Kartleggingen ble gjennomført ved hjelp av en bemannet rafteflåte som drev nedover Orkla (**figur 12.1**). Ved hvert munningsområde gikk man i land og undersøkte en kort strekning (minimum 25 meter) fra munningsområdet og opp i sidevassdraget. Samtlige munningsområder ble deretter stedfestet med håndholdt GPS (Garmin GPSMAP 60Cx), dokumentert med foto og følgende parametere ble undersøkt og vurdert:

- Temperatur i sidevassdrag (°C)
- Temperatur i Orkla ved munningsområde (°C)
- Subjektiv vannføring i bekk (lav, middels, høy)
- Brede bekkeutløp
- Substrat bekkemunning
- Dybde i Orkla ved bekkemunning
- Brede om lag 25 m opp i bekken
- Dybde om lag 25 m opp i bekken
- Substrat (vurdert etter Forseth & Harby 2013) om lag 25 m opp i bekken
- Beskrivelse utløp av bekken i hovedelva
- Beskrivelse mulighet for oppvandring av gytefisk og parr
- Beskrivelse behov for senere befarings av bekk
- Generell vurdering av bekken med fokus på egnethetsvurdering for fisk

I tillegg ble det i en annen undersøkelse gjennomført problemkartlegging og ungfiskundersøkelser i 87 sidevassdrag i perioden 2017-2019. Hensikten med disse undersøkelsene var å gi en samlet vurdering av økologisk tilstand, tapt areal og forslag til tiltak i de ulike sidevassdragene. I ettertid er det gjennomført tiltak i flere av vassdragene som Tonga, Leirbekken, Ustdørja og flere står nå for tur. Resultatene fra undersøkelsen i sidevassdragene er benyttet som supplerende informasjon til kartleggingen av munningsområdene. Detaljert informasjon angående resultatene fra problemkartleggingen i sidevassdragene er publisert i rapportene Solem mfl. 2021a og b, og vil ikke bli beskrevet nærmere her.





**Figur 12.1.** Kartleggingen av munningsområder mellom Brattset kraftstasjon og Bjørsetdammen ble gjennomført ved hjelp av rafteflåte som drev nedover Orkla. Foto: Jan Gunnar Jensås, NINA.

## 12.2 Resultat

I juni 2017 ble 45 munningsområder mellom Brattset kraftstasjon og Bjørsetdammen kartlagt. Av disse 45 ble 36 klassifisert til å ha intakte og velegnede vandringsveier (gode opp- og nedvandringsforhold fra hovedelva) for anadrom laksefisk. For de resterende ni, ble to ansett å ha vanskelige oppvandringsforhold mens sju (hvorav to av dem i Grana) ble klassifisert å ha uavklarte vandringsforhold. Med «uavklarte» menes i denne sammenheng at det fortsatt er usikkert om munningsområdet på ulike vannføringer representerer et vandringshinder og at disse muligens er en følge av reguleringseffekter.

Av de 34 munningsområdene mellom Bjørsetdammen og Bårdshaugbrua som ble kartlagt i slutten av mai 2018 ble 16 klassifisert til å ha intakte og velegnede vandringsveier (gode opp- og nedvandringsforhold fra hovedelva) for anadrom laksefisk på de fleste vannføringer (Solem mfl. 2019a). For de resterende 18, ble 10 av naturlige årsaker og forhold klassifisert som uaktuelle ved at for eksempel naturlig vandringsbarriere er tett ved samløp med Orkla eller vannføring er så lav at de i perioder av året tørker ut. Tre sidevassdrag (bekkesystem ved Øyum med ukjent navn, Tonga og Mobekken) ble ansett å ha vanskelige oppvandringsforhold på grunn av menneskeskapte vandringshindre eller barrierer. Ett munningsområde (Lusa) er ansett som tapt etter at bekken ble lagt i rør, og sideløpet som bekken tidligere rant ut i, ble gjenfylt i forbindelse med Orklautbyggingen og byggingen av Bjørsetdammen. De fire siste ble klassifisert å ha uavklarte vandringsforhold i munningsområder.

Ut ifra en samlet vurdering basert på kartlegging av munningsområdene til 79 sidevassdrag i Orkla samt problemkartlegging i 87 sidevassdragene i Orkla (Solem mfl. 2021a og b), er det kun Lusa, like nedstrøms Bjørsetdammen, vi finner til å være direkte påvirket av vassdragsreguleringen.

### 12.2.1 Lusa

Lusa ligger om lag 800 meter nedstrøms Bjørsetdammen på nordre side av Orkla. Før reguleringen hadde Lusa sitt utløp i et flomløp/sideløp som startet om lag 150 meter nedstrøms dagens plassering av Bjørsetdammen (**figur 8.2, kapittel 8**). Mellom sideløpet nedenfor gårdene på Dombu og Orkla, var det tidligere en øy kalt Kjerringøya. Sideløpet, som Lusa tidligere drenerte ut i, hadde et areal på omtrent 5000 m<sup>2</sup>. Under Orkla reguleringen og utbyggingen av Bjørsetdammen på slutten av 1970-tallet ble hele dette sideløpet fylt med sprengtstein fra kraftverkstunnelen som ble drevet fra Bjørsetdammen og ned til utløp ved Svorkmo. I tillegg ble jorden hevet med masser fra samme sted og store deler av Lusa nedstrøms Kvamsvegen ble lagt i rør under det som i dag er dyrkamark (**figur 12.2 og figur 8.2, kapittel 8**). Videre ble det over en lengre strekning fra Bjørsetdammen og ned forbi samløp Lusa og Orkla anlagt forbygning langs nordre bredd av Orkla. KVO fikk i den forbindelse vedlikeholdsansvaret av kulvert for Lusa gjennom forbygningen (**figur 8.2, kapittel 8 og figur 12.2**) For en nærmere beskrivelse av vandringsveier for fisk i Lusa, se Solem mfl. 2021a.



**Figur 12.2.** Øverst: Lusa munner ut i Orkla gjennom et rør, som på minstevannføring i Orkla om høsten (4-10 m<sup>3</sup>/s) gjør det tilnærmet umulig for gytefisk å vandre opp i vassdraget. Foto: Øyvind Solem, NINA. Nederst: Vassdraget er lukket under dyrkamark, der knappe 120 meter (blå linje) er åpent i dag. Foto: [www.finn.no](http://www.finn.no).

Lokale kilder bekrefter at det tidligere ble fanget sjørret i sideløpet som Lusa tidligere munnet ut i, og at Lusa hadde en god bestand av sjørret. Dagens status er at vassdraget må anses som tapt som følge av lukking under dyrkamark og kulvertmunningen i forbygningen ved samløp med Orkla. Tiltakene som ble gjort da Lusa ble lagt i rør og flomløp/sideløp ble gjenfylt er ikke en direkte regulerings-effekt. Imidlertid gav utbyggingen tilgang på masser som ellers ikke ville vært der. Gjenfyllingen av flomløp/sideløpet og det at Lusa ble lagt i rør nedstrøms

Kvamsvegen hadde derfor neppe skjedd uten utbyggingen av Orkla og Bjørsetdammen. Endringer og effekter i vassdraget kan derfor slik vi vurderer det ikke fastsettes som en direkte effekt av reguleringen, men mer som en følge av Orklautbyggingen .

## 12.3 Diskusjon

Gjennom året vil vannføring i hovedelva variere, og skape ulike muligheter for laksefisk til å vandre opp, samt at variasjoner i tilløpsvassdragets vannføring kompliserer dette bildet ytterligere. For hovedelva styres vannføring av enten kraftverksmanøvreringen eller nedbør, som da kan forekomme langt oppe i nedbørfeltet, mens (de uregulerte) sidevassdragene er stort sett styrt av lokale nedbørsforhold knyttet til et mindre nedbørsfelt. En befaring og vurdering der kun munningsområder kartlegges en gang vil for mange sidevassdrag derfor bare kunne si noe om muligheter for oppvandring på den aktuelle vannføringen. For å få en mer treffsikker kartlegging og synliggjøre utfordringene er det derfor nødvendig å benytte også andre metodiske tilnæringer.

En av de sikreste metodene for å påvise om anadrom laksefisk kan vandre opp i vassdrag, er ved hjelp av elektrisk fiske etter ungfisk, spesielt sammenligninger mellom nedenfor og ovenfor potensielle eller identifiserte problempunkter for oppvandring. Påvisning av ungfisk, og da spesielt forekomst av årsyngel (laks og/eller ørret), vil ofte langt på vei kunne bekrefte hvorvidt oppvandring av større gytefisk har forekommet høsten året før. Normalt vil man da finne store forskjeller i årsyngeltettheter ovenfor og nedenfor, eller årsyngeltettheter over visse grensenivåer (Bergan mfl. 2011, Bergan & Nøst 2017, Bergan & Solem 2018) gitt at vann- og habitatkvaliteten i sidevassdraget er tilfredsstillende. En påvisning av eldre årsklasser, selv med til dels høye tettheter, vil imidlertid ikke kunne bekrefte om vassdraget benyttes til gyting av anadrom laksefisk. Det er vanlig forekommende at eldre ungfisk av både (sjø-)ørret og laks kan vandre opp i sidebekker eksemplvis i forbindelse med næringssøk/vekstforhold, dersom sidebekken har fordelaktig næringstilbud og gunstigere vanntemperatur sammenlignet med hovedelva i perioder av året. Eldre ungfisk kan også vandre opp i sidevassdrag på høy vannføring og gunstig vanntemperatur om sommeren, på tidspunkter det ikke er aktuelt for gytefisk å vandre opp, siden gytefisken da oppholder seg enten i sjøen eller i hovedelva (uten «trang» til å vandre opp). Det er dermed en «mismatch» i gunstige tidspunkter for oppvandring og gytevandring. Små fiskesørrelser har i tillegg andre kriteriekrav for oppvandring sammenlignet med større fisk, og kan f.eks. passere glipper i storsteinforbygninger, forsere små fall uten dypere kulper og lignende, som ikke er passerbar for større gytefisk i samme vassdrag.

Vassdragene som etter munningskartleggingen ble klassifisert å ha uavklarte vandringsforhold er ved senere kartlegginger oppe i vassdragene og nye kartlegginger i munningsområdene vurdert med tanke på økologisk tilstand, og en nærmere beskrivelse av alle de 87 sidevassdragene som er undersøkt i Orkla finnes i Solem mfl. 2021a og b.

Selv om vi antar at det kun er Lusa som er direkte påvirket av reguleringen, er det flere sidevassdrag som mest sannsynlig i større eller mindre grad er påvirket av redusert vannføring eller fysiske inngrep som følge av reguleringen. Ett av vassdragene er Dulubekken på søndre bredd nedstrøms Bjørsetdammen, som kan ha bli lagt i rør på samme tidspunkt som Lusa. I tillegg er spranget ved utløpet av Svorka (**figur 8.5, kapittel 8**) nå høyere enn det var tidlig på 1900-tallet. Årsaken til dette er sammensatte; både grusuttak, med påfølgende senkning av elveløpet, erosjonssikring kombinert med redusert flomvannføring kan ha ført til at oppgangsforholdene ved utløpet av Svorka er endret. Det samme vil også kunne gjelde for andre vassdrag. Vi kan dermed ikke fastslå at oppgangsforholdene i andre sidevassdrag enn Lusa er påvirket som følge av reguleringen.

### 12.3.1 Forslag til tiltak for Lusa

For å hente tilbake en tilnærmet naturtilstand i Lusa, anbefales det at bekken åpnes i sin helhet nedstrøms Kvamsveien, og at det opprettes et naturlig bekkeleie, ved å restaurere bekken med fokus på tilrettelegging for sjørret fra utløp i Orkla og opp til Kvamsveien. Den beste løsningen

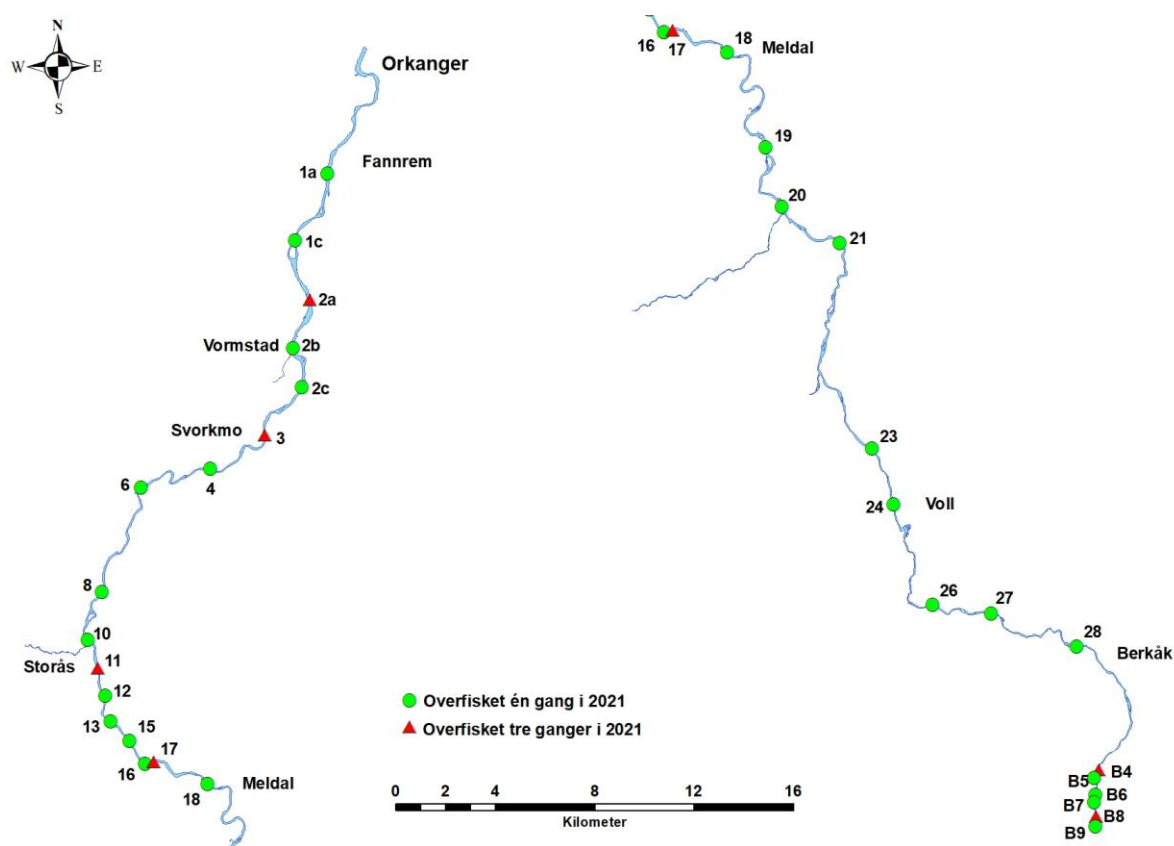
er trolig at bekken, nedstrøms Kvamsvegen åpnes der den i dag er lagt i rør. I tillegg bør det for å etablere god økologisk funksjon i bekken tilstrebes å legge til rette for tilstrekkelig kantvegetasjon på begge sider..

## 13 Ungfiskundersøkelser

### 13.1 Metode

#### 13.1.1 Årlige undersøkelser i Orkla nedenfor Brattset

Høsten 2021 ble det gjennomført strandnært elektrisk fiske på til sammen 25 stasjoner i Orkla nedenfor Brattset (**figur 13.1**). Stasjonene ble fordelt langs elvestrekningen mellom Eggan ved Berkåk og Forve bru ved Fannrem. For å sikre en jevn fordeling av stasjonene i lakseførende del av elva, ble undersøkelsesområdet delt inn i fem delstrekninger (**tabell 13.1**); nedstrøms kraftverksutløpet ved Svorkmo (fem stasjoner), Svorkmo til Storås (fem stasjoner), Storås til Bjørsetdammen (seks stasjoner), Bjørset til utløp Grana (fire stasjoner) og fra utløp Grana til Eggan i Rennebu (fem stasjoner). De fleste lokalitetene har inngått i tidligere ungfiskundersøkelser utført av NINA i perioden 1993-2001 (Hvidsten mfl. 2004), og 25, 24 og 16 av stasjonene ble også overfisket under ungfiskundersøkelsene i henholdsvis 2020, 2019 og 2018 (Solem mfl. 2019a, Solem mfl. 2020, Solem mfl. 2021c).



**Figur 13.1.** Oversiktskart over elfiskestasjonene som ble undersøkt i Orkla høsten 2021. Grønne sirkler viser stasjoner som ble overfisket én gang i 2021, røde trekkanter viser de som ble overfisket tre ganger i 2021. Stasjonene oppstrøms Brattset er gitt stasjonsnummer B4-B9. Blå strek markerer lakseførende strekning i Orkla.

Feltarbeidet ble utført under gode forhold for strandnært elektrisk fiske. Omtrent en tredjedel av stasjonene ble fisket i august og to tredjedeler i starten av september. Alle stasjonene som ligger i minstevannføringsløpet mellom Bjørsetdammen og kraftverksutløpet ved Svorkmo ble avfisket før overgangen til vintervannføring (fra 15. september og gradvis reduksjon til 4 m<sup>3</sup>/s). Vanntemperaturen under elfisket var i gjennomsnitt 11,3 °C og varierte mellom 8,7 og 15,7 °C. Vannføringen varierte mellom 20 og 45 m<sup>3</sup>/s (målt ved Syrstad). Alle stasjonene i

minstevannføringsløpet ble avfisket når vannføringen var på rundt 11 m<sup>3</sup>/s (målt ved Storsteinhølen). De aller fleste elfiskestasjonene ble overfisket på lav og synkende vannføring.

All innfanget fisk ble bedøvd (Benzoac eller Aqui-S) før lengdemåling (naturlig utstrakt lengde, mm) og artsbestemmelse. Skjellprøver ble tatt av et representativt utvalg av ungfisken på hver stasjon for nærmere aldersanalyse. Totalt ble 283 lakseunger og 58 ørretunger prøvetatt. Etter prøvetaking ble fisken satt levende ut i elva igjen. Beregning av ungfisktetthet (antall individer per 100 m<sup>2</sup>) er basert på tre etterfølgende utfiskinger med elektrisk fiskeapparat i et kjent elveareal (Zippin 1958, Bohlin 1981, Bohlin mfl. 1989), og baserer seg på reduksjon i fangst mellom fiskeomgangene. Det ble fisket med tre etterfølgende utfiskinger på fire stasjoner (**tabell 13.1**), mens de resterende 21 stasjonene ble overfisket én gang. I tillegg til undersøkelsene på de 25 stasjonene omtalt i dette kapittelet ble det gjort ungfiskundersøkelser på seks stasjoner lengre opp i Orkla ovenfor Brattset (omtalt i **kapittel 13.1.2**). To av de sistnevnte stasjonene ble overfisket tre ganger, og fire én gang. Tetthet på alle stasjoner som ble overfisket én gang i Orkla nedenfor Brattset (21 stk.) ble beregnet ved å benytte gjennomsnittet av beregnet fangbarhet på de seks stasjonene som ble overfisket tre ganger (fire stasjoner nedenfor Brattset og to ovenfor). Gjennomsnittlig fangbarhet for årsyngel og parr av laks var henholdsvis 0,51 og 0,67. Fangst av ørretunger var for lav til at fangbarhet kunne beregnes med utfangstmetoden, og fangbarheten for årsyngel og parr av ørret ble derfor satt til de samme verdiene som for laks. Ungfisktetthet hos laks beskrives med begreper som lav, moderat eller høy. Grensene mellom disse gruppene er vurdert ut fra en forventning om hva som er vanlig fisketetthet i alminnelig produktive, lite berørte vassdrag i regionen (se for eksempel Johnsen mfl. 2012) og Orklavassdraget som helhet. Orkla er forventet å ligge i øvre sjikt med hensyn til ungfisktettheter, med en ungfiskbestand dominert av årsyngel, men også med høye tettheter av ettåringer og eldre. For årsyngel vil lave, moderate og høye tetthetsnivåer ligge omkring henholdsvis < 50, 50–100 og > 100 individer per 100 m<sup>2</sup>. Tilsvarende, for eldre fiskeunger, er grensene for de respektive tetthetene satt til < 20, 20–60 og > 60 individer per 100 m<sup>2</sup>.

**Tabell 13.1.** Undersøkte lokaliteter ved ungfiskundersøkelsene i Orkla i perioden 2018-2021 og tidligere undersøkelser utført av NINA i perioden 1993-2001 (samlet). Stasjoner markert med \* ble overfisket tre ganger.

Område	St.	Navn	2021	2020	2019	2018	Tidl.	GPS-posisjoner 2021				
Nedstrøms	Svorkmo	1a	Forve bru	1	1	1			32V	540157	7015506	
		1b	Øvre Eriksen			1			32V	539789	7013824	
		1c	Kvåle (nedre Ekli)	1	1	1	1	1	32V	538849	7012818	
		2a	Sone 6 OJFF	1*	1	1			32V	539443	7010438	
		2b	Vormstad (Bruhølen)	1	1	1	1	1	32V	538770	7008490	
		2c	Varghølen	1	1	1			32V	539128	7006908	
Minstevannføringsløpet	Svorkmo-Storås	3	Svorkmo (Kanalhølen)	1*	1	1	1		32V	537618	7004994	
		4	Rønningen	1	1	1	1	1	32V	535436	7003627	
		5	Eldsandhølen			1	1		32V	533574	7003486	
		6	Haukåshølen	1	1	1	1		32V	532652	7002866	
		7	Langset			1	1		32V	531923	7000421	
		8	Gamle Orkla gård	1	1	1	1	1	32V	531073	6998665	
		9	Granmoen		1		1		32V	530643	6998151	
	Storås-Bjørset	10	Vakkerøra	1	1	1	1		32V	530514	6996736	
		11	Storås (Lo vald)	1*	1	1	1		32V	530907	6995617	
		12	Bruhølen (Lo bru)	1	1	1	1		32V	531198	6994491	
		13	Sagbruk Rundmyra	1	1	1	1		32V	531414	6993471	
		14	Ola-valdet			1	1		32V	531698	6993296	
		15	Hove	1	1		1		32V	532192	6992691	
		16	Øya	1	1	1	1		32V	532813	6991761	
		17	Bjørset	1*	1	1	1	1	32V	533166	6991852	
	Bjørset-utløp	Grana	18	Gildøya	1	1	1	1	1	32V	535339	6990954
			19	Snoensøya	1	1	1	1	1	32V	536895	6987129
20			Å	1	1	1	1	1	32V	537549	6984740	
21			Jordet-valdet	1	1	1		1	32V	539857	6983282	
22			Aunøya			1		1	32V	539225	6978952	
Utløp Grana-Eggan	Eggan	23	Rebergsgjerdet	1	1	1		1	32V	541172	6975010	
		24	Nesjan	1	1	1		1	32V	542033	6972782	
		25	Tynnhølen			1		1	32V	542578	6969003	
		26	Stavne-Uv	1	1	1		1	32V	543610	6968738	
		27	Gunneshølen	1	1	1		1	32V	545951	6968395	
		28	Eggan	1	1	1		1	32V	549412	6967070	

### 13.1.2 Undersøkelser ovenfor Brattset

#### Ungfiskundersøkelser

Ungfiskundersøkelsene på strekningen fra Brattset til Stoin høsten 2021 ble utført på seks av de ni stasjonene som har inngått i tidligere undersøkelser i 2008, 2009, 2010 og 2011 (Hvidsten mfl. 2009, 2010, 2011, 2012, tabell 13.2). Feltarbeidet ble gjennomført ved forhold som er godt egnet for elfiske den 10. og 11. august. Vannføringen og vanntemperaturen varierte mellom henholdsvis 2,5-4,0 m<sup>3</sup>/s (målt ved Brattset, 121.23.0) og 13,4-14,3 °C (målt på stasjonene under

elfisket). Ungfiskundersøkelsene ble utført på samme måte som beskrevet under **kapittel 13.1.1**. Stasjon 5 og 8 oppstrøms Brattset ble overfisket tre ganger, mens de resterende stasjonene ble overfisket én gang. Tetthet på alle stasjoner som ble overfisket én gang i Orkla ovenfor Brattset (fire stk.) ble beregnet ved å benytte gjennomsnittet av beregnet fangbarhet på de seks stasjonene som ble overfisket tre ganger (fire stasjoner nedenfor Brattset og to ovenfor). Fangbarheten ble beregnet til 0,57 for årsyngel og 0,67 for parr av begge arter (se **kapittel 13.1.1**). Til sammen ble 65 laks og 27 ørret skjellprøvetatt for aldersanalyser på denne strekningen.

**Tabell 13.2.** Tabellen viser oversikt over undersøkelser foretatt på stasjoner i Orkla ovenfor Brattset i perioden 2008-2021. Utførte ungfiskundersøkelser i ett år på en stasjon er markert som «u» og skjulmålinger med «s». Antall prøveflater for skjulmålinger er angitt i parentes. Stasjoner markert med \* ble overfisket tre ganger i 2021.

Stasjon	2021	2011	2010	2009	2008	GPS-posisjoner		
B1	-	u + s (20)	u	u	u + s (20)	32V	551193	6963299
B2	-	u	u	u	u + s (3)	32V	551108	6963063
B3	-	u	u	u	u + s (3)	32V	550647	6962738
B4	u + s (9)	u	u	u	u + s (3)	32V	550292	6962041
B5	u* + s (9)	u + s (20)	u	u	u + s (20)	32V	550240	6961844
B6	u + s (9)	u	u	u	u + s (3)	32V	550151	6961105
B7	u + s (9)	u + s (20)	u	u	u + s (20)	32V	550100	6960804
B8	u* + s (9)	u	u	u	u + s (3)	32V	550176	6960235
B9	u + s (9)	u	u	u	u + s (3)	32V	550 160	6959896

### Skjulkapasitet

Skjulkapasiteten i substratet på stasjonene B4-B9 ble målt i 2021 og sammenlignet med tilsvarende målinger i 2008 og 2011. Skjulmålingene ble gjennomført ved å måle hvor langt en fleksibel PVC-slange kan stikkes inn i hulrom i substratet innenfor en 0,25 m<sup>2</sup> stor ramme lagt ut på elvebunnen. Størrelsen av hvert skjul kategoriseres til 1 (2-5 cm), 2 (5-10 cm) og 3 (> 10 cm). Metoden er utviklet for å måle mengden skjul lakseunger har i substratet (Finstad mfl. 2007), og ved å utføre målinger i flere prøveflater innenfor et område får man et mål på områdets skjulkapasitet. Innenfor hver stasjon ble ni prøveflater undersøkt, og antall hulrom av hver kategori ble registrert. I 2008 og 2011 ble skjul målt på 20 prøveflater (0,25 m<sup>2</sup>) på stasjon B1, B5 og B7, og i tillegg på tre prøveflater på stasjon B2, B3, B4, B6, B8 og B9 i 2008 (**tabell 13.2**). Skjulkapasiteten beregnes som vektet skjul ( $S_v$ ) for hver prøveflate slik:

$$S_v = S_1 + S_2 * 2 + S_3 * 3$$

Der  $S_1$  til  $S_3$  er antall skjul av kategori 1 til 3.

For hver stasjon presenteres resultatene som gjennomsnittlig vektet skjul på de tre til 20 prøveflatene. I tillegg til skjulmålinger ble mengden substrat i prøveflatene vurdert som dominerende og sub-dominerende etter størrelseskategoriene 1 (0-2 cm), 2 (2-12 cm), 3 (13-34 cm), 4 (>35 cm) og 5 (fast fjell).



## 13.2 Resultater

### 13.2.1 Årlige undersøkelser i Orkla nedenfor Brattset

Ungfiskundersøkelsene viste stor variasjon i forekomst av ungfisk av laks og ørret i Orkla høsten 2021 (**tabell 13.3**). I tillegg til laks og ørret ble det også fanget trepigget stingsild (*Gasterosteus aculeatus*) på fem av stasjonene. Totalt overfisket areal på de 25 stasjonene var 2500 m<sup>2</sup>, og stasjonsstørrelsene varierte mellom 96 og 108 m<sup>2</sup> (**vedleggstabell 1**). Det ble fanget både årsyngel (0+) og parr ( $\geq 1+$ ) av laks på alle stasjonene, unntatt én stasjon hvor det ikke ble funnet årsyngel (**tabell 13.3**). Gjennomsnittlig tetthet for årsyngel og parr på stasjonene ble estimert til henholdsvis 45,8 yngel/100 m<sup>2</sup> og 51,0 parr/100 m<sup>2</sup> (**tabell 13.3**).

Tettheten av laksunger varierte mellom de fem delstrekningene av elva (**figur 13.2**). Stasjonene på strekningen fra Bjørsetdammen til utløpet av Grana (oppstrøms dammen) pekte seg ut med den høyeste gjennomsnittlige tettheten av årsyngel (0+) med 91,7 yngel/100 m<sup>2</sup> (**figur 13.2**). Dette er mer enn dobbelt så mye som gjennomsnittet på de andre strekningene, og tre ganger høyere enn på strekningen med de laveste tetthetene mellom utløpet av Grana til Eggan (30,6 yngel/100 m<sup>2</sup>). I minstevannføringsløpet kan tetthetene av årsyngel karakteriseres som lave ( $< 50$  yngel/100 m<sup>2</sup>) på de fleste stasjonene, med i gjennomsnitt 35,0 og 45,1 yngel/100 m<sup>2</sup> på henholdsvis strekningene Svorkmo-Storås og Storås-Bjørset (**figur 13.2**). Høye tettheter på stasjon 16 (147,9 yngel/100 m<sup>2</sup>) drar opp gjennomsnittlig tetthet på sistnevnte strekning kraftig (**tabell 13.3**). Høyeste tetthet av årsyngel ble registrert på stasjon 20 mellom Bjørsetdammen og utløpet av Grana med 206,5 yngel/100 m<sup>2</sup> (**tabell 13.3, bilde 13.1**). Av totalt 25 stasjoner var det kun tre og to stasjoner som oppnådde henholdsvis moderate (50-100 individer per 100 m<sup>2</sup>) og høye tettheter ( $> 100$  individer per 100 m<sup>2</sup>) av årsyngel.

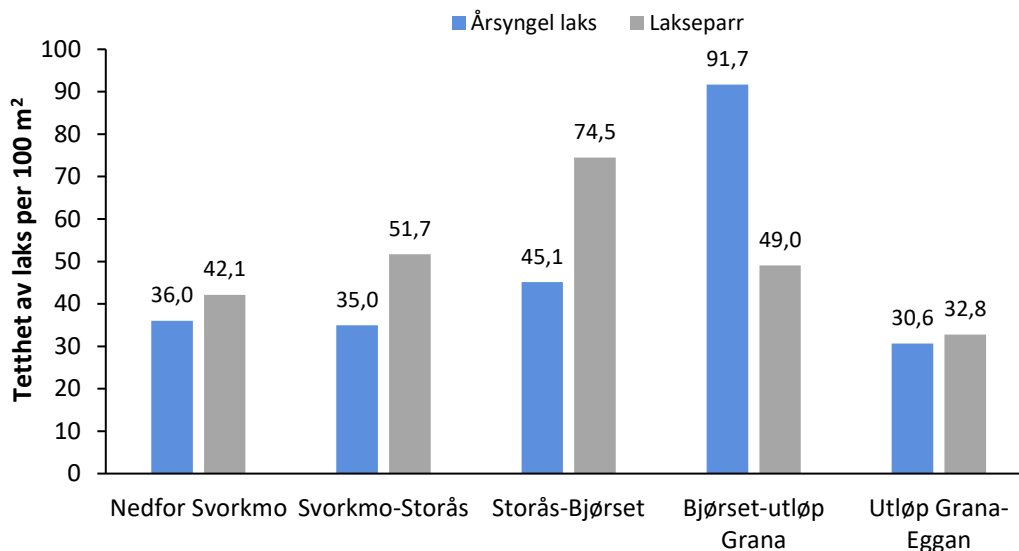


**Bilde 9.1.** De høyeste tetthetene av årsyngel ble funnet på stasjon 20 ved Å. Stasjonen er preget av substrat som er godt egnet for årsyngel. Foto: Torgeir B. Havn, NINA.

Tetthetene av eldre laksunger ( $\geq 1+$ ) var relativt sett høyere enn for årsyngel, med en gjennomsnittlig moderat tetthet (20-60 parr/100m<sup>2</sup>) på fire av fem delstrekninger, og høy på én strekning ( $> 60$  parr/100m<sup>2</sup>, **figur 13.2**). På strekningen Storås-Bjørset i minstevannføringsløpet var gjennomsnittlig tetthet høyest (74,5 parr/100m<sup>2</sup>), og det var der stasjonen med høyest tetthet av lakseparr var lokalisert (130,7 parr/100m<sup>2</sup> på stasjon 15 ved Hove, **tabell 13.3**). Lengre ned i minstevannføringsløpet mellom Svorkmo og Storås ble den nest høyeste gjennomsnittlige tettheten funnet (51,7 parr/100m<sup>2</sup>), omtrent likt som tetthetene ovenfor dammen opp til utløpet av Grana (49,0 parr/100m<sup>2</sup>, **figur 13.2**). Som for årsyngel var tettheten av eldre laksunger lavere i øverste del av undersøkelsesområdet oppstrøms utløpet av Grana (32,8 parr/100 m<sup>2</sup>) sammenlignet med delstrekningene lengre ned i elva (**figur 13.2**).

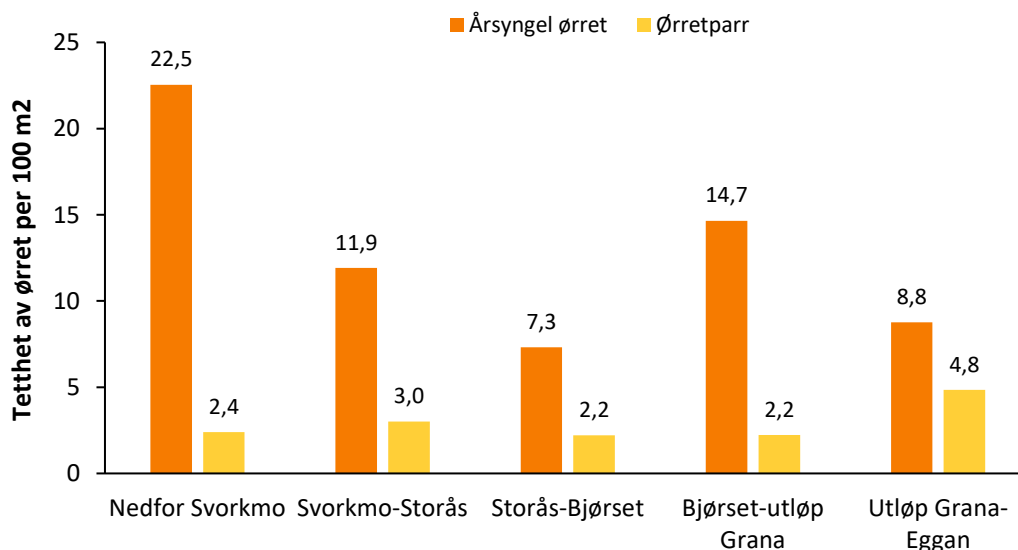
**Tabell 13.3.** Estimert tetthet per 100 m<sup>2</sup> for årsyngel (0+) og parr ( $\geq 1+$ ) av laks og ørret på 25 stasjoner i Orkla høsten 2021. Stasjonene er inndelt i fem ulike elvestrekninger: Nedstrøms Svorkmo, Svorkmo-Storås, Storås-Bjørset, Bjørset-utløp Grana og ovenfor utløp Grana.

Område	St.	Tetthet av laks (N/100 m <sup>2</sup> )		Tetthet av ørret (N/100 m <sup>2</sup> )		
		Årsyngel	Parr	Årsyngel	Parr	
Nedstrøms Svorkmo	1a	18,5	34,6	35,3	4,5	
	1c	27,6	69,1	33,3	7,5	
	2a	41,2	52,9	6,8	0,0	
	2b	37,5	33,1	31,4	0,0	
	2c	55,2	21,0	5,9	0,0	
Minstevannføringsløpet	Svorkmo-Storås	3	42,1	23,2	4,5	0,0
		4	27,6	57,1	3,9	4,5
		6	35,5	103,7	3,9	6,0
		8	36,2	50,6	10,0	3,0
		10	33,5	24,0	37,3	1,5
	Storås-Bjørset	11	18,2	52,5	3,4	2,1
		12	39,8	51,6	5,9	0,0
		13	40,6	61,9	5,8	0,0
		15	15,8	130,7	23,5	9,0
		16	147,9	48,5	4,1	0,0
17	8,4	101,7	1,2	2,2		
Bjørset-utløp Grana	18	88,7	58,6	17,6	7,5	
	19	29,6	105,2	0,0	0,0	
	20	206,5	8,6	39,2	1,4	
	21	42,0	23,7	1,8	0,0	
Utløp Grana-Eggen	23	48,3	10,3	7,7	0,0	
	24	14,1	27,6	12,0	0,0	
	26	82,8	22,5	5,9	0,0	
	27	7,9	36,1	5,9	14,9	
	28	0,0	67,3	12,3	9,3	
<b>Gjennomsnitt</b>		<b>45,8</b>	<b>51,0</b>	<b>12,7</b>	<b>2,9</b>	



**Figur 13.2.** Gjennomsnittlig tetthet per 100 m<sup>2</sup> for årsyngel (0+) og parr (≥ 1+) av laks fanget ved strandnært elektrisk fiske på 25 stasjoner i Orkla høsten 2021, fordelt på fem elvestrekninger: Nedfor Svorkmo, Svorkmo-Storås, Storås-Bjørset, Bjørset-utløp Grana og ovenfor utløp Grana.

Det ble fanget ørretunger på 24 av de 25 undersøkte stasjonene i Orkla høsten 2021 (**tabell 13.3**). Årsyngel ble fanget på 24 stasjoner, mens parr ble fanget på 13 stasjoner. Gjennomsnittlig tetthet for årsyngel og parr av ørret på stasjonene ble estimert til henholdsvis 12,7 yngel/100 m<sup>2</sup> og 2,9 parr/100 m<sup>2</sup> (**tabell 13.3**). Fangsten av årsyngel var lav i alle deler av elva, men på stasjonene nedenfor Svorkmo var tetthetene noe høyere slik at denne delstrekningen fikk den høyeste gjennomsnittlige tettheten med 22,5 yngel/100 m<sup>2</sup> (**figur 13.3**). På de andre delstrekningene var tetthetene av årsyngel mellom 7-15 individer/100 m<sup>2</sup> (**figur 13.3**). Høyest tetthet av årsyngel ble funnet på stasjon 20 ved Å (39,2 yngel/100 m<sup>2</sup>, **tabell 13.3**). For eldre ørretunger var tettheten gjennomgående svært lav i alle områdene i elva (2-5 parr/100m<sup>2</sup>, **figur 13.3**). Høyeste tetthet av ørretparr ble registrert på stasjon 27 ved Gunnesbrua (14,9 parr/100m<sup>2</sup>).

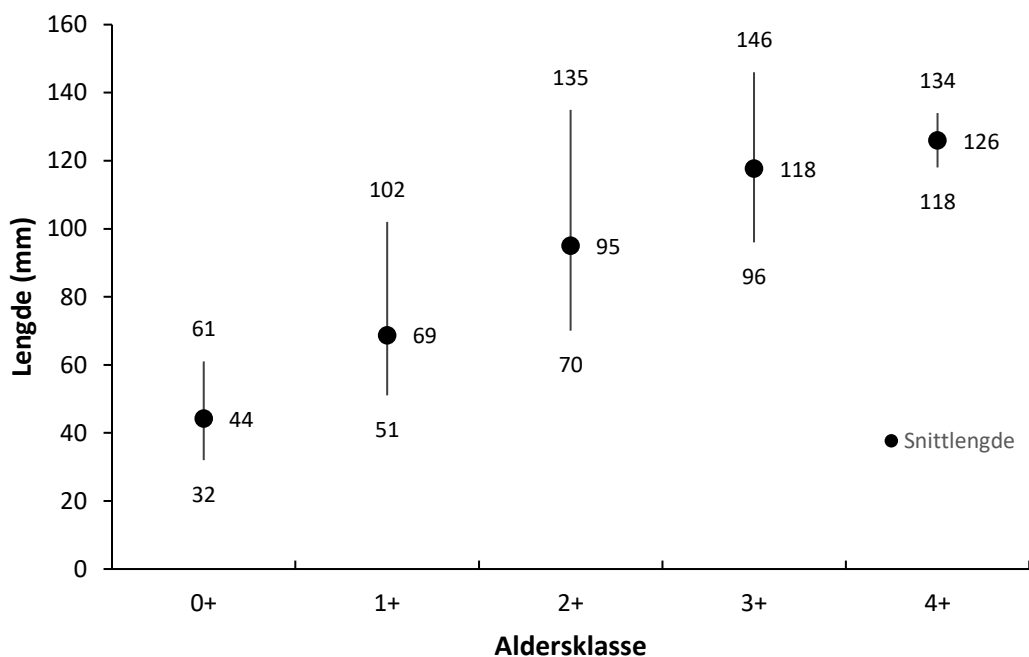


**Figur 13.3.** Gjennomsnittlig tetthet per 100 m<sup>2</sup> for årsyngel (0+) og parr (≥ 1+) av ørret fanget ved strandnært elektrisk fiske på 25 stasjoner i Orkla høsten 2021, fordelt på fem elvestrekninger: Nedfor Svorkmo, Svorkmo-Storås, Storås-Bjørset, Bjørset-utløp Grana og ovenfor utløp Grana.

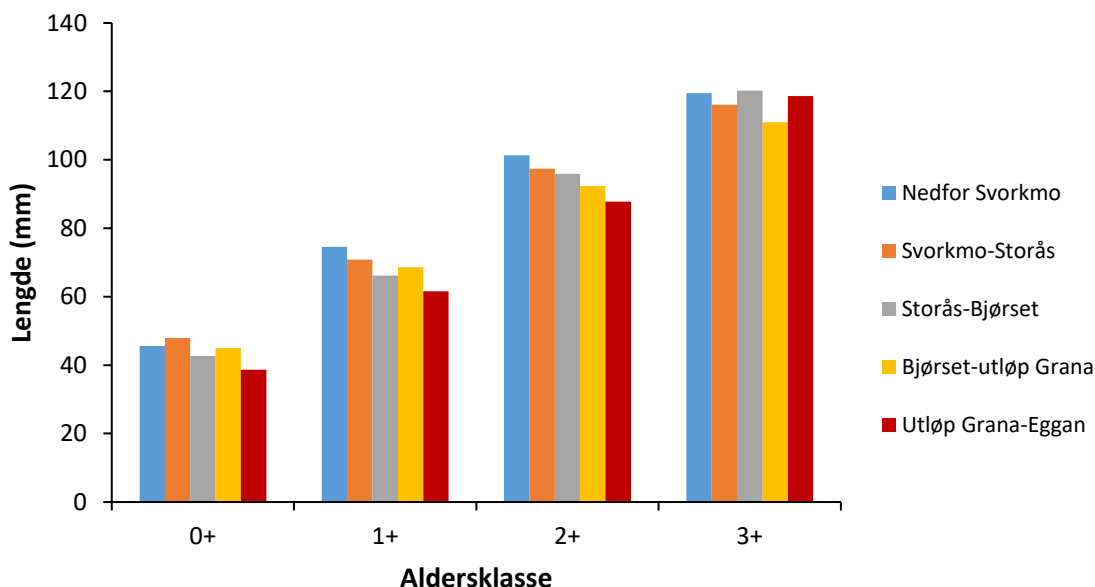
### Alders- og lengdefordeling

I felt ble det tatt skjellprøver fra både laks og ørretunger, henholdsvis fra 283 laks og 58 ørret. Skjellprøver fra laksunger viste en variasjon i alder fra årsyngel til fireåringer. Alder på fisk det ikke ble tatt skjellprøver av ble bestemt ut ifra målt lengde og alder/lengde-forholdet for skjellprøvetatt fisk. For hele ungfiskmaterialet samlet sett fordelte årsklassene for laks seg prosentvis med 41 % årsyngel, 31 % ettåringer, 23 % toåringer, 5 % treåringer og 0,3 % fireåringer (**vedleggstabell 1**).

Lengden til årsyngel av laks varierte mellom 32 og 61 mm, ettåringer mellom 50 og 102 mm, toåringer mellom 70 og 135 mm, treåringer mellom 96 og 146 mm og fireåringer mellom 118 og 134 mm (**figur 13.4**). Skjellprøvene viste altså varierende alder ved en gitt lengde både innad og mellom stasjonene, og det var i noen tilfeller vanskelig å bestemme årsklasse hos fisk basert på lengde. Vekst hos årsyngel, ett- og toåringer hos laks var forskjellig mellom de ulike delområdene og ser ut til å avta med økt lengde fra elvemunningen (**figur 13.5**). Forskjellen var mindre tydelig hos tre- og fireåringer, men her var også datamaterialet mindre (lav fangst). Forskjellen i gjennomsnittslengde i de ulike delområdene ser ut til å være til stede uavhengig av tettheten av ungfisk i de enkelte områdene. For eksempel er tetthetene av årsyngel og parr på strekningen nærmest elvemunningen nedenfor Svorkmo relativt lik tetthetene i øverste delområde ovenfor utløpet av Grana (**figur 13.2**), men til tross for dette er gjennomsnittslengdene for de ulike årsklassene tydelig lavere på øverste strekning (**figur 13.5**).



**Figur 13.4.** Gjennomsnittlig lengde ved alder (0+ til 4+) hos laksunger fanget i Orkla høsten 2021, samt intervall for maksimum og minimum lengde ved gitt aldersgruppe.



**Figur 13.5.** Gjennomsnittlig lengde (mm) hos ulike årsklasser av laks fanget i Orkla høsten 2021, inndelt i fem elvestrekninger Nedfor Svorkmo, Svorkmo-Storås, Storås-Bjørset, Bjørset-utløp Grana og ovenfor utløp Grana.

### 13.2.2 Undersøkelser ovenfor Brattset

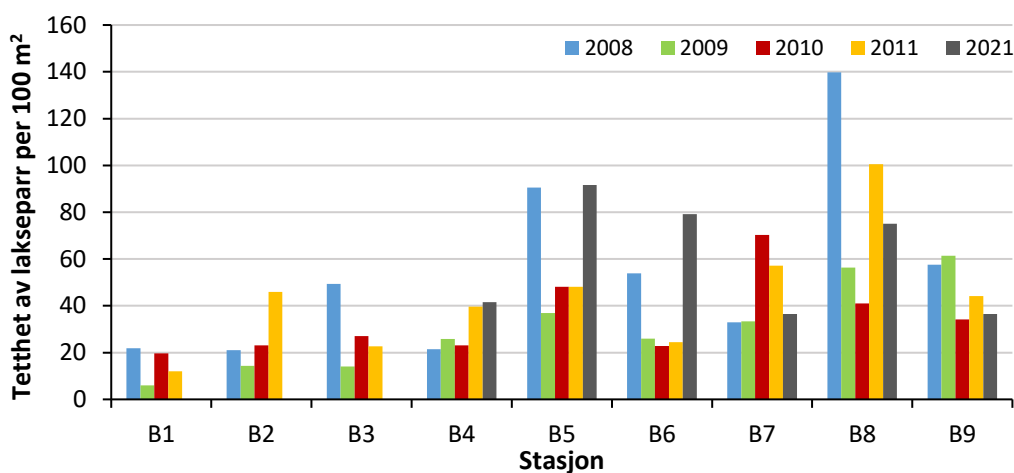
Totalt overfisket areal på de seks stasjonene i øvre deler av Orkla ovenfor Brattset var 368 m<sup>2</sup>, og stasjonsstørrelsene varierte mellom 33 til 75 m<sup>2</sup> (**vedleggstabell 1**). Det ble fanget årsyngel og parr av laks på alle stasjonene, unntatt på stasjon B6 hvor det ikke ble fanget årsyngel (**tabell 13.4**). Foruten stasjon B9 ble det fanget årsyngel av ørret og ørretparr på alle stasjonene (**tabell 13.4**). Gjennomsnittlig tetthet for årsyngel og parr av laks på de seks stasjonene ble estimert til henholdsvis 33,1 yngel/100 m<sup>2</sup> og 60,0 parr/100 m<sup>2</sup> (**tabell 13.4**). Tilsvarende tall for ørret var 5,9 yngel/100 m<sup>2</sup> og 13,5 parr/100 m<sup>2</sup>. Det ble det i tillegg til laks og ørret fanget ørekyte (*Phoxinus phoxinus*) på tre av stasjonene (n = 36, stasjon B4, B8 og B9) og ål (*Anguilla anguilla*) på to av stasjonene (n = 3, stasjon B4 og B6).

Tetthetene av lakseparr var jevnt over relativt høye, med tre stasjoner som hadde gode tettheter (> 60 parr/100 m<sup>2</sup>) og tre med moderate tettheter (20–60 parr/100 m<sup>2</sup>, **tabell 13.4**, **figur 13.6**). De høyeste tetthetene av lakseparr ble funnet på stasjon B5. For årsyngel av laks varierte tetthetene mer, fra ingen på stasjon B6 til 123,7 årsyngel på stasjon B8 (**bilde 13.2**), og alle unntatt sistnevnte stasjon hadde lave tettheter (< 50 årsyngel/100 m<sup>2</sup>, **tabell 13.4**, **figur 13.7**). Tetthetene av ørretunger var overveiende lav, spesielt for årsyngel men også for parr (**tabell 13.4**, **figur 13.8 og 13.9**). Imidlertid var gjennomsnittlig tetthet av parr høyere på strekningen ovenfor Brattset enn på de 25 stasjonene nedenfor Brattset (**tabell 13.3**).

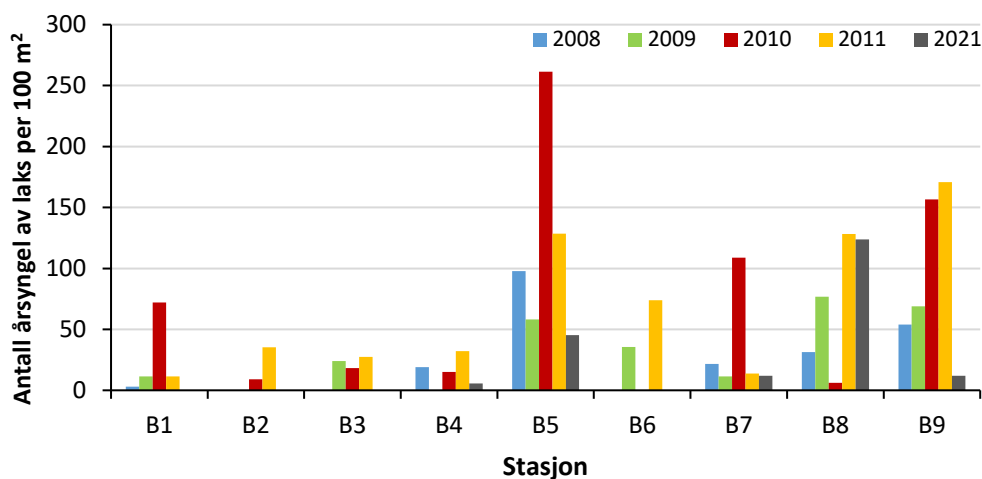
For ungfiskmaterialet samlet sett ovenfor Brattset fordelte årsklassene for laks seg til 38 % årsyngel, 40 % ettåringer, 20 % toåringer og 2 % treåringer (**vedleggstabell 1**). Lengden til årsyngel av laks varierte mellom 34 og 52 mm (gjennomsnitt 40,6), ettåringer mellom 62 og 94 mm (gjennomsnitt 75,9), toåringer mellom 96 og 134 mm (gjennomsnitt 113,6) og treåringer mellom 119 og 154 (gjennomsnitt 129,1).

**Tabell 13.4.** Estimert tetthet per 100 m<sup>2</sup> for årsyngel (0+) og parr (≥ 1+) av laks og ørret på seks stasjoner på strekningen mellom Brattset og Stoin i Orkla høsten 2021.

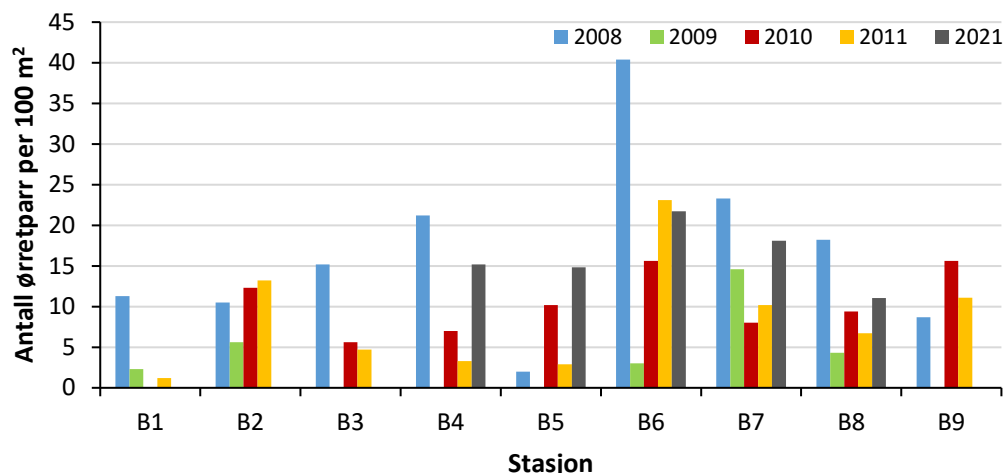
St.	Tetthet av laks (N/100 m <sup>2</sup> )		Tetthet av ørret (N/100 m <sup>2</sup> )	
	Årsyngel	Parr	Årsyngel	Parr
B4	5,7	41,5	14,3	15,2
B5	45,2	91,6	13,0	14,8
B6	0,0	79,2	3,6	21,7
B7	11,9	36,4	3,0	18,1
B8	123,7	75,0	1,5	11,1
B9	11,9	36,4	0,0	0,0
<b>Gjennomsnitt</b>	<b>33,1</b>	<b>60,0</b>	<b>5,9</b>	<b>13,5</b>



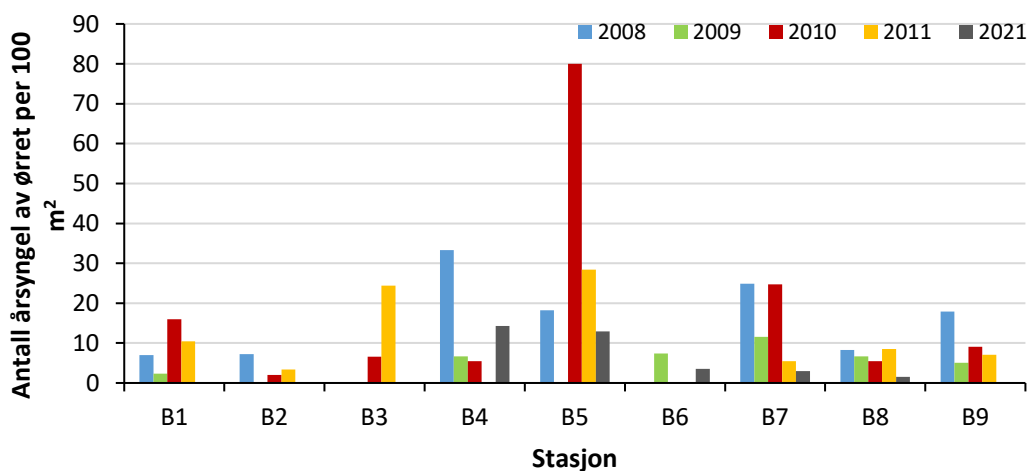
**Figur 13.6.** Tetthet av lakseparr (antall individer per 100 m<sup>2</sup>) på stasjonene ovenfor Brattset i Orkla i 2021 og i perioden 2008 til 2011.



**Figur 13.7.** Tetthet av årsyngel av laks (antall individer per 100 m<sup>2</sup>) på stasjonene ovenfor Brattset i Orkla i 2021 og i perioden 2008 til 2011.



**Figur 13.8.** Tetthet av ørretparr (antall individer per 100 m<sup>2</sup>) på stasjonene ovenfor Brattset i Orkla i 2021 og i perioden 2008 til 2011.



**Figur 13.9.** Tetthet av årsyngel av ørret (antall individer per 100 m<sup>2</sup>) på stasjonene ovenfor Brattset i Orkla i 2021 og i perioden 2008 til 2011.

Gjennomsnittlig vektet skjulkapasitet på stasjonene varierte fra 6,2 på stasjon B8 til 16,8 på stasjon B6, med et gjennomsnitt for alle stasjonene på 11,9 (tabell 13.5). I henhold til verdier for vektet skjul ( $S_v$ ) klassifiseres skjultilgangen i et område til å ha lite skjul (< 5), middels skjul (5-10) og mye skjul (> 10) (Forseth & Harby 2013). Ut fra denne klassifiseringen kan skjulkapasiteten på de undersøkte stasjonene i øvre deler av Orkla betegnes til å være god. Den gode skjulkapasiteten kommer som et resultat av at stasjonene var preget av grovt substrat som skaper mye hulrom, og det var lite sand og grus som tettet igjen disse hulrommene. Den dominante substrattypen var større enn 35 cm i 76 % av de undersøkte prøveflatene, 13-34 cm i 15 % og fast fjell i 9 % av prøveflatene. Sand/grus (0-2 cm) var sub-dominant på kun fire av prøveflatene (7 %). Sammenlignet med undersøkelsene i 2008 og 2011 ser skjulkapasiteten i grove trekk ut til å være den samme eller litt bedre i 2021 (tabell 13.5)

**Tabell 13.5.** Gjennomsnittlig vektet skjul ( $S_v$ ) på ulike lokaliteter ovenfor Brattset i Orkla i 2008, 2011 og 2021. Antall prøveflater på hver stasjon er gitt i **tabell 13.2**.

St.	Undersøkelsesår		
	2021	2011	2008
B1	-	5,7	6
B2	-	-	9
B3	-	-	3,3
B4	13,8	-	6
B5	12,2	4,8	5,2
B6	16,6	-	12,3
B7	9,0	-	11,3
B8	6,2	5,5	7,8
B9	13,3	-	11,7
<b>Gj.snitt st. B4-B9</b>	<b>11,9</b>		<b>9,1</b>



**Bilde 13.2.** Stasjon B8 oppstrøms Løvhølen ved Stoin hadde den høyeste tettheten av årsyngel av laks på stasjonene ovenfor Brattset, og gode tettheter av lakseparr. Foto: Jan Gunnar Jensås, NINA.

## 13.3 Diskusjon

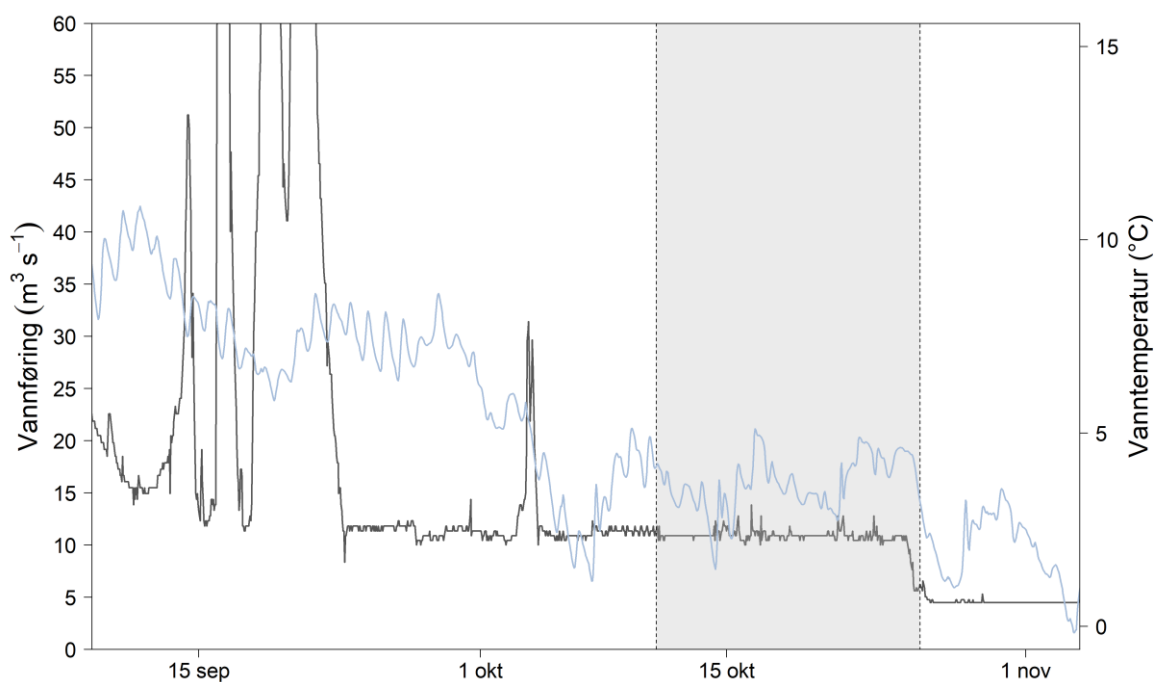
### 13.3.1 Årlige undersøkelser i Orkla nedenfor Brattset

Vinteren 2018 blokkerte is delvis en tappelupe til minstevannføringsløpet ved Bjørsetdammen, noe som førte til sterkt redusert vannføring i områdene nedstrøms (reduksjon fra 4 m<sup>3</sup>/s til 0,5 m<sup>3</sup>/s). Høsten 2018 ble det derfor igangsatt ungfiskundersøkelser for å se om blokkeringen hadde hatt negative konsekvenser for ungfisk. I 2019 ble undersøkelsene videreført, og etter et

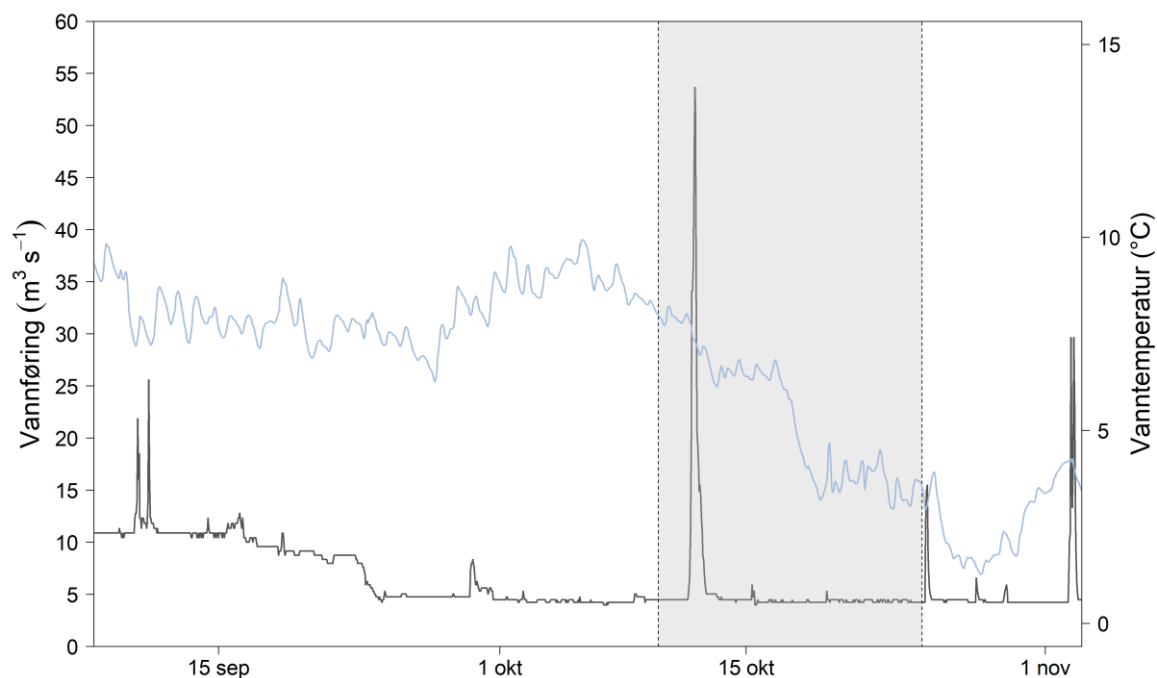


utfall ved Svorkmo kraftverk og en rask reduksjon i vannføring nedstrøms kraftverksutløpet ble stasjonsnettverket i tillegg utvidet med fire stasjoner. Undersøkelsene tydet på at blokkeringen ved Bjørsetdammen i 2018 og utfallet ved Svorkmo i 2019 ikke hadde hatt noen større negativ effekt på ungfisk (Solem mfl. 2019a, 2020).

I 2020 ble det utført ungfiskundersøkelser som en oppfølging av undersøkelsene høsten 2018 og 2019, og for å øke kunnskapsgrunnlaget for bestandsovervåkingen av laks og ørret i Orkla. Formålet til undersøkelsene i 2020 og de to foregående årene var også å danne et grunnlag for å evaluere forsøksordningen hvor overgangen til vintervannføring på minstevannføringsløpet mellom Bjørset og Svorkmo ble fremskyndet. I tidligere år har vannføringen i Orkla nedstrøms Bjørsetdammen blitt gradvis redusert fra 10 m<sup>3</sup>/s til 4 m<sup>3</sup>/s etter 25. oktober, det vil si etter at sjørrret og laks har gytt (se **figur 13.10** for vannføringen under gytingen i 2019). Det har vært bekymring for at dette manøvreringsreglementet har ført til at gytegroper har blitt tørrlagt, og Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) ga derfor tillatelse i 2020 til at reduksjonen til vintervannføring fremskyndes til 15. september, slik at gytingen foregår på samme vannføring som blir opprettholdt resten av vinteren. I 2020 ble vannføringen i minstevannføringsløpet dermed senket gradvis fra 16 september slik at den stabiliserte seg i overkant av 4 m<sup>3</sup>/s fra og med 24 september (**figur 13.11**). Bortsett fra et par kortvarige økninger (53 og 13 m<sup>3</sup>/s) lå vannføringen på dette lave nivået gjennom hele oktober. Det meste av gytingen hos laks (og ørret) i minstevannføringsløpet foregikk dermed trolig på vintervannføring (4-5 m<sup>3</sup>/s), slik formålet var med det nye manøvreringsreglementet.



**Figur 13.10.** Et eksempel på vannføringen i minstevannføringsløpet (grå linje, Storsteinhølen 121.39.0) med den tidligere ordningen hvor overgang til vintervannføring skjedde etter 25. oktober, her for 2019. Vannføringen ble dermed ikke redusert før hovedperioden for laksegyting i de fleste år var over (grått felt, 10-25. oktober), med dertil risiko for tørrlegging av gytegroper. Vanntemperatur (blå linje) er målt på Syrstad (121.22.0).



**Figur 13.11.** Vannføringen i minstevannføringsløpet i 2020 (grå linje, Storsteinhølen 121.39.0). I store deler av hovedperioden for laksegyting (grått felt, 10-25. oktober) ble det sluppet vinter-vannføring. Vanntemperatur (blå linje) er målt på Syrstad (121.22.0).

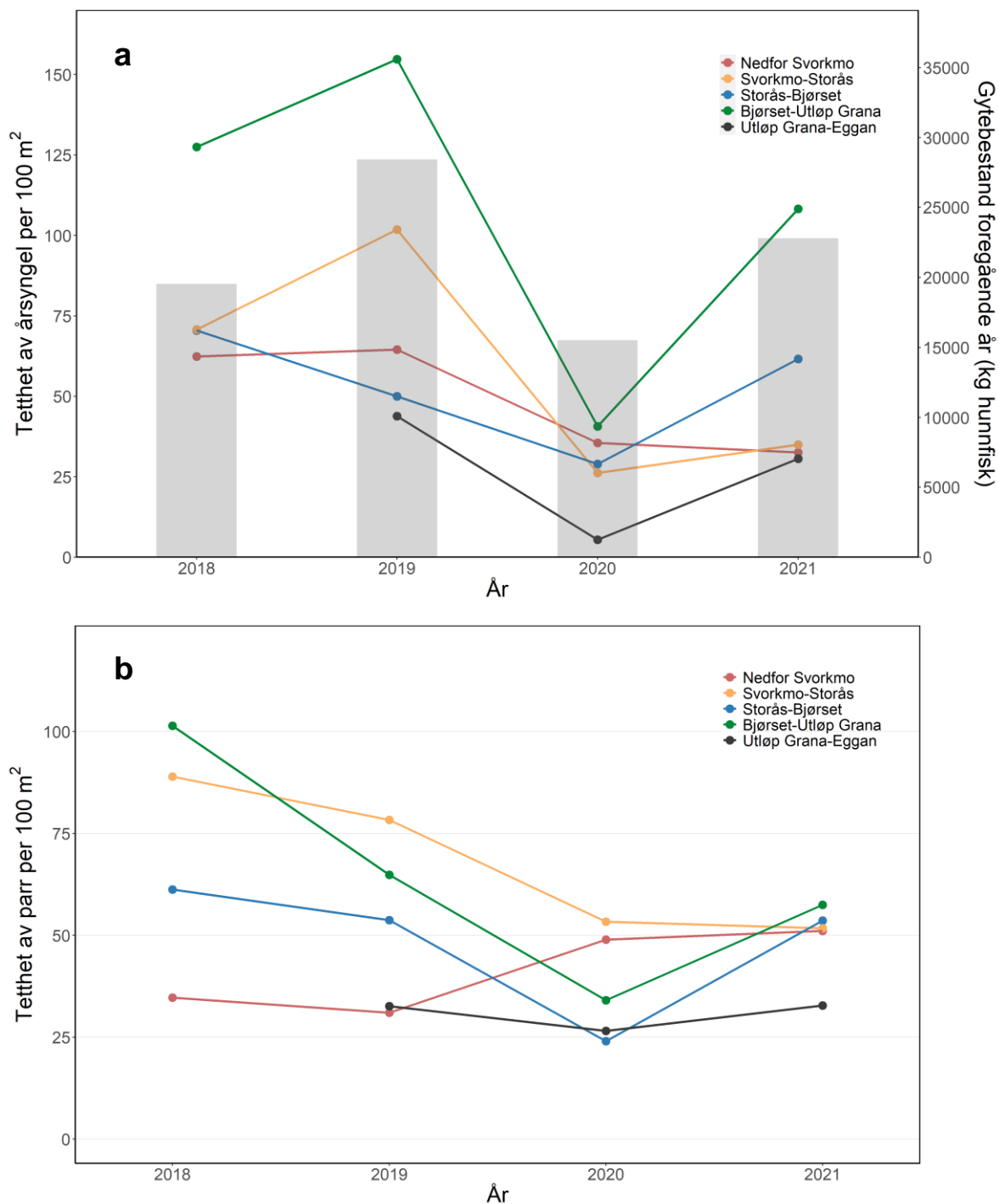
Ungfiskundersøkelsene ble videreført i 2021 for å undersøke effektene av det nye manøvre-ringsreglementet i minstevannføringsløpet. I tillegg til stasjonene i minstevannføringsløpet (11 stk.) ble stasjoner spredt utover hele elva avfisket (14 stk.), både for å fortsette den generelle overvåkingen av ungfiskbestandene i Orkla og for at stasjoner utenfor minstevannføringsløpet vil kunne fungere som referansestasjoner for stasjonene i minstevannføringsløpet.

### Ungfisk av laks

Ungfiskundersøkelsene i 2021 viste at gjennomsnittlig tetthet for alle 25 stasjonene var 46 år-syngel/100 m<sup>2</sup> og 51 parr/100 m<sup>2</sup>. Dette tilsvarer lave tettheter for år-syngel (< 50 yngel/100 m<sup>2</sup>), men tett opp mot grensen for moderate tettheter (50-100 yngel/100 m<sup>2</sup>). Tetthetene av parr er i det øvre sjiktet av det som anses som moderate tettheter (20-60 parr 100/ m<sup>2</sup>). Ved sammenligning mellom år, som presenteres nedenfor, benyttes kun tetthetsestimater fra de 14 stasjonene som er undersøkt alle de siste fire årene (2018- 2021). Disse stasjonene er fordelt på fire elvestrekninger: Nedfor Svorkmo (to stasjoner), Svorkmo–Storås (fem stasjoner), Storås-Bjørset (fire stasjoner) og Bjørset-Å bru (tre stasjoner). I 2018 ble ingen stasjoner ovenfor utløpet av Grana undersøkt, og sammenligningen er derfor mellom de fem stasjonene som ble undersøkt i 2019, 2020 og 2021 på denne strekningen.

Gjennomsnittlig tetthet av år-syngel av laks på de 14 stasjonene som ble undersøkt i alle fire årene var 57,9 yngel/100 m<sup>2</sup> i 2021. Dette er en økning sammenlignet med i 2020 (31,4 yngel/100 m<sup>2</sup>), men lavere enn i 2019 og 2018 der det ble funnet tettheter på henholdsvis 93,0 og 81,6 yngel/100 m<sup>2</sup> på de samme stasjonene. De årlige tetthetene av år-syngel ser ut til å ha en klar sammenheng med Vitenskapsrådet for laks (VRL) sine vurderinger av gytebestandsmåloppnåelse foregående år (**figur 13.12a**). Gytebestanden i 2019 var den laveste i tidsserien med ungfiskundersøkelser (15501 kg hunnfisk), noe som samsvarer godt med at det ble registrert den laveste gjennomsnittlige tettheten av år-syngel i 2020. I 2020 var gytebestanden 22794 kg, omtrent 3000 kg mer enn gytebestandsmålet på 18911 kg, og tetthetene av år-syngel økte i 2021 (**figur 13.12a**). Det er imidlertid verdt å merke seg at til tross for at gytebestandsmålet ble oppnådd med god margin i 2020, så er de registrerte tetthetene av år-syngel i 2021 på de fleste

delstrekningene moderate til lave i forhold til det som er forventningsnivåene til alminnelig produktive, lite berørte vassdrag i regionen.



**Figur 13.12a og b.** Figurene viser gjennomsnittlig tetthet (antall/100 m<sup>2</sup>) for årsyngel (0+, øvre figur) og parr (≥ 1+, nedre figur) av laks på 14 elfiskestasjoner i Orkla høsten 2018, 2019, 2020 og 2021. Stasjonene er inndelt i fem delområder: Nedfor Svorkmo (to stasjoner), Svorkmo-Storås (fem stasjoner), Storås-Bjørset (fire stasjoner) og Bjørset-Å bru (tre stasjoner). Strekingen Utløp Grana-Eggan (fem stasjoner) ble kun undersøkt i 2019-2021. Søylen i øverste figur viser VRLs estimat av antall kilo hunnfisk i gytebestanden foregående år (eksempelvis viser søylen for 2020 gytebestanden høsten 2019). Gytebestandsmålet i Orkla er 18911 kg (14183-23639) hunnfisk.

Tetthetene av årsyngel av laks økte på fire av de fem delstrekningene i elva i 2021 (**figur 13.12a**). Fra Bjørsetdammen opp til utløpet av Grana var tetthetene størst (108,3 yngel/100 m<sup>2</sup>), og økte mest sammenlignet med fjoråret (40,7 yngel/100 m<sup>2</sup>). Ved videoovervåkningen på Bjørsetdammen ble det i 2020 registrert det tredje høyeste antallet oppvandrende laks siden 2013, og på to referansestrekninger ovenfor Bjørsetdammen ble det registrert det høyeste antallet gytegroper siden 2008 (Solem mfl. 2021c). De høye tetthetene av årsyngel skyldes derfor trolig en høyere gyteaktivitet i 2020 på denne strekningen. På strekningen ovenfor, fra utløp Grana til Eggan, økte også tetthetene sammenlignet med fjoråret (**figur 13.12a**).

Ettersom det meste av laksegytingen i minstevannføringsløpet i 2020 foregikk på vintervannføring (**figur 13.11**) er det logisk å se for seg at færre groper ble tørrlagt enn tidligere år, og man kan forvente at tetthetene av årsyngel i årene med et nytt manøvreringsreglement vil samvariere i større grad med fjorårets eggdeponering. Drivtelling i minstevannføringsløpet i 2020 resulterte i den høyeste gytebiomassen (kg hunnlaks) beregnet for de årene hele strekningen har blitt drivtelt (se **figur 5.5** i **kapittel 5.2**), og man kunne forvente at tetthetene av årsyngel i 2021 økte til samme nivå eller mer enn det som ble funnet i 2018 (gytebiomassen i 2017 var noe mindre enn i 2020). I 2021, etter to år med en nedadgående trend, økte tetthetene av årsyngel i den øverste delen av minstevannføringsløpet (Storås-Bjørsetdammen) til omtrent samme nivå som i 2018, mens tetthetene økte mindre enn forventet i nedre del (Svorkmo-Storås, **figur 13.12a**) og endte opp på et lavere nivå enn i 2018 (år med lavere gytebiomasse i minstevannføringsløpet i foregående år enn i 2021, **figur 5.2**). Hva som er årsaken til at tetthetene ikke økte etter forventningene i nedre del av minstevannføringsløpet er vanskelig å bestemme ut i fra ett år med undersøkelser. Det ble ikke gjennomført fullstendige drivtelling i minstevannføringsløpet i 2018 og 2019, slik at det er vanskelig å vurdere årsyngeltettheten i 2019 og 2020 opp mot foregående års gytebestand på denne strekningen. Fordeling av årsyngel av laks er ofte klumpvis og kan knyttes direkte til stedet der rognen legges (Einum & Nislow 2005), siden årsyngel sprer seg lite i løpet av den første sommeren (Johnsen & Hvidsten 2002). Dette gjør at tilfeldigheter på hvor det er gytt i forhold til elfiskestasjonene kan føre til store variasjoner i resultatene. Det er derfor nødvendig med flere år med undersøkelser hvor flere årsklasser født etter endringene i manøvreringsreglementet kan følges for å sikrere bestemme effekten av endringene på tetthetene av ungfisk i minstevannføringsløpet.

Sammenlignet med fjoråret var det kun på stasjoner nedenfor kraftverksutløpet ved Svorkmo at den gjennomsnittlige tettheten av årsyngel sank i 2021 (**figur 13.12a**). Antallet sammenlignbare stasjoner på denne strekningen er lavt (to stasjoner) slik at tilfeldigheter kan spille inn, men selv når sammenligningen utvides til å ta med stasjonene som ble inkludert i stasjonsnettverket i 2019 (tre ekstra stasjoner), var det en reduksjon i tetthetene av årsyngel nedenfor Svorkmo fra 2020 til 2021. Det er ikke registrert noen uønskede hendelser ved Svorkmo kraftverk, og det er vanskelig å forklare denne nedgangen basert på våre undersøkelser.

For eldre lakseunger er de gjennomsnittlige tetthetene moderate i fire av delstrekningene og høy på strekningen mellom Storås og Bjørset (**figur 13.12b**). Gjennomsnittlig tetthet av parr var høyere i 2021 (53,4 parr/100 m<sup>2</sup>) sammenlignet med i 2020 (40,2), men lavere enn i 2019 (61,6) og 2018 (76,0). Økningen og tetthetene av parr var størst på delstrekningen fra Storås til Bjørsetdammen (53,6 parr/100 m<sup>2</sup>) og fra Bjørsetdammen til utløpet av Grana (57,4 parr/100 m<sup>2</sup>) (**figur 13.12b**). Økningen i tetthet av parr fra 2020 til 2021 er noe uventet ettersom det var svært lave tettheter av årsyngel i Orkla i 2020 (årsyngel i 2020 vil være parr i 2021). Det er svært mange faktorer som påvirker ungfisktetthetene i en elv, som predasjon, flom, isgang og andre forhold. Dette gjør det vanskelig å med sikkerhet forklare variasjonene i ungfisktetthetene basert på denne undersøkelsen. På grunn av en relativt sterk årsklasse av årsyngel i 2021 forventes det at tetthetene av parr øker ytterligere i 2022.

### Ungfisk av ørret

Forekomst av ørretunger er lav i Orkla. Gjennomsnittlig tetthet på alle de 25 stasjonene var 12,7 årsyngel per 100 m<sup>2</sup> og 2,9 parr 100 m<sup>2</sup>, med høyeste tettheter av årsyngel nedfor Svorkmo og ovenfor Bjørsetdammen opp til utløpet av Grana (**figur 13.3**). Spesielt kan tetthetene av ørretparr

betegnes som kritisk lave, og det er ingen delområder som skiller seg ut med høyere tettheter. Hvis man sammenligner gjennomsnittlig tetthet av ørretunger på de 14 stasjonene som er undersøkt hvert år siden 2018, er det en svak tendens til økning hos årsyngel fra 4,0 individer per 100 m<sup>2</sup> i 2018 til 7,0, 12,0 og 14,3 individer per 100 m<sup>2</sup> i henholdsvis 2019, 2020 og 2021. Tilsvarende tall for ørretparr er 1,1, 0,9, 0,9 og 2,4 individer per 100 m<sup>2</sup>. Dette samsvarer til dels med en tydelig økning i antall gytefisk av sjørørret som passerer videovervåkningen på Bjørsetdammen i de senere årene (se **figur 3.13** i **kapittel 3**).

Trolig er det i sjørørretens foretrukne gyteområder, sideelver og -bekker, hvor man vil se den kraftigste økningen i rekruttering når antallet gytefisk øker i et laksevasdrag. Alle stasjonene i ungfiskundersøkelsen er plassert i hovedelva, og en tydeligere økning i tetthet av ørretunger vil trolig først vises i hovedelva hvis antallet gytefisk økes og sidevasdragene i større grad fullrekrutteres. I nabovassdraget Gaula har det i de senere årene vært en positiv utvikling av ungfisktetthetene av ørret i flere og flere av sidevasdragene (Bergan & Solem 2022). Økningen skyldes sannsynligvis en kombinasjon av økt gytebestand og restaureringstiltak i bekkene. Imidlertid ser det ikke ut til at veksten i bekkene har vært stor nok til at det gir utslag i hovedelva, ettersom tetthetene av ørret der fortsatt er på samme svært lave nivå (i gjennomsnitt 2,5 årsyngel og 2,1 parr per 100 m<sup>2</sup> i 2021) som i de siste åtte årene (Solem mfl. 2022). Dette tyder på at gytefiskbestanden av sjørørret fortsatt er liten i Gaula, men at den er i vekst, og at gytefisk av sjørørret tar i bruk sidevasdrag først. Resultater fra undersøkelser gjort i sidevasdragene i Orkla i 2017-2019 viste at de fleste er betydelig påvirket av ulike menneskelige aktiviteter, der noen viktige påvirkningsfaktorer peker seg svært negativt ut (Solem mfl. 2019b, 2021b). Flere av sidevasdragene hadde ungfisktettheter på nivå med en total kollaps, og bestandene var langt fra å oppnå fastsatte miljømål etter vannforskriften. Samlet sett anses tilstanden som kritisk for sjørørretbestanden i Orkla, og det er akutt behov for tiltak for å gjenopprette produksjon i hovedelva og sidevasdragene (Solem mfl. 2019a, 2019b, 2021a, 2021b).

### 13.3.2 Undersøkelser ovenfor Brattset

De øverste knappe fem kilometerne av anadrom strekning i Orkla, fra kraftverket ved Brattset opp til vandringsbarrieren ved Stoin, er et vanskelig tilgjengelig område med bratte elvekanter og små arealer egnet for elfiske. Det har ikke vært ungfiskundersøkelser på denne strekningen siden 2011, da årlig tetthetsfiske på ni stasjoner ble avsluttet etter fire sammenhengende år med undersøkelser (Hvidsten mfl. 2012). Disse undersøkelsene viste at det var gode tettheter av laks på strekningen (spesielt lakseparr), og ga ikke grunnlag for noen ny vurdering av reguleringen ovenfor Brattset kraftverk (Hvidsten mfl. 2012). I de senere årene har det lokalt vært uttrykt bekymring for lave tettheter av ungfisk ovenfor Brattset. Ti år siden forrige gang ble det derfor gjennomført ungfiskundersøkelser på seks av de ni stasjonene i 2021 (de øverste seks stasjonene i stasjonsnettverket).

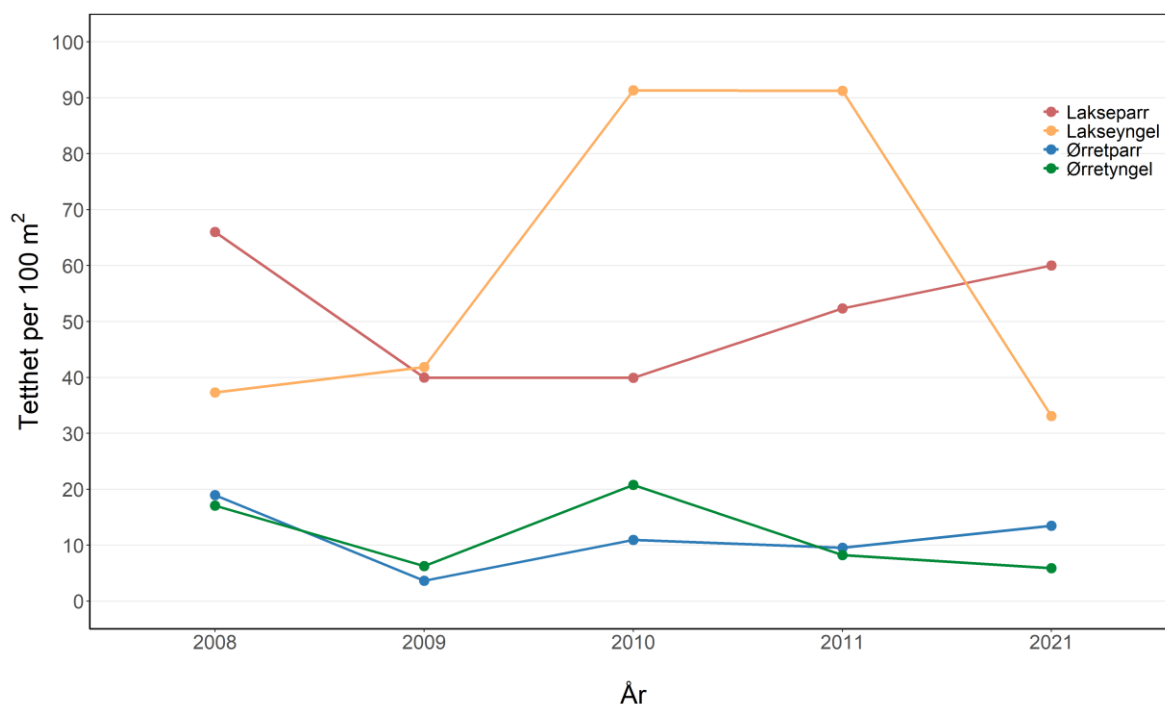
Undersøkelsene i 2021 viser at tettheten av lakseparr ovenfor Brattset er god og på omtrent samme nivå eller høyere enn i perioden 2008-2011 (**figur 13.13**). Sammenlignes gjennomsnittlige tettheter av lakseparr og ørretparr på de undersøkte stasjonene (st. B4-B9) er tetthetene i 2021 høyere enn i tre av de fire tidligere årene med undersøkelser (**figur 13.13, tabell 13.6**). Gjennomsnittlig tetthet av parr på stasjonene ovenfor Brattset er også høyere enn på stasjonene lengre ned i Orkla i 2021 (25 stk.), både for lakseparr (60,0 parr/100 m<sup>2</sup> ovenfor Brattset mot 51,0 parr/100 m<sup>2</sup> nedenfor Brattset) og ørretparr (13,5 mot 2,9 parr/100 m<sup>2</sup>).

De gode tetthetene av lakseparr ovenfor Brattset samsvarer godt med habitatforholdene og skjulkapasiteten på strekningen. Substratet på stasjonene er preget av stor stein med mye hulrom for eldre ungfisk. Gjennomsnittlig vektet skjul ( $S_v$ ) var 11,9 på de seks stasjonene som ble undersøkt, en skjulkapasitet som kan karakteriseres som svært god (Forseth & Harby 2013). Tilsvarende målinger på de samme stasjonene ga et gjennomsnitt på 9,1 i 2008 (Hvidsten mfl. 2012). Økningen i målt skjul fra 2008 og 2011 til 2021 var størst på de tre nederste stasjonene (st. B4, B5 og B6), mens skjulkapasiteten var omtrent som tidligere på de tre øverste stasjonene (st. B7, B8 og B9, **tabell 13.5**). Forandringer i målt skjulkapasitet fra tidligere undersøkelsesår til

2021 bør tas med noen forbehold, ettersom metodikken er til dels noe forskjellig (få prøveflater på noen av stasjonene i 2008, se **tabell 13.2**) slik at tilfeldigheter i hvor prøveflatene ble anlagt kan påvirke resultatet. Imidlertid viser skjulmålingene i 2021 uten tvil at det er god skjulkapasitet på de fleste stasjonene, og at det ikke har skjedd store forandringer i substratsammensetningen som har redusert skjulkapasiteten i de siste 10-12 årene. Skjulkapasiteten har heller holdt seg på omtrent samme nivå eller blitt litt bedre.

Tetthetene av årsyngel ovenfor Brattset i 2021 var lavere enn i alle de tidligere undersøkelsesårene, både for laks og ørret, med henholdsvis 33,1 og 5,9 yngel/100 m<sup>2</sup> (**figur 13.13, tabell 13.6**). Dette kan tyde på at det har vært begrenset med gyting på eller i umiddelbar nærhet av stasjonene i 2020. Tetthetene er også lavere enn på de 25 stasjonene nedenfor Brattset (45,8 og 12,7 yngel/100 m<sup>2</sup> for henholdsvis laks og ørret), noe som trolig henger sammen med at substratet på de fleste undersøkte stasjonene ovenfor Brattset er grovt og i mindre grad sammensatt av gytegrus og substratstørrelser som foretrekkes av årsyngel. Årsyngel forflytter seg lite i den første tiden etter at de har kommet opp av grusen, mens eldre ungfisk har spredt seg i større grad fra klekkestedet. På den måten kan plasseringen av elfiskestasjonene gi større og noe mer tilfeldige utslag på de registrerte tetthetene av årsyngel enn for parr. Det har vært store mellomårsvariasjoner i tettheter av årsyngel på stasjonene mellom år i perioden 2008-2011 (**figur 13.7 og 13.9**).

Til tross for lave tettheter av årsyngel i 2021 viser undersøkelsene at det gytes hele veien opp til Stoin, at det er gode tettheter av lakseparr, og at den øverste strekningen av elva fortsatt er viktig for produksjon av smolt i Orklavassdraget. Strekningen fra Brattset til Stoin er også den delstrekningen i Orkla hvor de høyeste tetthetene av ørreparr ble funnet i 2021. Det er tidligere vurdert at redusert vannføring på denne strekningen har ført til at smoltproduksjonen er årlig redusert med 8000 smolt etter reguleringen (Hvidsten mfl. 2004).



**Figur 13.13.** Figuren viser gjennomsnittlig tetthet (antall/100 m<sup>2</sup>) av årsyngel (0+) og parr (≥ 1+) av laks og ørret på seks stasjoner (st. B4-B9) ovenfor Brattset i Orkla i perioden 2008 til 2011 og i 2021.

**Tabell 13.6.** Gjennomsnittlig tetthet (antall/100 m<sup>2</sup>) av årsyngel (0+) og parr (≥ 1+) av laks og ørret på 6 stasjoner (st. B4-B9) ovenfor Brattset i Orkla i perioden 2008 til 2011 og i 2021.

År	Tetthet av ungfisk (N/100 m <sup>2</sup> )			
	Laks årsyngel	Laksepar	Ørret årsyngel	Ørretpar
2008	37,3	66,0	17,1	19,0
2009	41,9	40,0	6,3	3,7
2010	91,4	39,9	20,8	11,0
2011	91,2	52,3	8,3	9,6
2021	33,1	60,0	5,9	13,5

## 14 Anbefalinger om oppfølgende undersøkelser

På bakgrunn av oppnådde resultater i Orkla i løpet av undersøkelsesperioden 2017-2021, er det mulig å gi noen faglige tilrådinger når det gjelder anbefalt innretning av framtidig overvåkingsprogram.

### Fisketelling Bjørsetdammen

Gytefisketelling er en viktig og mye brukt metode for å fremskaffe kunnskap om bestandsstørrelse for laksefisk i norske vassdrag, og utgjør en viktig del av vurderingsgrunnlaget med hensyn til høstingspotensial og vernebehov i norske vassdrag. Fisketellingene ved Bjørsetdammen anbefales derfor videreført etter samme opplegg som tidligere år, men med mer fokus på kunstig intelligens for å få ned kostnader.

### Drivtelling nedstrøms Bjørsetdammen

Telling av gytefisk ved drivtelling i Orkla har vist å ha en del utfordringer. Spesielt er dette relatert til sikt. Drivtellingene har derfor for flere år bare delvis blitt gjennomført og for andre år en god stund før antatt gytetidspunkt. Dette gir noen usikkerheter om hvor stor andel av gytebestandene en får telt ved slike tellinger. I de senere år har lokal forvaltning ved Orkla Fellesforvaltning for noen kortere strekninger gjennomført telling av gytegroper med drone. Fordelen med dronetelling av gytegroper er at det kan utføres etter gyting og til en lavere kostnad enn drivtelling. Bakdelen kan være at det ikke er så lett å skille groper fra laks med sjørret. En videreføring av tellingene på Bjørsetdammen sammen med en overgangsperiode hvor enn både gjennomfører drivtelling og gytegroptelling med drone på samme strekninger kan derfor løse dette. Det anbefales derfor en videreføring av drivtelling over en periode på tre år hvor en også teller gytegroper ved hjelp av drone på samme streking. Ved god sammenheng mellom gytefisketelling ved drivtelling og telling av gytegroper med drone, bør det vurderes om gytegroptelling med drone kan erstatte dagens drivtelling.

### Årlig rapportering av fangst og beskatningsrater

Dette punktet dekkes av Vitenskapelig råd for laksefisk (VRL) sin årlige gjennomgang av status for norske laksebestander. Det som er viktig i denne sammenhengen er at det i årene fremover blir gjennomført fisketelling og/eller gytegroptelling (ved bruk av drone) i vassdraget. Dette for at VRL skal ha et tilfredsstillende datagrunnlag for å fastsette status for vassdraget gjennom å kunne beregne fangst- og beskatningsrater.

### Kartlegge kjønnsfordeling hos laks

For å sikre norske laksebestanders langsiktige levedyktighet er det for de fleste laksevassdragene formulert et gytebestandsmål (GBM). GBM er den mengden hunnlaks, målt i vekt, som må gyte for at maksimalt antall smolt kan forlate elva hvert år. GBM beregnes for hvert enkelt vassdrag med bakgrunn i en ekspertvurdering. Beregningen resulterte i hvor mange kilo hunnfisk som er nødvendig for å sikre tilstrekkelig rekruttering for laksebestanden (Hindar m.fl. 2007, 2019). VRL fastsetter i sin årlige rapport hvor sannsynlig det er at et vassdrag har oppnådd det beregnede GBM. På bakgrunn av dette vil miljømyndighetene fastsette eventuelle forvaltnings tiltak ut fra kunnskap om hvor sannsynlig det er at et vassdrag har oppnådd det beregnede GBM. I denne sammenhengen er det viktig å ha kunnskap om kjønnsfordelingen innen størrelsesgrupper av laks, da GBM er mengden hunnlaks som må være igjen i elva etter fisket, for at maksimalt antall smolt kan produseres i elva fra hver årgang med gytefisk. Kartlegging av kjønnsfordeling anbefales derfor videreført etter samme opplegg som tidligere år, ved bruk av videoovervåking.

### Minstevannføringsstrekket mellom Bjørsetdammen og utløp ved Svorkmo

Basert på flaskehalsanalysen anbefales det å utarbeide en plan for habitatrestaurering for områdene mellom Bjørsetdammen og utløp ved Svorkmo. Slike tiltak for å øke produktiviteten av elvesegmenter ved å endre de fysiske eller hydrologiske forholdene kan ta utgangspunkt i de identifiserte flaskehalsene ved å søke løsninger som enten øker mengden av den begrensende faktoren eller reduserer negative effekter av for eksempel vannføringsregimer. Ved utarbeidelse av en slik tiltaksplan kan det ikke utelukkes at en vil kunne få mere igjen i form av økt



fiskeproduksjon ved å utføre tiltak andre steder i elva enn på strekningen mellom Bjørsetdammen og utløp ved Svorkmo.

### **Årlig analyser av vannføringsforhold i reguleringspåvirkete deler**

Vi anbefaler at det gjøres oppmålinger for beregning av vanddekt areal som funksjon av vannføring på strekningene mellom Brattset kraftverk og Bjørsetdammen. Dette vil gjøre det mulig å gi mer sikker kategorisering av påvirkning i henhold til Bakken mfl. (2015), men også gi kunnskap om under hvilke vannføringer i elva endringer i vanddekt areal endrer seg mest ved raske nedkjøringer. Dette vil danne et bedre grunnlag for anbefalinger om når og hvordan det er ønskelig å gjøre tiltak ved manøvrering for å redusere strandingsrisiko. Vi anbefaler også at det gjøres målinger av senkningshastighet med høy oppløsning nedstrøms Svorkmo kraftverk for å få et bedre grunnlag for å vurdere strandingsfaren der.

Det er ønskelig å innhente bedre data på fiskeproduksjonen og habitatkvaliteten på områdene som i størst grad rammes ved raske vannstandsendringer. Det kan være gunstig å gjennomføre transekt-elfiske, dvs. strandnært elektrofiske i transekter med fast avstand mellom hver, på utvalgte segmenter på berørte strekninger. Dette vil gi et romlig bilde av hvordan yngel og parr fordeler seg i elva (se f.eks. Gjelland mfl. 2022). Ved å kombinere dette med habitat- og skjulkartlegging, vil det være mulig å vurdere potensialet for økt fiskeproduksjon gitt ulike tiltak.

### **Utrede og iverksett tiltak for å hindre innvandring av fisk i inntak til Svorkmo kraftverk**

Det er viktig at arbeidet med å løse nedvandingsproblemene ved Bjørsetdammen fortsetter for å sikre god overlevelse av både utgytt fisk og smolt.

### **Habitatrestaurering/styrking av fiskeproduksjonen**

Habitatkartlegging på strekningen fra Stoin og ned til Brattset kraftstasjon, og påfølgende utlegg av gytesubstrat på tre foreslåtte områder ansees som mislykket. Utlegg av gytesubstrat på de andre områdene som ble foreslått i planen etter kartlegging i 2017, vil trolig gi samme resultat og anbefales derfor ikke gjennomført. For å øke produksjonen av anadrom laksefisk i vassdraget/bøte på skader som følge av regulering foreslår vi at fokus i framtiden heller rettes mot kartlegging av sideløp ned gjennom hele vassdraget og da med tanke på å sikre årssikker vannføring i disse. Sideløp er vist å være viktige oppvekstområder for ungfisk av anadrom laksefisk og fungerer også som gyteområder (Pulg mfl. 2018, Ugedal mfl. 2019), men for at de skal fungere må de ha årssikker vannføring. Uten årssikker vannføring kan de ha motsatt effekt ved at fisk vandrer opp på høy vannføring for så å risikere stranding når vannføring synker.

Resa var før Orklautbyggingen antatt å være en av de viktigste sideelvene til Orkla når det gjelder produksjon av laks. Gjennom Orklautbygginga og overføringa av Jøla (1982-1983) fikk imidlertid vassdraget en reduksjon i årlig gjennomsnittlig vannføring på 37 % (Koksvik mfl. 2007). Denne fraføringen har ført til at vintervannføring nå er en begrensende faktor for produksjon av anadrom laksefisk i vassdraget. Det er derfor nærliggende å anta at fiskeproduksjon i vassdraget som følge av dette er betydelig redusert. Det anbefales derfor en habitatkartlegging av Resa med tanke på habitattiltak for å forsterke fiskeproduksjonen.

### **Ungfiskundersøkelser**

Ungfiskundersøkelser vil sammen med telling av oppvandrende fisk, gytefisktellinger og/eller gytegrepregistreringer samt beskatning kunne gi svært viktig informasjon om tilstanden for sjøvandrende fiskebestander i vassdraget og reguleringseffekter på disse. De vil derfor også være et viktig bidrag til forvaltningen av vassdraget. Årlige ungfiskundersøkelser med et minimum av omfang slik som i de siste år bør være en del av et framtidig undersøkelsesprogram for vassdraget.

## 15 Referanser

- Anonym 2007. Bestandsstatus for laks 2007. Rapport fra arbeidsgruppe. Utredning for DN 2007-2. Direktoratet for naturforvaltning.
- Anonym 2015. Status for norske laksebestander i 2015. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 8, 300 s.
- Anonym 2016. Status for norske laksebestander i 2016. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 9, 190 s.
- Anonym 2019. Klassifisering av tilstanden til 430 norske sjøørretbestander. Temarapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 7, 150 s
- Bakken, T.H., Forseth, T. & Harby, A. (red.). 2016. Miljøvirkninger av effektkjøring: Kunnskapsstatus og råd til forvaltning og industri. NINA Temahefte 62. Norsk institutt for naturforskning.
- Baktoft, H., Gjelland, K.Ø., Szabo-Meszaros, M., Silva, A.T., Riha, M., Økland, F., Alfredsen, K. & Forseth, T. 2020. Can energy depletion of wild Atlantic salmon kelts negotiating hydropower facilities lead to excess mortality? Sustainability 12, 7341.
- Barlaup, B.T., Gabrielsen, S.E., Skoglund, H. & Wiers, T. 2006. Utlekking av gytesubstrat i tilknytning til terskler som habitatforbedrende tiltak for aure og laks. Norges Vassdrag og Energidirektorat (NVE). Miljøbasert vannføring, Rapport nr. 06-2006. Norges Vassdrag og Energidirektorat
- Bergan, M.A., 2011. Vannkjemisk og økologisk tilstand i sidevassdrag til Orkla. –Undersøkelser av vannkvalitet, bunndyr, yngel-/ungfisk og hydromorfologiske påvirkninger. NIVA-rapport L.NR. 6158-2011. Norsk institutt for vannforskning.
- Bergan, M.A. & Nøst, T.H. 2017. Tapt areal og produksjonsevne for sjøørretbekker i Trondheim kommune. NINA Rapport 1354. Norsk institutt for naturforskning.
- Bergan, M.A. & Steen, A.O. 2012. Vannøkologiske undersøkelser i utvalgte vannforekomster i vannområde Orklavassdraget. NIVA-rapport L. NR. 6340-2012. Norsk institutt for vannforskning.
- Bergan, M.A. & Steen, A.O. 2013. Vannøkologiske undersøkelser i vannområde Orklavassdraget i 2012. NIVA-rapport L. NR. 6502-2013. Norsk institutt for vannforskning.
- Bergan, M.A. 2014. Reetablering av laks og sjøørret i Svorka. NIVA-rapport L.NR. 6630-2014. Norsk institutt for vannforskning.
- Bergan, M. A. & Solem, Ø. 2022. Ungfiskovervåking, problemkartlegging og oppfølging av tiltak i små sidevassdrag til Gaula. Undersøkelser i 2021. NINA Rapport 2109. Norsk institutt for naturforskning.
- Berntsen, H.H., Ulvan, E.M., Aronsen, T., Ulvan, Østborg, G.M., Fiske, P. og Næsje, T.F. 2021. Innvandring av villaks og rømt oppdrettslaks i Trondheimsfjorden, Namsfjorden, Nedstrandsfjorden og ved Kvaløya i 2020. NINA Rapport 2020. Norsk institutt for naturforskning.
- Blumentrath, S., Cimburova, Z. & Rød-Eriksen, L. 2018: Using wildlife camera traps to collect in-situ data for remote sensing applications with high temporal resolution. NINA Report 1584. Norwegian Institute for Nature Research.
- Boe, C.A. & Roen, S. 1986. Is- og vanntemperaturforhold i Orkla på strekningen Bjørset dam – avløp Svorkmo kraftverk. – Foreløpig utredning Orkla/Grana – skjønnet, juli 1986
- Bohlin, T. 1981. Methods of estimating total stock, smolt output and survival of salmonids using electrofishing. Report from Institute of Freshwater Research Drottningholm 59. Søvattenslaboratoriet Drottningholm.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing - theory and practice with special emphasis on salmonids. Hydrobiologia 173, 9-43.
- Borsányi, P., Alfredsen, K., Harby, A., Ugedal, O. og Kraxner, C. 2004. A meso-scale habitat classification method for production modelling of Atlantic salmon in Norway. Hydroécologie Applique 14, 119-138.

- Diserud, O.H., Hindar, K., Karlsson, S., Glover, K. & Skaala Ø. 2020. Genetisk påvirkning av rømt oppdrettslaks på ville laksebestander – oppdatert status 2020. NINA Rapport 1926. Norsk institutt for naturforskning.
- Drageset, T-A. 2002. Flomberegning for Orkla ved Meldal og Orkanger (121.Z). Dokument nr. 10 – 2002. Norges vassdrags- og energidirektorat. ISSN, 1501-2840.
- Einum, S. & Nislow, K.W. 2005. Local-scale density-dependent survival of mobile organisms in continuous habitats: an experimental test using Atlantic salmon. *Oecologia* 143, 203-210.
- Finstad, A.G., Einum, S., Forseth, T. & Ugedal, O. 2007. Shelter availability affects size-dependent and mean growth of juvenile Atlantic salmon. *Freshwater Biology* 52: 1710-1718.
- Fiske, P., Baardsen, S., Stensland, S., Hvidsten, N.A. og Aas, Ø. 2012. Sluttrapport og evaluering av oppleieordningen i Trondheimsfjorden. (Korrigert versjon av NINA Rapport 546) – NINA Rapport 854. Norsk institutt for naturforskning.
- Fjeldstad, H-P., Pulg, U. & Forseth, T. 2018. Sikker toveis fiskevandring forbi vannkraftverk. Kunnskapsoppsummering og mønsterpraksis. SINTEF Rapport 2017:00723. SINTEF AS.
- Forseth, T. & Harby, A. (red.) 2013. Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag. NINA Temahefte 32. Norsk institutt for naturforskning.
- Forseth, T., Fiske, P., Barlaup, B., Gjøsæter, H., Hindar, K. & Diserud, O.H. 2013. Reference point based management of Norwegian Atlantic salmon populations. *Environmental Conservation* 40, 356-366.
- Gjelland, K.Ø., Hanssen, Ø.K., Rinaldo, A, Ambjørndalen, V.M., Johansen, N.S.; Seljestokken, V. & Diserud, O.H. 2022. Bestandsdynamikk og flaskehals for rekruttering av laks og sjøaure i Skjoma. Sluttrapport for perioden 2019-2021. NINA rapport 1854. Norsk institutt for naturforskning.
- Hindar, K., Diserud, O., Fiske, P., Forseth, T., Jensen, A.J., Ugedal, O., Jonsson, N., Sloreid, S.E., Arnekleiv, J.V., Saltveit, S.J., Sægrov, H. & Sættem, L.M. 2007. Gytebestandsmål for laksebestander i Norge. NINA Rapport 226. Norsk institutt for naturforskning.
- Hindar, K., Diserud, O.H., Hedger, R.D, Finstad, A.G., Fiske, P., Foldvik, A., Forseth, T., Forsgren, E., Kvingedal, E., Robertsen, G., Solem, Ø., Sundt-Hansen, L.E. & Ugedal, O. 2019. Vurdering av metodikk for andregenerasjons gytebestandsmål for norske laksebestander. NINA Rapport 1303. Norsk institutt for naturforskning.
- Hvidsten, N.A., Jensen, A.J., Johnsen, B.O. & Jensås, J.G. 1996. Bestand og rekruttering av laks i Orkla. NINA Oppdragsmelding 389. Norsk institutt for naturforskning.
- Hvidsten, N.A., Johnsen, B.O., Jensen, A.J., Fiske, P., Ugedal, O., Thorstad, E.B., Jensås, J.G., Bakke, Ø. & Forseth, T. 2004. Orkla - et nasjonalt referansevassdrag for studier av bestandsregulerende faktorer hos laks. Samlerapport for perioden 1979-2002. NINA Fagrapport 079. Norsk institutt for naturforskning.
- Hvidsten, N.A., Johnsen, B.O., Ugedal, O., Jensås, J.G. & Saksgård, L. 2009. Undersøkelser av bonitet, rekruttering og bestand av laks i Orkla, Årsrapport 2008. NINA Minirapport 249. Norsk institutt for naturforskning.
- Hvidsten, N.A., Johnsen, B.O., Ugedal, O., Jensås, J.G. & Saksgård, L. 2010. Undersøkelser av bonitet, rekruttering og bestand av laks i Orkla, Årsrapport 2009. – NINA Minirapport 287. Norsk institutt for naturforskning.
- Hvidsten, N.A., Johnsen, B.O., Ugedal, O., Jensås, J.G. & Saksgård, L. 2011. Undersøkelser av bonitet, rekruttering og bestand av laks i Orkla, Årsrapport 2010. – NINA Minirapport 325. Norsk institutt for naturforskning.
- Hvidsten, N.A., Johnsen, B.O., Økland, F., Ugedal, O., Jensås, J.G. & Saksgård, L. 2012. Reguleringsundersøkelser i Orkla for perioden 2007-2011. NINA Rapport 866. Norsk institutt for naturforskning.
- Johnsen, B.O., Hvidsten, N.A. & Møkkelgjerd, P.I. 1999. Lakselver i Trondheimsfjorden. NINA Oppdragsmelding 598. Norsk institutt for naturforskning.

- Johnsen, B.O. & Hvidsten, N.A. 2002. Use of radio telemetry and electrofishing to assess spawning by transplanted Atlantic salmon. *Hydrobiologia* 483, 13-21.
- Johnsen, B.O., Hvidsten, N.A., Bongard, T., Bremset, G. & Diserud, O. 2012. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Surna. Framdriftsrapport 2012. NINA Rapport 857. Norsk institutt for naturforskning.
- Karlsson, S., Hagen, M., Eriksen, L., Hindar, K., Jensen, A. J., Garcia de Leaniz, C., Cotter, D., Gudbergsson, G., Kahilainen, K. & Gudjonsson, S. 2013. A genetic marker for the maternal identification of Atlantic salmon x brown trout hybrids. *Conservation Genetics Resources* 5: 47-49.
- Klemetsen, A., Amundsen, P.-A., Dempson, J.B., Jonsson, B., Jonsson, N., O'Connell, M.F. & Mortensen, E. 2003. Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): a review of aspects of their life histories. *Ecology of Freshwater Fish* 12: 1-59.
- Koksvik, J., Rønning, L., Moen, V. & Lo, H. 2007. Rognutlegging og ungfiskundersøkelser i Resa, Meldal kommune, 2003-2006. – NTNU Vitenskapsmuseet Rapp. Zool. Ser. 2007, 5: 1-33.
- Lamberg, A., Bjørnbet, S., Berdal, M., Gjertsen, V., Strand, R. og Kanstad-Hanssen, Ø. 2018. Bestandsovervåking av laks og sjørret i Orkla i årene 2013 til 2017. SNA-rapport 11/2018. Skandinavisk naturovervåking.
- Ottesen, D., 1992: Masetransport i Orkla, i FoU-Prosjekter i Orkla. Oppsummerende prosjektmøte, Publikasjon Nr2 1992, Gry Berg og Per Einar Faugli (red.), Norges vassdrags- og energiverk.
- Pulg, U., Barlaup, B.T., Skoglund, H., Velle, G., Gabrielsen, S.-E., Stranzl, S., Olsen, E.E., Lehmann, B.G., Wiers, T., Skår, B., Normann, E.S., Fjeldstad, H.-P. & Kroglund, F. 2018. Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø. God praksis ved miljøforbedrende tiltak i elver og bekker. Uni Research Miljø LFI rapport 296.
- Puffer, M., Berg, O.K., Huusko, A., Vehanen, T., Forseth, T. & Einum, S. 2015. Seasonal effects of hydropeaking on growth, energetics and movement of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) *River Research and Applications*: 1101-1108.
- Robertsen, G., Ugedal, O., Ulvan E.M., Fiske, P., Karlsson, S., Rognes, T., Krogdahl, R., Spets, M.H., Florø-Larsen, B. & Solem, Ø. 2021. Genetisk kartlegging av kjønn hos laks fra skjellprøver innsamlet ved sportsfiske. NINA Rapport 1955. Norsk institutt for naturforskning.
- Sauterleute, J.F. & Charmasson, J. 2014. A computational tool for the characterisation of rapid fluctuations in flow and stage in rivers caused by hydropeaking. *Environmental Modelling & Software* 55(C): 266-278
- Silva, A.T., Lucas, M.C., Castro-Santos, T., Katopodis, C., Baumgartner, L.J., Thiem, J.D., Aarestrup, K., Pompeu, P.S., O'Brien, G.C.O., Braun, D.C., Burnett, N.J., Zhu, D.Z., Fjeldstad, H-P., Forseth, T., Rajaratnam, N., Williams, J.G. & Cooke, S.J. 2018. The future of fish passage science, engineering, and practice. *Fish and Fisheries* 19, 340-362.
- Skauge, J., Sæterbø, E. 1995: Erosjon i Orkla ved Ekli. Rapport 16 1995, Norges vassdrags- og energiverk.
- Solem, Ø., Forseth, T., Bergan, M.A., Gabrielsen, S.E., Jensås, J.G., Skår, B. & Ulvan, E.M. 2018a. Fiskebiologiske undersøkelser og tiltak i Orklavassdraget. Årsrapport 2017. NINA Rapport 1468. Norsk institutt for naturforskning.
- Solem, Ø., Bergan, M.A., Turtum, M., Jensås, J.G., Krogdahl, R. & Ulvan, E.M. 2018b. Tiltaksrettet kartlegging av sjørretvassdrag i Orkla. Årsrapport 2017. NINA rapport 1458. Norsk institutt for naturforskning.
- Solem, Ø., Ulvan, E.M., Lamberg, A., Bergan, M.A., Berg, M., Forseth, T., Gabrielsen, S.E., Jensås, J.G., Krogdahl, R., Kvingedal, E., Skoglund, S.Ø., Skår, B. & T. Wiers. 2019a. Fiskebiologiske undersøkelser og tiltak i Orklavassdraget. Årsrapport 2018. NINA Rapport 1630. Norsk institutt for naturforskning.
- Solem, Ø, Bergan, M.A., Turtum, M. & Krogdahl, R. 2019b. Tiltaksrettet kartlegging av sjøarevassdrag i Orkla (2017-2019). Framdriftsrapport og kort oppsummering av aktivitet i 2018. NINA Prosjektnotat 138. Norsk institutt for naturforskning.

- Solem, Ø., Ulvan, E.M., Kvingedal, E., Lamberg, A., Bremset, G., Berg, M., Skoglund, S., Forseth, T., Krogdahl, R. & Holthe, E. 2020. Fiskebiologiske undersøkelser og tiltak i Orklavassdraget. Årsrapport 2019. Revidert utgave. NINA Rapport 1786. Norsk institutt for naturforskning.
- Solem, Ø., Bergan, M.A., Ulvan, E.M., Berg, M., Holthe, E., Havn, T.B., Jensås, J.G., Krogdahl, R., Lykkja, O. & Bakkestuen, V. 2021a. Resultater fra feltundersøkelser og problemkartlegging av sidevassdrag til Orkla. Kunnskapsgrunnlag for beregning av tapt areal og tiltaksforslag for sjørretbekker i Orkla. NINA Rapport 1798. Norsk institutt for naturforskning.
- Solem, Ø., Holthe, E., Bakkestuen, V., Bergan, M.A., Ulvan, E.M., Berg, M., T.B., Havn, Jensås, J.G., Krogdahl, R. & Lykkja, O. 2021b. Tiltaksrettet problemkartlegging av sjørretbekker i Orkla og beregning av tapt produksjonsareal. Sluttrapport for undersøkelser i perioden 2017-2019. NINA Rapport 1797. Norsk institutt for naturforskning.
- Solem, Ø., Ulvan, E., Lamberg, A., Foldvik, A., Sundt-Hansen, L., Havn, T., Holthe, E., Forseth, T., Jensås, J. & Krogdahl, R. 2021c. Fiskebiologiske undersøkelser og tiltak i Orklavassdraget. Årsrapport 2020. NINA Rapport nr 1953. Norsk institutt for naturforskning.
- Solem, Ø., Jensås, J.G., Havn, T.B., Museth, J., Ulvan, E.M., Bergan, M.A., Almås, P., Granmo, G.M. & Rognes, T. 2022. Ungfiskundersøkelser i Gaulavassdraget. Årsrapport 2021. NINA Rapport 2062. Norsk institutt for naturforskning.
- Svåsand, S., Grefsrud, E.S., Karlsen, Ø., Kvamme, B.O., Glover, K.S., Husa, V. & Kristiansen, T.S. 2017. Risikoreport norsk fiskeoppdrett 2017. Fisken og havet, særnummer. 2-2017: 1- 181.
- Szabo-Meszaros, M., Forseth, T., Baktoft, H., Fjeldstad, H-P., Silva, A.T., Gjelland, K.Ø., Økland, F., Uglem, I. & Alfredsen, K. 2019. Modelling mitigation measures for smolt migration at dammed river sections. *Ecohydrology* 12. <https://doi.org/10.1002/eco.2131>.
- Thorstad, E.B., Økland, F., Hvidsten, N.A., Fiske, P. & Aarestrup, K. 2003. Oppvandring av laks i forhold til redusert vannføring og lokkeflommer i regulerte vassdrag. - Rapport nr. 1-2003, Miljøbasert vannføring, Norges vassdrags- og energidirektorat.
- Thorstad, E.B., Diserud, O.H., Solem, Ø., Havn, T.B., Bjørum, L.O., Kristensen, T., Urke, H.A., Johansen, M.R., Lennox, R.J., Fiske, P. & Uglem, I. 2020. The risk of individual fish being captured multiple times in a catch and release fishery. *Fisheries Management and Ecology* 27: 248-257
- Ugedal, O., Pulg, U., Skoglund, H., Charmasson, J., Espedal, E.O, Jensås, J.G., Stranzl, S., Harby, A. & Forseth, T. 2019. Sjøaure og laks i Aurlandsvassdraget 2009-2018. Regulerings effekter, miljødesign og tiltak. – NINA Rapport 1716. Norsk institutt for naturforskning.
- VRL (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning) 2020. Status for norske laksebestander i 2020. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 15, 147 s
- VRL (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning) 2021. Status for norske laksebestander i 2021. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 16, 227 s
- VRL (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning) 2022. Klassifisering av tilstanden til sjørret i 1279 vassdrag. Temarapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 9, 170 s
- VRL (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning) 2022b. Status for norske laksebestander i 2022. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 17, 125 s.
- Våge, K. & Stabell T. 2018. Biologisk overvåking av elver og bekker i Vannområde Orkla 2018. Faun rapport 022-2018. Faun Naturforvaltning.
- Zippin, C. 1958. The removal method of population estimation. *Journal of Wildlife Management* 22, 82-90.

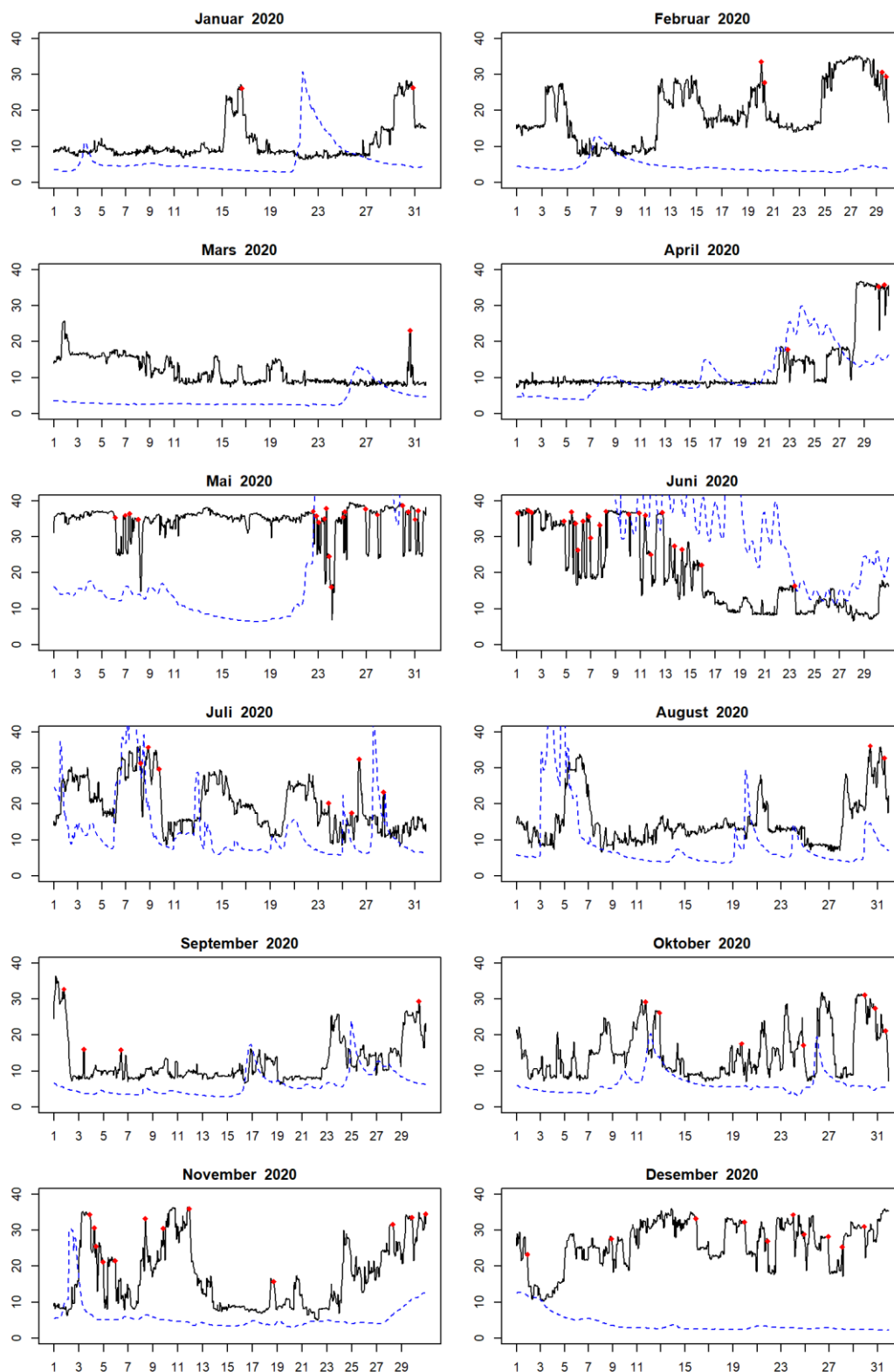
## 16 Vedlegg

### Vedlegg 1: Fangst av ungfisk ved strandnært elektrisk fiske

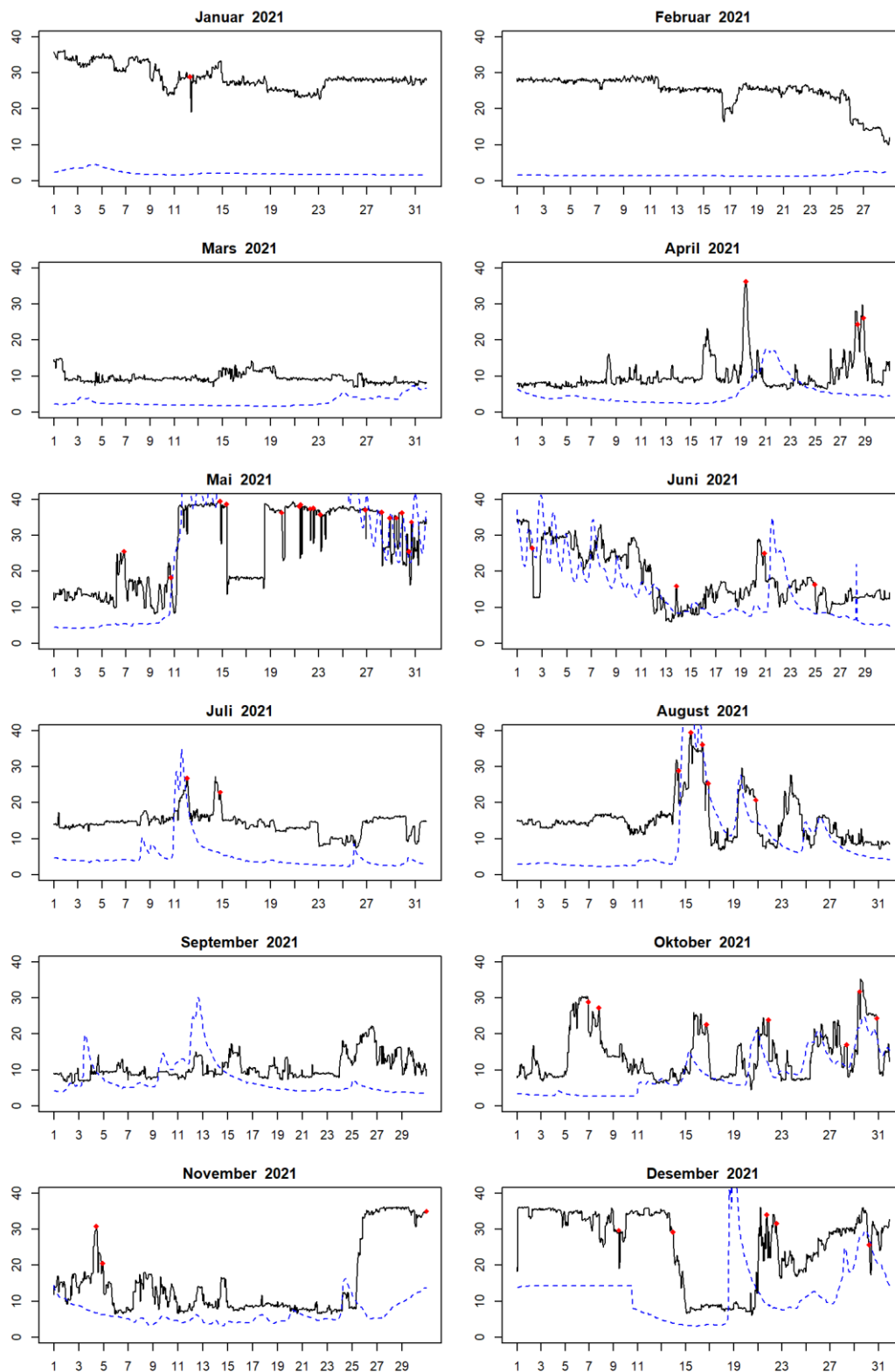
**Vedleggstabell 1.** Antall individer og prosentvis totalfangst av ulike årsklasser laks- og ørret-unger fanget ved strandnært elektrisk fiske på 25 stasjoner i Orkla høsten 2021, fordelt på strekningen mellom Forve bru (Orkdal) og Skjerphaugsbua (Rennebu). Stasjoner merket med \* ble avfisket tre påfølgende omganger, mens de resterende ble avfisket én omgang.

Stasjon	Navn	Størrelse (m <sup>2</sup> )	Laks					Ørret		
			0+	1+	2+	3+	4+	0+	1+	2+
1a	Forve bru	100	9	10	9	4	0	18	2	1
1c	Kvåle (nedre Ekli)	100	14	27	19	0	0	17	5	0
2a*	Sone 6 OJFF	100	39	40	8	0	0	6	0	0
2b	Vormstad (Bruhølen)	100	19	12	10	0	0	16	0	0
2c	Varghølen	100	28	9	5	0	0	3	0	0
3*	Sworkmo	100	40	19	3	1	0	4	0	0
4	Rønningen	100	14	19	16	3	0	2	2	1
6	Haukåshølen	100	18	17	24	25	3	2	4	0
8	Gamle Orkla gård	98	18	19	12	2	0	5	2	0
10	Vakkerøra	100	17	6	10	0	0	19	1	0
11*	Storås (Lo vald)	100	16	33	15	3	0	3	2	0
12	Bruhølen (Lo bru)	99	20	16	14	4	0	3	0	0
13	Sagbruk Rundmyra	102	21	13	25	4	0	3	0	0
15	Hove	100	8	49	36	2	0	12	6	0
16	Øya	96	72	29	2	0	0	2	0	0
17*	Bjørset	100	7	58	29	2	0	1	2	0
18	Gildøya	100	45	25	14	0	0	9	5	0
19	Snoensøya	100	15	32	36	2	0	0	0	0
20	Å	105	110	4	2	0	0	21	1	0
21	Jordet-valdet	108	23	9	8	0	0	1	0	0
23	Rebergsgjerdet	102	25	4	3	0	0	4	0	0
24	Nesjan	98	7	9	8	1	0	6	0	0
26	Stavne-Uv	100	42	3	12	0	0	3	0	0
27	Gunnesbrua	100	4	4	15	4	1	3	8	2
28	Eggan	96	0	9	21	13	0	6	6	0
<b>Totalt nedenfor Brattset</b>		<b>2500</b>	<b>631</b>	<b>475</b>	<b>356</b>	<b>70</b>	<b>4</b>	<b>169</b>	<b>46</b>	<b>4</b>
<b>%</b>			<b>41</b>	<b>31</b>	<b>23</b>	<b>5</b>	<b>0.3</b>	<b>77</b>	<b>21</b>	<b>2</b>
B4	Ovenfor Brattset 4	68.75	2	11	8	0	0	5	6	1
B5*	Ovenfor Brattset 5	70	30	33	17	2	0	8	9	1
B6	Ovenfor Brattset 6	55	0	20	8	1	0	1	5	3
B7	Ovenfor Brattset 7	66	4	10	6	0	0	1	7	1
B8*	Ovenfor Brattset 8	75	72	39	13	4	0	1	8	0
B9	Ovenfor Brattset 9	33	2	2	6	0	0	0	0	0
<b>Totalt ovenfor Brattset</b>		<b>368</b>	<b>110</b>	<b>115</b>	<b>58</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>35</b>	<b>6</b>
<b>%</b>			<b>38</b>	<b>40</b>	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>28</b>	<b>61</b>	<b>11</b>

## Vedlegg 2: Nedkjøringsepisoder ved Brattset kraftverk 2020 og 2021



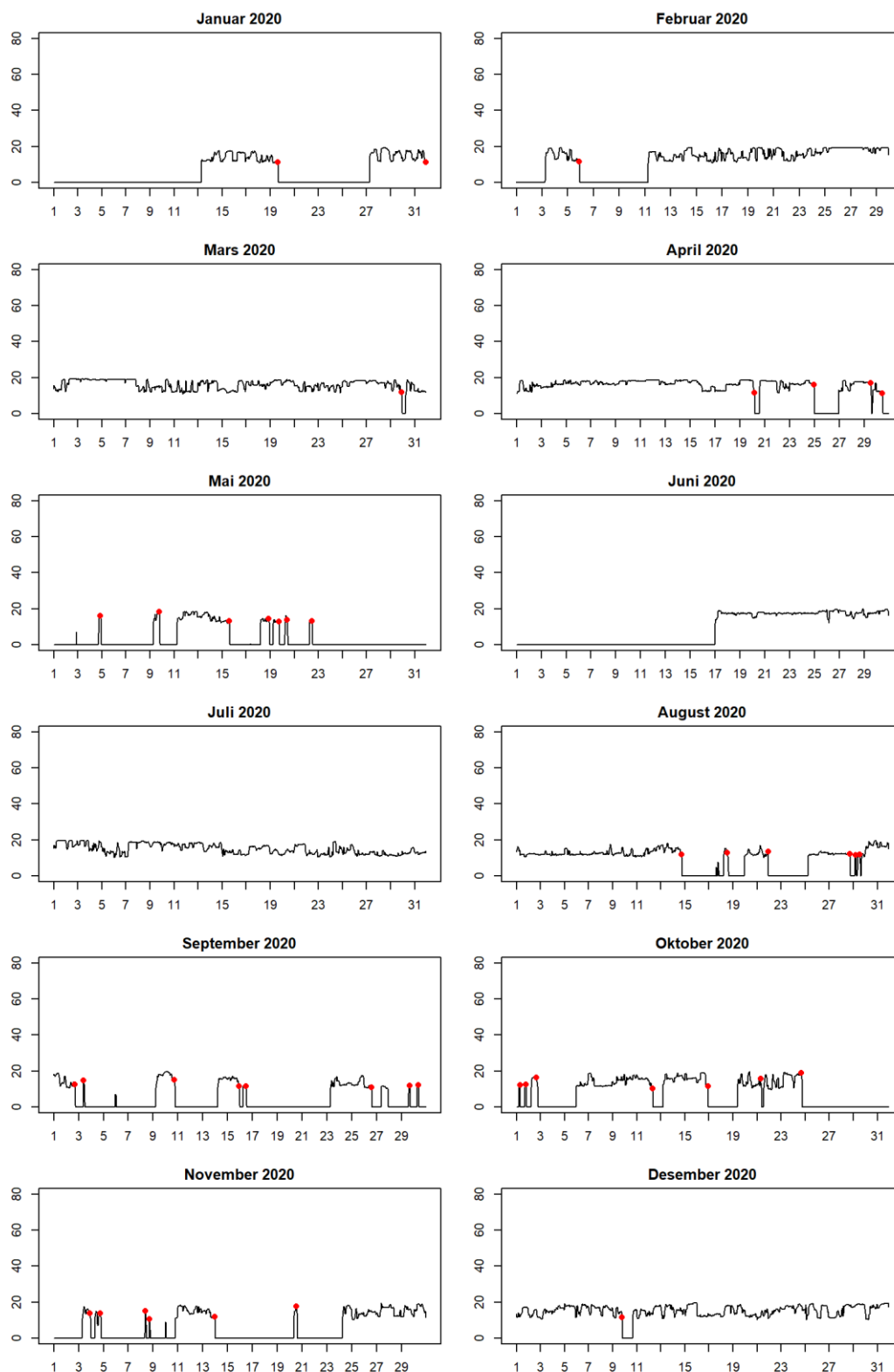
**Vedleggsfigur 2.1.** Driftsvannføring ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) for Brattset kraftverk (—) i 2020 med starten av nedkjøringsepisoder markert ( $\blacklozenge$ ) sammen med vannføringen målt i elveleiet oppstrøms kraftverksutløpet (---). Episodene er definert ved en  $dQ/dt < -1 \text{ m}^3/\text{s}$  pr time og en samlet endring i vannføring,  $\Delta Q_{\text{tot}} < -7,5 \text{ m}^3/\text{s}$  (avsnitt 9.1.2 og figur 9.1).



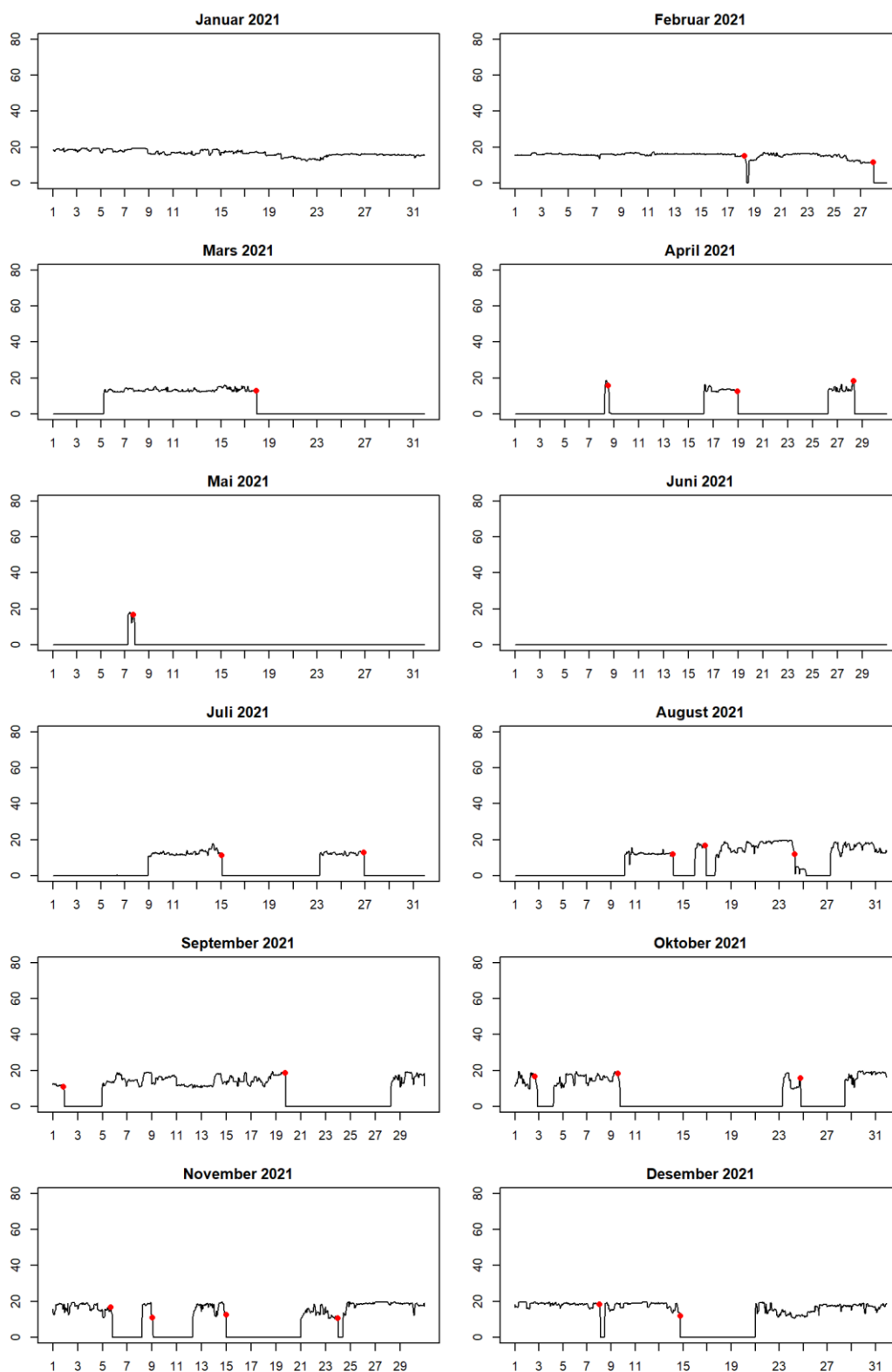
**Vedleggsfigur 2.2.** Driftsvannføring ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) for Brattset kraftverk (—) i 2021 med starten av nedkjøringsepisoder markert ( $\blacklozenge$ ) sammen med vannføringen målt i elveleiet oppstrøms kraftverksutløpet (---). Episodene er definert ved en  $dQ/dt < -1 \text{ m}^3/\text{s}$  pr time og en samlet endring i vannføring,  $\Delta Q_{\text{tot}} < -7,5 \text{ m}^3/\text{s}$  (avsnitt 9.1.2 og figur 9.1).



### Vedlegg 3: Nedkjøringsepisoder ved Grana kraftverk 2020 og 2021

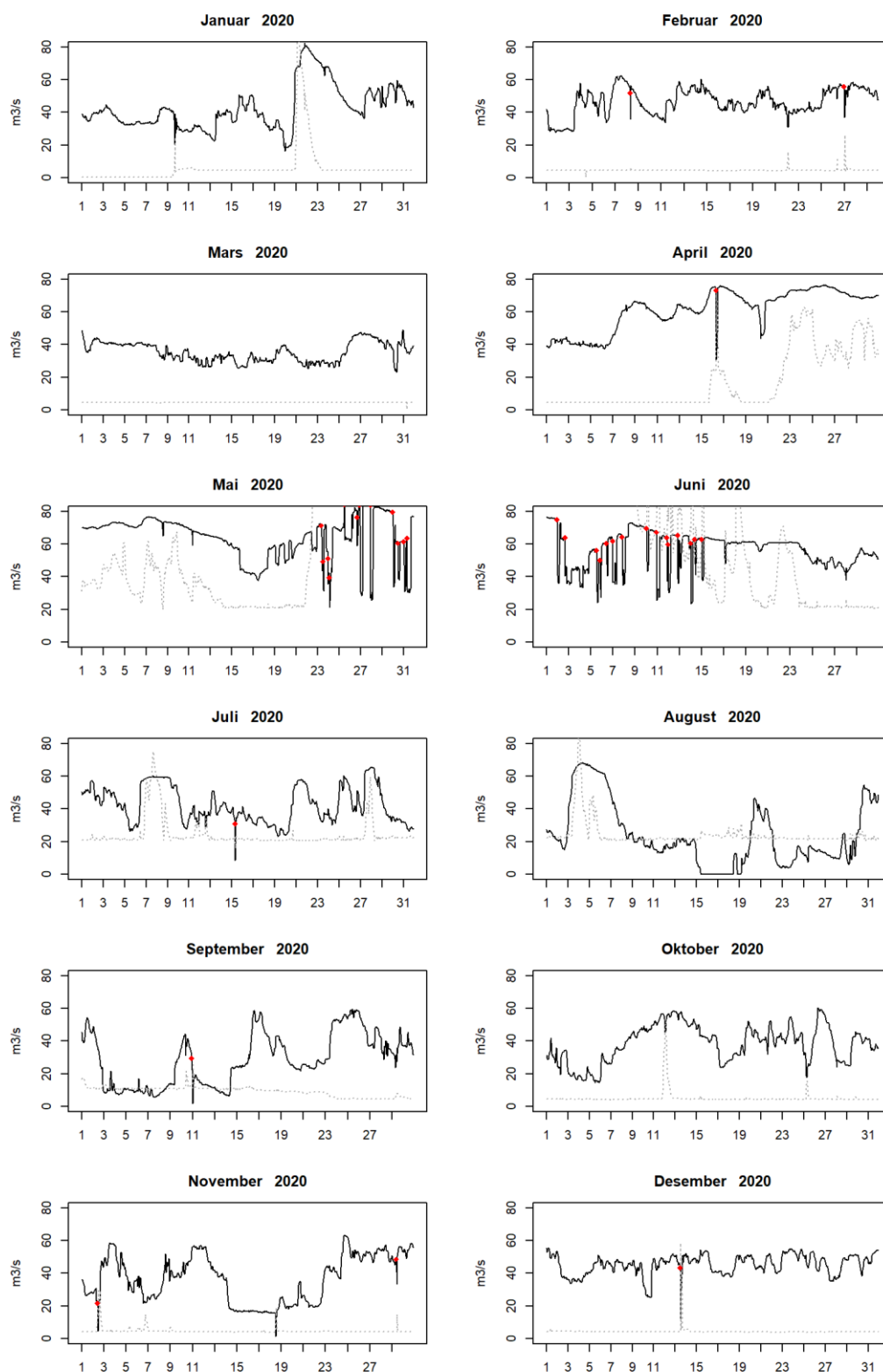


**Vedleggsfigur 3.1.** Driftsvannføring ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) for Grana kraftverk (—) i 2020 med starten på definerede nedkjøringsepisoder markert ( $\blacklozenge$ ). Episodene er definert ved en  $dQ/dt < -1 \text{ m}^3/\text{s}$  pr time og en samlet endring i vannføring,  $\Delta Q_{\text{tot}} < -10 \text{ m}^3/\text{s}$  (avsnitt 9.1.2 og figur 9.1).

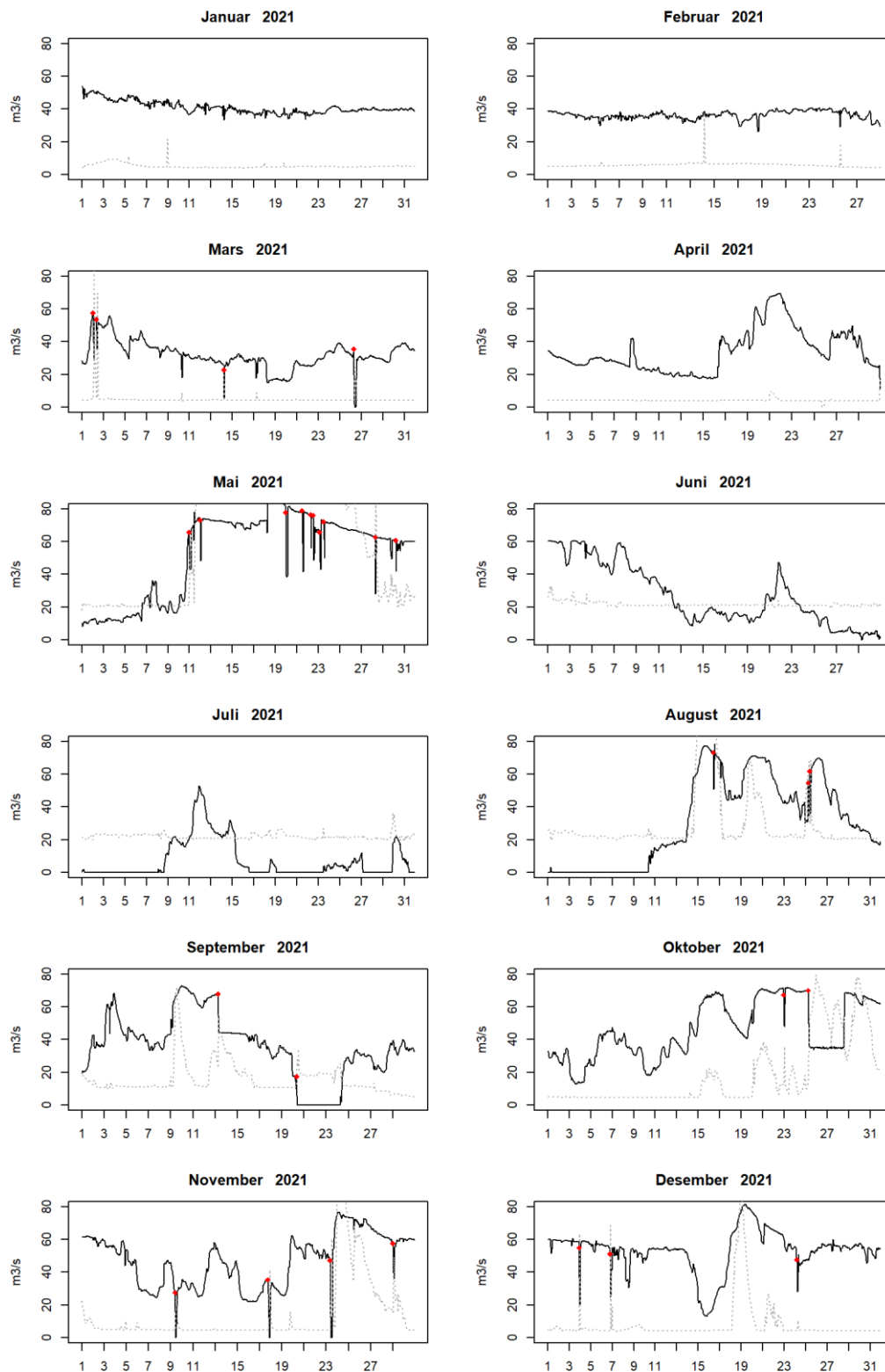


**Vedleggsfigur 3.2.** Driftsvannføring ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) for Grana kraftverk (—) i 2021 med starten på definerede nedkjøringsepisoder markert (♦). Episodene er definert ved en  $dQ/dt < -1 \text{ m}^3/\text{s}$  pr time og en samlet endring i vannføring,  $\Delta Q_{\text{tot}} < -10 \text{ m}^3/\text{s}$  (avsnitt 9.1.2 og figur 9.1).

## Vedlegg 4: Nedkjøringsepisoder ved Svorkmo kraftverk 2020 og 2021

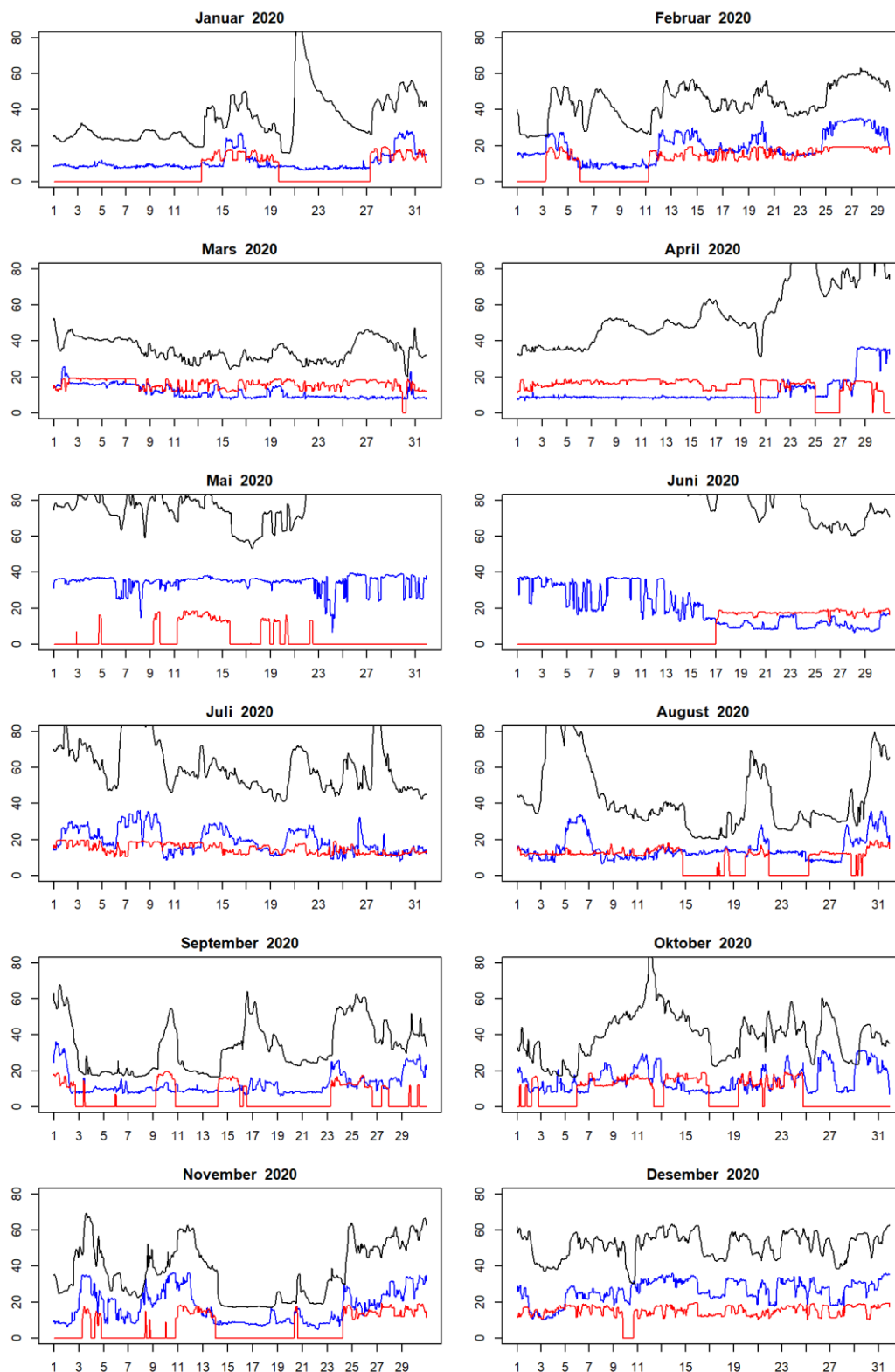


**Vedleggsfigur 4.1.** Driftsvannføring for Svorkmo kraftverk (—) i 2020 med starten av nedkjøringsepisoder markert (♦) sammen med vannføringen målt i elveleiet nedstrøms Bjørsetdammen (····). Episodene er definert ved  $dQ/dt < -5 \text{ m}^3/\text{s}$  pr time og en samlet endring i vannføring,  $\Delta Q_{\text{tot}} < -15 \text{ m}^3/\text{s}$  (avsnitt 9.1.2 og figur 9.1).

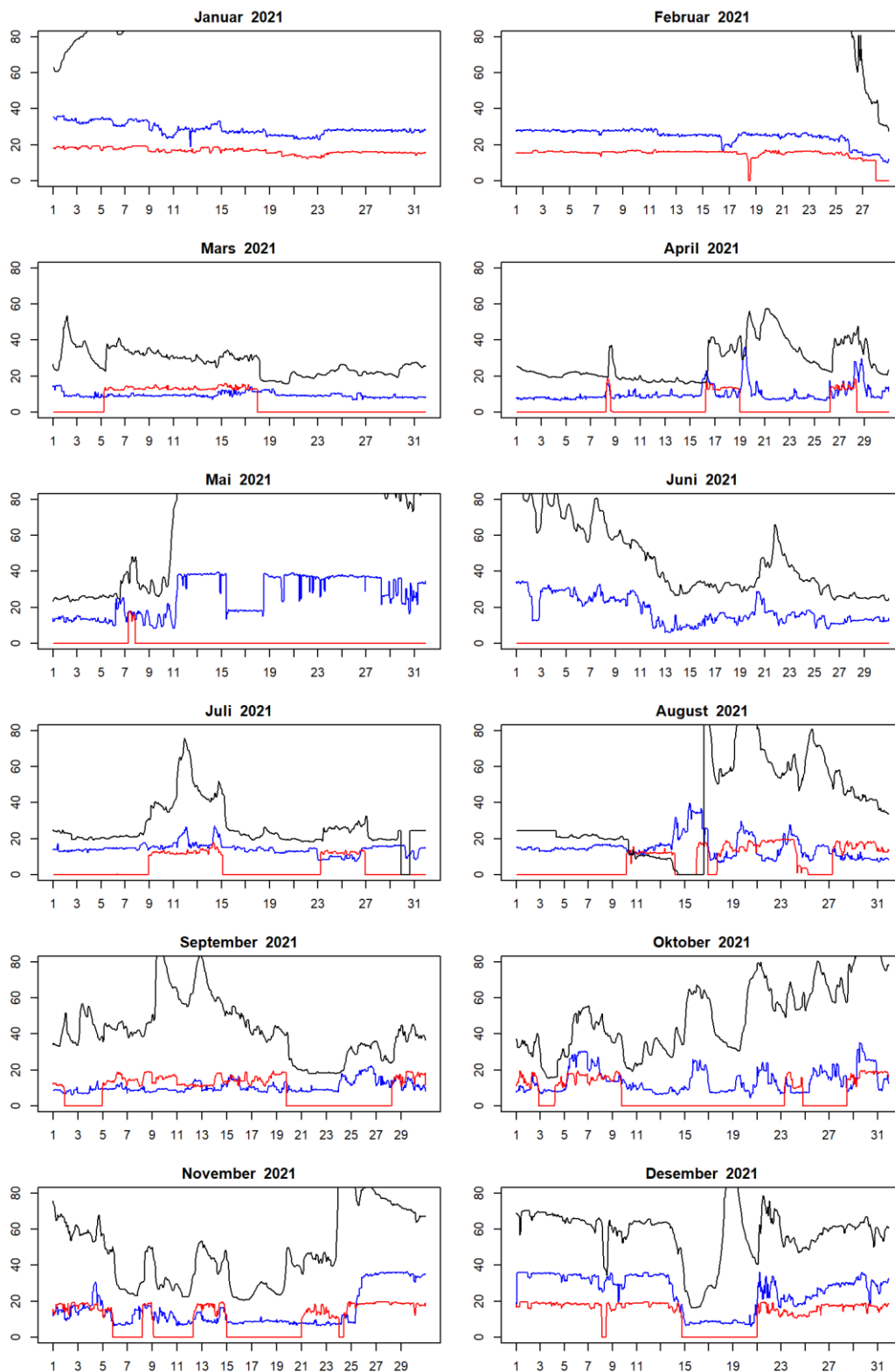


**Vedleggsfigur 4.2.** Driftsvannføring for Svorkmo kraftverk (—) i 2021 med starten av nedkjøringsepisoder markert (♦) sammen med vannføringen målt i elveleiet nedstrøms Bjørsetdammen (···). Episodene er definert ved  $dQ/dt < -5 \text{ m}^3/\text{s}$  pr time og en samlet endring i vannføring,  $\Delta Q_{\text{tot}} < -15 \text{ m}^3/\text{s}$  (avsnitt 9.1.2 og figur 9.1).

## Vedlegg 5: Vannføring ved Syrstad, Brattset og Grana 2020 og 2021



**Vedleggsfigur 5.1:** Driftsvannføring (m<sup>3</sup>/s) for kraftverkene Grana (—) og Brattset (—) og vannføringen ved Syrstad (—) i 2020.



**Vedleggsfigur 5.2:** Driftsvannføring (m<sup>3</sup>/s) for kraftverkene Grana (—) og Brattset (—) og vannføringen ved Syrstad (—) i 2021.

## Vedlegg 6: Forplantning av vannstandsendringer i Orkla.



### NOTAT

Emne:

**Målinger av forplantning av vannstandsendringer i Orkla**

Dato: 6. februar 2020

Utarbeidet av:

Godkjent av:

Vår ref.:

Frode Vassenden

Til: Magne Røen

Kopi: Nils Henrik Johnsen

### Konklusjoner

Målinger av vannstandsending på grunn av produksjonsendringer har gitt gode data for å vurdere miljøeffekter av produksjonsvariasjoner.

Målingene har også gitt gode data til modeller for bølgeforplantning, som kan brukes til å vurdere konkrete kjørescenarier for miljøeffekter.

Det er mulig å oppnå moderat påvirkning i mesteparten av elva med aktiv regulering i store deler av året. Unntaket er utløpsbassengene til Brattset og Grana, hvor påvirkningen blir stor.

Den viktigste usikkerheten i disse vurderingene er at tørrlagt areal ved nedregulering ikke er kjent, samt at den skjematisk vurderingsmetoden designet i CEDREN ikke erstatter en kompetent biologisk totalvurdering.

### Bakgrunn

Brattset og Grana har vært operert med et mål om å ha myke overganger i vannføring. Av hensyn til fiskere bør ikke vannføringsøkninger være for brå, for det kan føre til drukning. Av hensyn til fisken bør ikke vannstandsreduksjoner være for brå, for det kan gi stranding av fisk.

Målingene og modelleringen som er beskrevet her tar sikte på å besvare spørsmålet om hvor stor vannstandsending vi får av en gitt produksjonsending, på ulike steder langs elva.

En skala for å vurdere biologiske effekter av vannstandsendringer er gitt som et resultat av forskningen i CEDREN (<https://brage.nina.no/nina-xmlui/handle/11250/2391709>, tabell 5.2, s 154). Der er senkingshastighet omtalt som én av flere faktorer som gjør at effektkjøring påvirker livet i elva. Senkingshastigheten er definert som (90% av vannføringreduksjon)/(tid for 90% av vannføringsreduksjon). Senkingshastigheten sin negative effekt er klassifisert slik:

- Liten: < 5 cm/time
- Moderat: 5-13 cm/time
- Stor: 13-20 cm/time
- Svært stor: >20 cm/time

## Målemetode

I denne studien har vannstanden i flere bassenger i Orkla blitt registrert hvert minutt med vanntrykkløggere av typen TD-Diver (<https://www.vanessen.com/products/data-loggers/td-diver/>). De tre loggerne brukt her har måleområde fra 0 til 10 m. I tillegg er lufttrykket registrert på ett av målepunktene, slik at vanntrykksmålingene kan korrigeres med lufttrykksvariasjoner for å få rene vannstandsvariasjoner. Giverne har et minne for 72000 punkter, og det holder til 50 dagers logging ved den valgte målefrekvensen.

Loggerne som har dimensjoner 70mmxØ20mm har vært stripset fast inni 50 cm lange Ø5cm jernrør for å beskytte loggeren mot stein og is i bevegelse, og for å hindre at loggerne flytter seg i elva. Jernrøret har vært festet til land med kjetting.

I tillegg til loggerne har vannstanden vært registrert hvert minutt på TEKs faste vannmerke på Syrstad, og produksjon og produksjonsvannrate registrert hvert minutt i Brattset og Grana kraftverk.

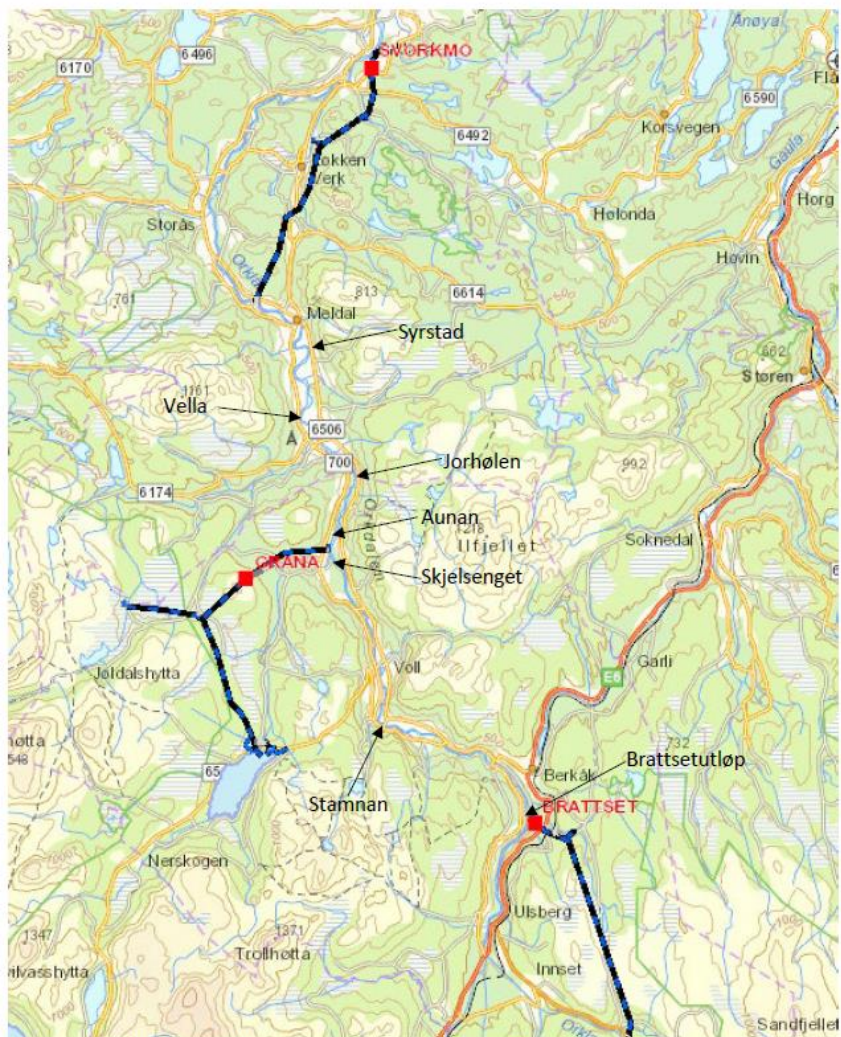
Målestedene er vist i Figur 2. I den første måleperioden var loggerne plassert nedstrøms Granautløpet, med en logger i samme basseng som utløpet (Aunan, se detalj i Figur 3), og de to andre i Jorhølen og ved Vella, fordelt i elvestrekket mellom Aunan og den faste installasjonen på Syrstad. Alle loggerne ble plassert i basseng med rolig strømning.

I den andre måleperioden var loggerne plassert mellom Brattsetutløpet og Granautløpet. En logger stod i samme basseng som Brattsetutløpet (se Figur 4), en stod i et basseng ved Stamnan, og den siste stod i det siste bassenget før Granautløpet (Skjelsengenget, detaljer i Figur 3). Et stryk nedstrøms Skjelseng-bassenget forhindret at vannføringsendringer i Grana påvirket loggeren.

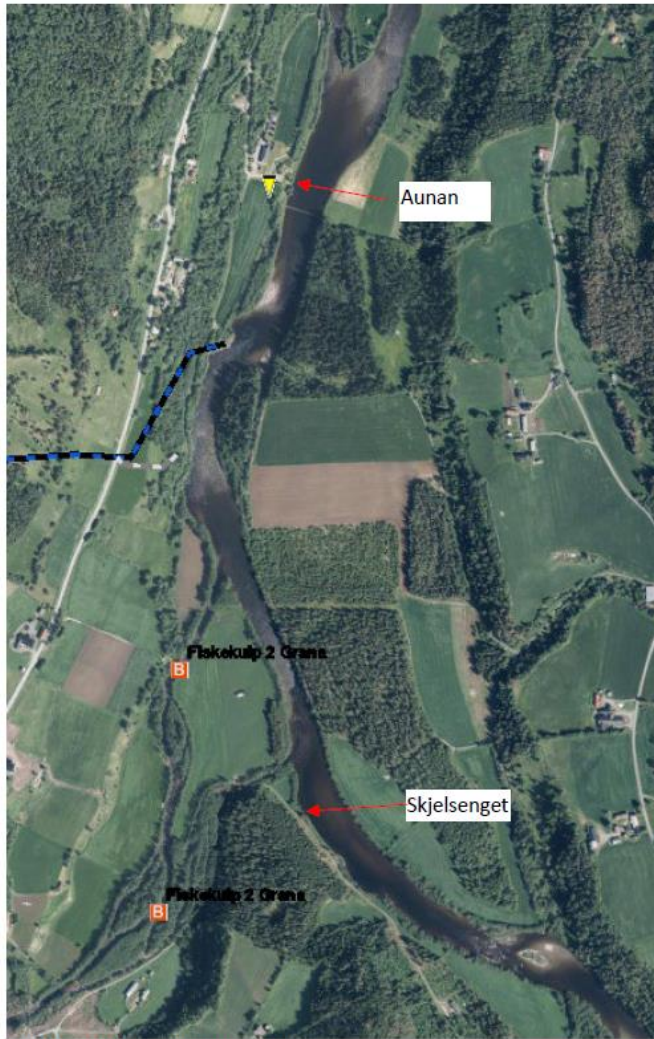


Figur 1 Loggerplassering ved Skjelsengenget. Kjettingen er festet til et tre på land, og i en bolt i jernrøret som ligger i vannet. Loggeren er inni jernrøret. Utløpsområdet, overgangen fra basseng til stryk, vises i bakgrunnen.





Figur 2 Oversikt over målesteder



Figur 3 Detaljer rundt Grana-utløpet

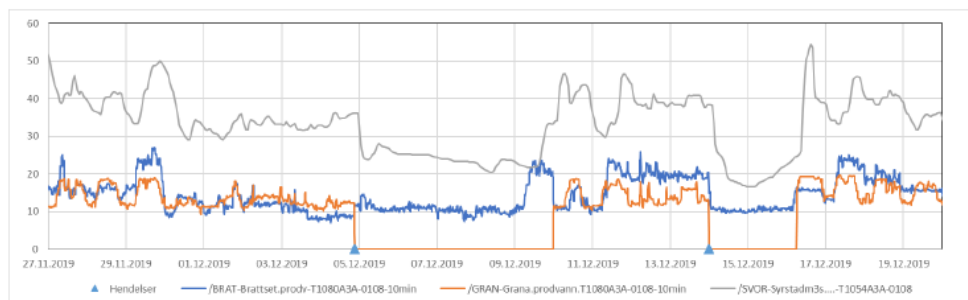


Figur 4 Detaljer rundt Brattset-utløpet

## Resultater

### Nedstrøms Grana

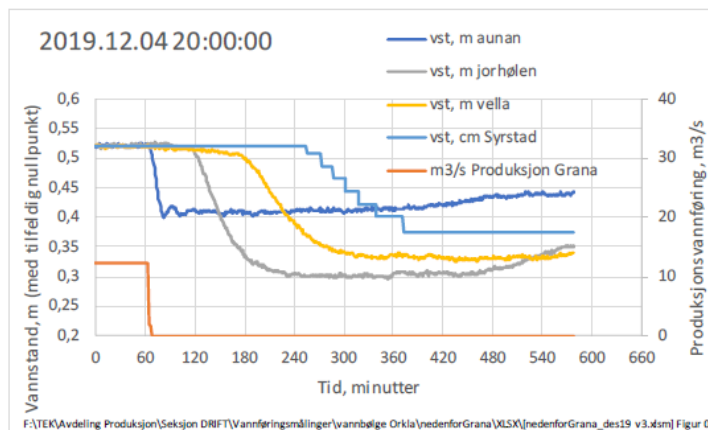
Figur 5 viser vannføringsdata i elva for perioden hvor loggerne stod ute nedstrøms Granautløpet. De to blå trekantene indikerer hendelsene som er studert nærmere i loggerdataene. Første hendelse var 4/12, hvor Grana ble stengt brått mens Brattsett var omtrent konstant. Andre hendelse var 14/12 hvor både Grana og Brattsett ble stoppet samtidig.



Figur 5 Vannføringsdata i måleperioden

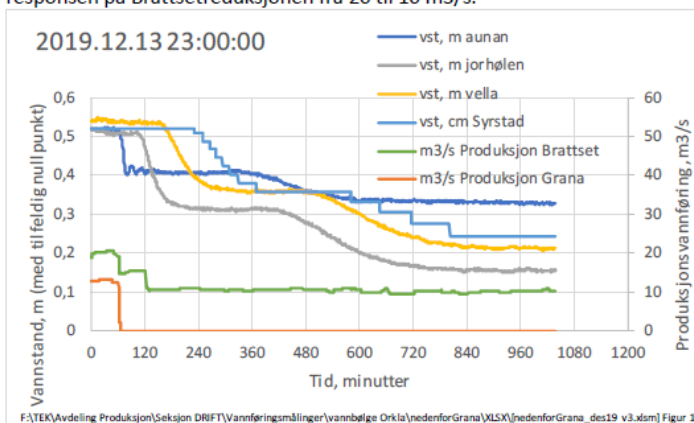
Figur 6 viser vannstander ved en den første hendelsen med reduksjon av produksjonsvannføringen fra minimum produksjon på 12 m<sup>3</sup>/s til null i løpet av 1 min. Loggermålingene viser en umiddelbar og skarp respons i vannstanden i Aunan-bassenget, og så en suksessiv reduksjon nedover elvestrengen med stadig jevnere overgang.

Det er ulikt hvor mye vannstanden endrer seg i de ulike bassengene. Det er styrt av bredden til utløpsterskelen: Bred terskel gir liten vannstandsending, og Aunanbassenget har den bredeste terskelen.



Figur 6 Produksjonsvannføring i Grana og målt vannstandsvariasjon på fire punkter nedstrøms utløpet, for en hendelse 04.12.2019 hvor bare Grana ble stoppet.

Den andre hendelsen med samtidig reduksjon av både Brattset og Grana er vist i Figur 7. Responsen på Grana-stoppen fra 12.5 m<sup>3</sup>/s er den samme som i Figur 6, men i tillegg vises også den forsinkede responsen på Brattsetreduksjonen fra 20 til 10 m<sup>3</sup>/s.



Figur 7 Produksjonsvannføring i Grana og målt vannstandsvariasjon på fire punkter nedstrøms utløpet, for en hendelse 14.12.2019 hvor både Grana og Brattset ble redusert samtidig. Her vises det godt hvordan Granabølgen kommer først, og Brattsetbølgen etterpå, mye mer utsmurt.

En analyse av de målte vannstandsvariasjonene viser at verste momentane endringshastighet i utløpsbassenget ved Aunan er 60 cm/t, mens den er 24 cm/t i Jorhølen og 14 cm/t ved Vella. Med definisjonen av endringshastighet som  $(90\% \text{ av totalendring}) / (\text{tid for } 90\% \text{ av endring})$  blir endringsraten på grunn av Granastoppen 4.12.2019 lik 51 cm/t på Aunan, 16 cm/t i Jorhølen, og 9 cm/t ved Vella. Det gir klassifisering av miljøpåvirkning fra meget stor til moderat etter CEDREN-skalaen.

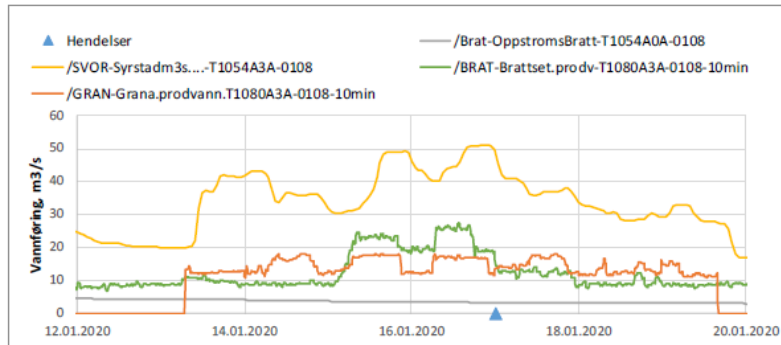
Senkingsraten på grunn av Brattsetreduksjonen den 14.12.2019 er 2 cm/t på Aunan, 2,8 cm/t i Jorhølen og 2,7 cm/t ved Vella. Det er klassifisert som liten miljøpåvirkning etter CEDREN-skalaen

### Oppstrøms Grana

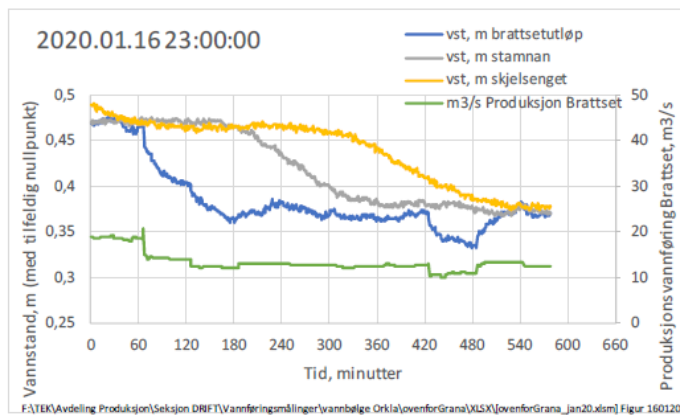
Figur 8 viser vannføringsforholdene i deler av den perioden loggerne stod i elva oppstrøms Granautløpet. 17.1.2020 ble Brattset redusert ned så fort som mulig fra en tilstand med konstant produksjonsrate, og den hendelsen er analysert i mer detalj i loggerdataene. I denne perioden var det så godt som ingen variasjon i lokaltlig langs elva, som vist av vannføringen som er målt like oppstrøms Brattsetutløpet.

Vannføringen ble redusert i to trinn, først fra 19 til 14 m<sup>3</sup>/s innfor ett minutt, så videre til 12 m<sup>3</sup>/s etter en time. Figur 9 viser en umiddelbar respons på vannstanden i utløpsbassenget, og en forsinket og utsmurt respons nedover langs elva.

Verste momentane endringshastighet ved et vannføringssprang på 5 m<sup>3</sup>/s er 90 cm/t i utløpsbassenget, mens i bassengene nedstrøms er verste momentane endring hhv 4 og 3 cm/t. Med endringshastigheten definert som  $(90\% \text{ av vannstandsreduksjon}) / (\text{tid for } 90\% \text{ vannstandsreduksjon})$  er observert hastighet 10 cm/t i utløpsbassenget, 3 cm/t ved Stamnan, og 2,4 cm/t ved Skjelsenget. Det gir klassifisering som moderat påvirkning i utløpsbassenget, og liten påvirkning ved Stamnan og Skjelsenget.



Figur 8 Vannføringsforhold rundt den perioden hvor det var veldefinerte forhold i Brattset

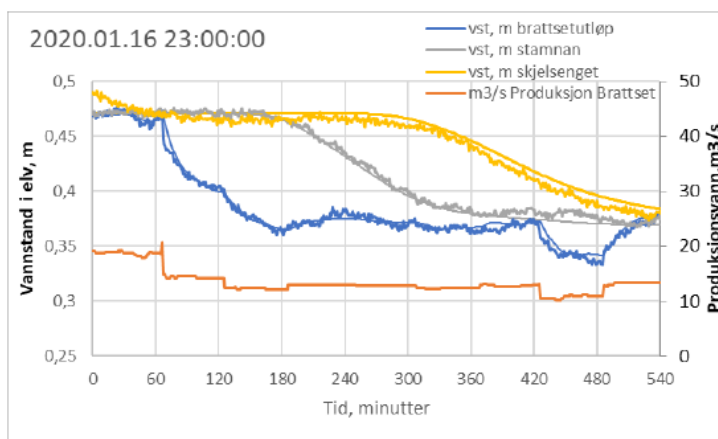


Figur 9 Produksjonsvannføring i Brattset og målt vannstandsvariasjon på tre punkter, for en nedreguleringshendelse 17.01.2020 00:00

## Tolkning av observasjonene

Disse observasjonene kan forstås ved hjelp av en modell av elva som sammensatt av alternerende rolige og strykende partier. Rolige partier er i praksis steder som kan seiles både oppover og nedover med båt, og strykende partier er stryk som ikke er farbare med båt.

Det er mulig å beregne vannstandsendingene kvantitativt med en modell som er basert på en geometrisk beskrivelse av de største bassengene, og av forsinkelsene i strykene. Figur 10 viser at denne modellen reproducerer målingene i stor grad, og da kan modellen brukes til å beregne vannstandsendinger mellom målepunktene også.

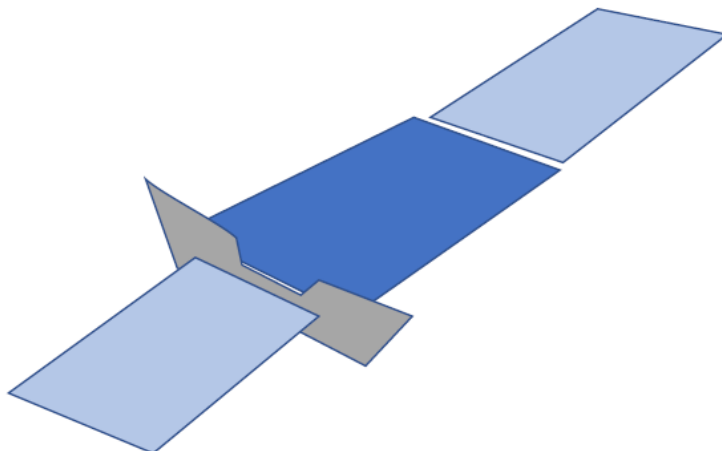


Figur 10 Beregning av vannstand med en basseng- og stryk-modell av Orkla reproducerer observerte vannstandsmålinger ganske godt.

De rolige partiene kan beskrives som et basseng med en utløpsterskel der hvor stryket nedenfor begynner, slik som skissert i Figur 11. Når det kommer vannføringsøkning ovenfra inn i et slikt basseng vil det ta litt tid før vannstanden har økt så mye ved utløpsterskelen at vannføringsøkningen forplanter seg videre nedover. Derfor vil slike bassenger bidra til å smøre ut vannføringsvariasjoner. Tilsvarende vil et basseng gi fra seg vann etter at det ikke lenger mates ovenfra. Varigheten på denne strømmingen vil øke hvis bassengarealet øker og når utløpsterskelen blir trangere.

Strykene bidrar mindre til demping av variasjoner, men de gir forsinkelse.

Det som i hovedsak bestemmer dempingen av vannføringsendinger på et punkt er derfor hvor mange og hvor store bassenger som finnes mellom kraftverksutløpet og punktet.



Figur 11 Elva beskrevet som altererende stryk (lyseblå) og rolige partier (mørkeblå)

Data for en slik beskrivelse av elva kan innhentes fra offentlig tilgjengelige flyfoto, hvor det er lett å skille dype (rolige) og grunne (strømmende) partier, slik som i Figur 3, og bestemme arealer av bassenger og bredder på utløpssonene, og lengder av stryk. De største bassengene er stedfestet i kartet i Figur 17.

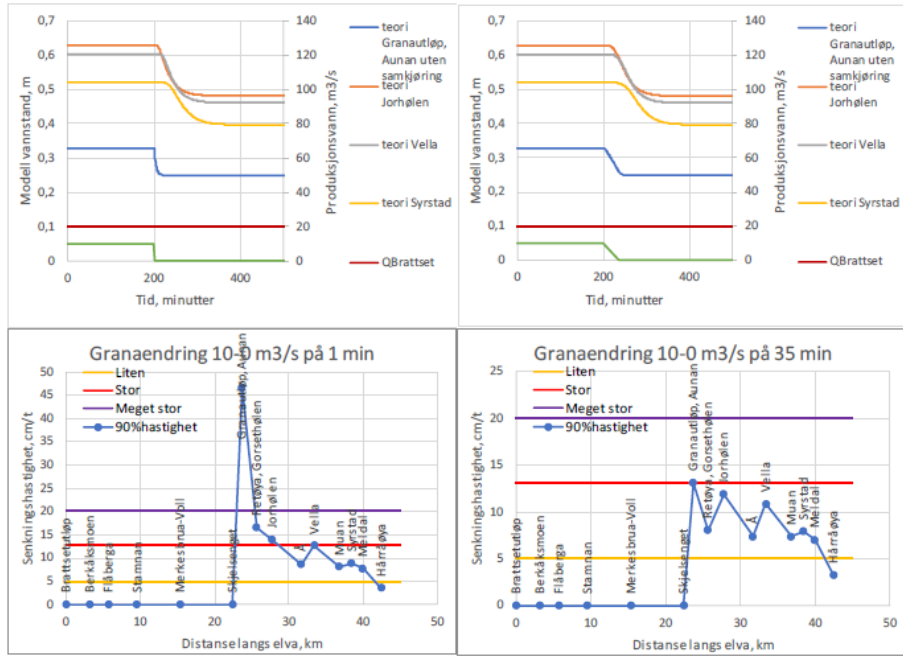
Ved hjelp av modellen kan man beregne effekten på andre scenarier enn det som er målt, og på andre steder enn det som er målt. En annen konsekvens av modellen er at den gir en forståelse av at en innsnevring av utløpsterskelen i kritiske bassenger kan redusere senkingshastigheten. For eksempel vil det å plassere ut store steiner ved utløpsterskelen på Aunan gjøre at vannet renner langsommere ut av bassenget når kraftverket stoppes. Mens en stopp i Grana er funnet å gi «stor» miljøpåvirkning i Retøya/Gorsethølen-bassenget (Figur 16) så vil en halvering av terskelbredden på Aunan vil gi «moderat» miljøeffekt i dette første bassenget etter Aunan. Det har ikke stor nok effekt på senkingshastigheten i Aunan-bassenget til å endre miljøeffekten fra «meget stor». Men en kunne tenke seg at en skreddersydd steinplassering kunne gjøre at det tørrlagte arealet i Aunan-bassenger blir redusert, og gi positiv miljøeffekt på den måten.

### Modellresultater for noen stiliserte kjøremønstre

Med tilpassede arealer og utløpsbredder kan modellen kjøres for stiliserte endringssituasjoner som viser hvordan miljøeffekter kan påvirkes av kjøremønstret. Det er bare endringshastigheten som er studert.

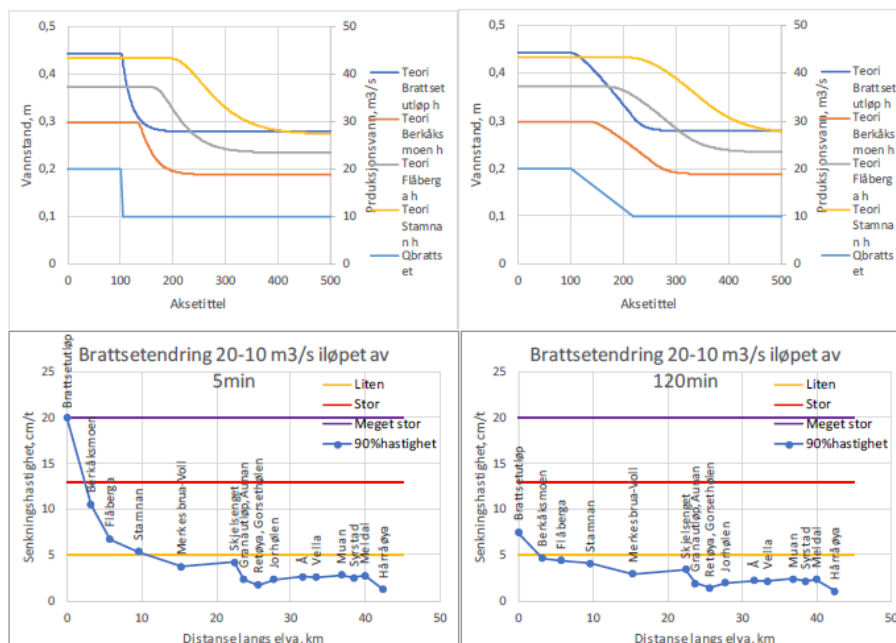
Figur 12 sammenligner brått avslag i Grana med en ramping ned til null produksjon. Ramping er ikke teknisk mulig i dag, men det kan være at teknologien med vanninjeksjon i sugerørskonusen kan bidra til å realisere det. Formålet med regneøvelsen er å vise at det vil ha effekt å kunne rampe ned til null, og også hvilket tidsrom rampingen må gjøres over for at endringen skal påvirke klassifiseringen av miljøeffekt. Beregningen viser at en rampingtid på lenger enn 35 minutt er nødvendig for at det skal bli moderat eller bedre miljøpåvirkning i hele elvestrekket nedstrøms Grana. Det er bare i de tre øverste bassengene at endringshastigheten endres noe særlig. Selv om injeksjon i sugerørskonusen kan ha en positiv miljøeffekt, så vil det kun gi bedring i en liten del av elva, og det må avklares hvor kritisk denne delen av elva er for fisken og om andre tiltak som innsnevring av utløpssonen kan gi tilsvarende effekter.





Figur 12 Reduksjon i Grana med og uten ramping. Ramping til null rate ikke teknisk mulig i dag, men plottet viser hvilken varighet på ramping som trengs for å endre miljøpåvirkningen

Figur 13 viser effekten av ramping på Brattset. Der er ramping ned til minste vannføring på 10 m<sup>3</sup>/s teknisk mulig i dag. I forhold til bråstopp så vil ramping over 2 timer redusere miljøpåvirkningen i utløpsbassenget til Brattset betydelig (fra meget stor til moderat påvirkning), og gi litt forbedring ved Flåberga og Stammen (moderat til liten påvirkning). Lenger nedstrøms er det uansett liten påvirkning.

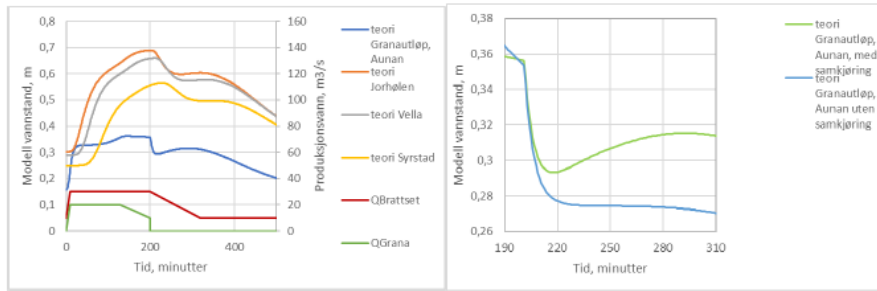


Figur 13 Ramping på Brattset. Det er stor forskjell på miljøeffektene av om raten på Brattset reduseres brått eller i løpet av to timer.

Figur 14 viser at en samkjøring av produksjonsendringer i Brattset og Grana kan minimere miljøpåvirkningene i elva. Scenariet er at begge kraftverk startes for fullt samtidig. Så rampes Grana ned idet økningsbølgen fra Brattset ankommer Granautløpet, og det reduserer økningen på grunn av Brattset-oppstarten. Når Grana er rampet ned til 10 m<sup>3</sup>/s må den stoppes brått, og da vil det bli en like brå vannstandsendring i utløpsbassenget ved Aunan som ved et ukoordinert Grana-avslag. Men reduksjonen blir ikke så stor fordi vannføringen ned mot Aunan fremdeles øker på grunn av Brattsetstarten noen timer tidligere. Dermed blir ikke vannstanden så lav den ville blitt uten koordinert kjøring, og den øker igjen etter den har vært på det laveste. Det blir mindre areal som blir tørrlagt, og noe av det som blir tørrlagt blir raskt dykket igjen. Hvis vanddekt areal øker omtrent lineært med vannstanden, så vil koordinert kjøring gi bare 75% så stort tørrlagt areal som ukoordinert. 15% av det tørrlagte arealet være dykket igjen i løpet av 25 minutt, og 33% dykket igjen etter en time. Det virker sannsynlig at rask dykking er gunstig for overlevelsen av fisk ved noen forhold, hvis det ikke er for kaldt eller for varmt over vann.

Det er ikke åpenbart hvordan effektklassifiseringen fra CEDREN skal brukes i en slik situasjon hvor det sikkert har miljøeffekter at vannstanden øker og minker i løpet av en periode, samtidig som tiden for en endelig senking til 90% av startvannstanden kan være så lang at CEDREN-kriteriet vil konkludere med at miljøeffekten er liten.

I Figur 14 er det antatt at også Brattset rampes ned fra 30 til 10 m<sup>3</sup>/s på tre timer. Det gjør at endringshastigheter nær Brattset er moderate eller små, og at vannstandstoppen ved Aunan begrenses. Med et slikt kjøremønster kan Orkla døgnguleres med mindre effekter på fisk enn ved ukoordinert døgngulering.



**Figur 14** En samkjøring av Brattset og Grana hvor begge kraftverk kjører opp samtidig, og hvor Grana rampes ned og stoppes brått fra 10 m<sup>3</sup>/s idet økningsbølgen fra Brattset ankommer Granautløpet. Høyre figur viser fokuset Aunan-vannstanden etter det brå Grana-avslaget, med og uten koordinert kjøring med Brattset.

## Vurdering av biologisk effekt

CEDREN-rapporten «Miljøvirkninger av effektkjøring: Kunnskapsstatus og råd til forvaltning og industri» (<https://brage.nina.no/nina-xmlui/handle/11250/2391709>) foreslår en metode for å vurdere den samlede effekten av effektkjøring på fisk. Det er tørrlegging pga. vannføringsreduksjoner som antas å skade fisken, enten gjennom stranding av fisk eller gjennom utarming av bunndyrfaunaen som fisken skal leve av. Påvirkningsfaktorene er

1. Senkingshastighet: Småfisk strander fordi den ikke rekker å følge vannfronten ut fra stranda
2. Tørrlagt areal: Flere småfisk risikerer stranding (og bunndyr kan tørke ut) ved større areal
3. Størrelsen på vannføringssvingningene (en selvstendig effekt eller går det gjennom 1 og 2?)
4. Hyppighet: Hvis noen fisk dør for i hver episode blir antallet stort hvis det er mange episoder.
5. Fordeling: Hvis episoder kommer i grupper med pauser imellom lærer fisken å unngå stranding i løpet av en gruppe, mens insektfaunaen rekker å reetablere seg i pausen mellom gruppene.
6. Tidspunkt: Dag verre enn natt, vinter verst, sommer og høst er verre enn våren

Tabell 1 (CEDREN-rapportens Tabell 5.2, s 154) gir grenseverdier for hva som gir svært stor, stor, moderat og liten påvirkning på livet i elva, med karakterer 4-1 for hver av påvirkningsfaktorene. En samlet poengsum beregnes som  $P1*P2+P3+P4+P5+P6$

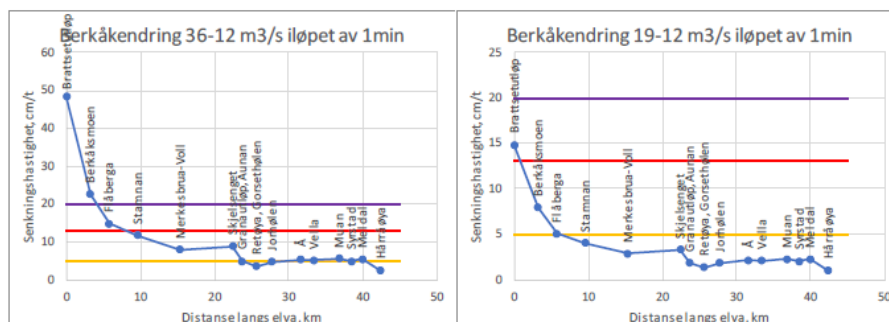
**Tabell 1 Tabell 5.2 fra CEDREN-rapporten som klassifiserer påvirkningsfaktorene**

Påvirkningsfaktor	Indikator	Svært stor (verdi 4)	Stor (verdi 3)	Moderat (verdi 2)	Liten (verdi 1)
P1: Senkingshastighet	Vannstands- endring, angitt pr time [cm/t]	> 20	13-20	5-13	< 5
P2: Tørrlagt areal	Endring i vandekt areal ved vannførings- reduksjon fra Qmaks til Qmin [%]	> 20	10-20	5-10	< 5
P3: Størrelse av vannførings- svingningene (amplitude)	Vannføringsforhol- det Qmaks / Qmin	> 5	3-5	1.5-3	< 1.5
P4: Frekvens	Årlig frekvens (andel/ antall dager per år med effektkjøring)	> 40 % (> 146 d)	25-40 % (92-146 d)	10-25 % (37-91 d)	< 10 % (< 37 d)
P5: Fordeling		Irregulært over hele året	Irregulær t i perioder	Døgn- regulering i flere perioder	Døgn- regulering i inntil to perioder
P6: Tidspunkt	Vannstands- reduksjon i kritiske perioder	I dagslys om vinteren	I mørke om vinteren	Sommer og høst	Vår og forsomme- r

Som et eksempel vil et system med moderat effekt på alle påvirkningsfaktorer ha senkingshastighet 5-13 cm/t, 5-10% tørrlagt areal, vannføringsforhold fra 1.5 til 3, en frekvens på 37-91 dager pr år,

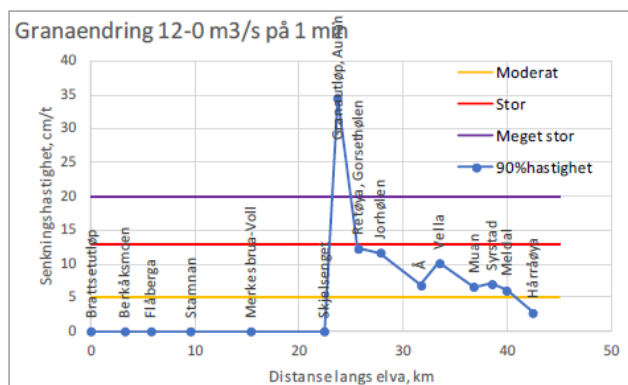
fordeling med døgnregulering i flere perioder, tidspunkt: ikke døgnregulering om vinteren. Rapporten angir en metode for å regne ut en samlepoengsum som  $P1*P2+P3+P4+P5+P6$ . Et system med moderat påvirkning på alle faktorene gir samlesum  $2*2+2+2+2+2=12$ . Figur 5.2 i Cedrenrapporten angir 14 som øvre grense for moderat samlet påvirkning.

Modellen for vannstandsendringer kan brukes til å beregne senkingshastighet for også de umålte bassengene i elva, også for andre rateendringer enn det som ble målt, og så bestemme hvilken påvirkningsklasse de ulike stedene er i. Figur 15 viser 90%-hastigheten for alle bassengene med klassifisering, for den Brattset-reduksjonen som faktisk ble målt og for et avslag fra full kapasitet til samme lave kapasitet. For en brå reduksjon på Brattset med 7 m<sup>3</sup>/s var det bare utløpsbassenget som fikk dårligere klassifisering enn moderat, allerede på Flåberga var påvirkningen liten. Ved det større avslaget er påvirkningen stor og meget stor til og med Flåberga, mens den er moderat fra Stamnan og videre nedover.



Figur 15 Fordeling av senkingshastighet langs elva, for gitte reduksjonsscenarier i Berkåk kraftverk. De horisontale linjene er grensene mellom de fire påvirkningskategoriene [1].

Tilsvarende figur for den målte reduksjonen på Grana (Figur 16) viser moderat påvirkning fra og med Jorhølen, mens påvirkningen av bassengene i Grindal er verre.



Figur 16 Fordeling av senkingshastighet langs elva, for det målte reduksjonsscenariet i Grana kraftverk. [2]

Tilsvarende kunne det gå an å regne en totalpåvirkning for hvert basseng for de scenariene som viser påvirkning P1 i Figur 15 og Figur 16. Det krever at vi vet noe om tørrlagt areal, som er ukjent nå. Som et eksempel kan vi anta «moderat» for faktoren «P2 tørrlagt areal». Resten av faktorene er styrt av operative valg.

- Faktoren P3 rateforhold blir begrenset av de 10 m<sup>3</sup>/s minstevannføring fra Brattset kraftverk, så det blir moderat (forhold 1.5-3) både for stopp av Grana og for stort avslag i Brattset, og liten for den lille Brattsetreduksjonen.
- Påvirkning av frekvensen vil være «moderat» for nedkjøring hver helg gjennom hele året (37-91 dager), men «liten» for helgestopp av Grana i de 8 månedene hvor det faktisk er aktuelt å stoppe Grana (se neste avsnitt). Stopp hver dag i de 8 aktuelle månedene ville gi stopp 65% av dagene, altså svært stor påvirkning. Stopp hver dag i to høstmåneder og to vintermåneder ville gi stor påvirkning.
- Fordeling: Mulige verdier er «moderat» eller «stor påvirkning»
- Tidspunktet for nedregulering: Siden Grana må stå om vår/forsommer er mulighetene å ha «moderat» påvirkning ved regulering sommer og høst, mens nedregulering i mørke om vinteren vil gi «stor» påvirkning.

Cedren-rapporten angir grensa for moderat samlet påvirkning til 14. Innafor denne grensa kan f.eks

- Brattset døgnreguleres brått +-7 m<sup>3</sup>/s hver dag hele året med moderat påvirkning fra Stamnan og ned. Påvirkningen vil bli stor i utløpsbassenget til Brattset
- Grana stoppes opp til 146 dager pr år gjennom sommer høst og i mørke på vinteren (men det må døgnreguleres i perioder med pause imellom), og gi moderat påvirkning fra Jorhølen og nedover. Påvirkningen vil bli stor i utløpsbassenget til Grana

Målingene og modelleringen viser at miljøeffektene av senkingshastighet er konsentrert i områder umiddelbart nedstrøms kraftverksutløpene. Detaljerte studier av disse bassengene vil være avgjørende for å vurdere miljøeffektene. For eksempel, tørrlagt areal i Aunan-bassenget er mindre enn 5% (liten effekt) kan senkingshastigheten være svært stor, med samme samlede miljøbelastning som med moderat areal og moderat senkingshastighet.

### Produksjonseffekter av effektkjøring

Det er økonomisk gunstig å kjøre kraftverkene på de høyeste prisene som gjerne opptrer om dagen, og spare vann når prisene er lavere om natta. Teknisk sett er det fullt mulig å effektkjøre kraftverkene i Orkla, men det er både tekniske og regulatoriske begrensninger:

- Brattset kraftverk
  - o Har to turbiner som hver kan regulere mellom 7 og 18 m<sup>3</sup>/s. Det gir mulighet for trinnløs regulering mellom 7 og 36 m<sup>3</sup>/s.
  - o Produserer fra magasin som kan fylles og tømmes iløpet av 2 dager, så dag-natt-regulering er fullt mulig.
  - o Har krav til minsteproduksjon, så det er nesten aldri aktuelt å stoppe begge aggregater. I praksis produserer Brattset nesten alltid minst 10 m<sup>3</sup>/s.
- Grana kraftverk
  - o Har én turbin som kan regulere mellom 12 og 18 m<sup>3</sup>/s. Mellom 12 og 18 m<sup>3</sup>/s kan aggregatet reguleres trinnløst, men når det stoppes vil vannføringen falle fra 12 til 0 instantant.
  - o På grunn av kravet om minsteproduksjon fra Brattset er det alltid minst 10 m<sup>3</sup>/s i elva ved utløpet til Grana, slik at forholdet mellom vannføringen med og uten minste Granabidrag aldri blir verre enn 2.
  - o Grana har et konsesjonsbestemt krav om å stå etter vårflommens start, for å fylle Granasjøen. Vårflommens start vil ofte være i april. Kraftverket kan kjøre igjen når vannstanden er mer enn 648 m (HRV er 650 m), og det skjer ofte i løpet av juli.
  - o Tradisjonelt ville Grana gå mellom 648 og 650 m på høye priser og/eller høyt tilsig fram til 1 oktober, når 648-kravet opphører. Deretter tømmes magasinet ved de beste prisene fram til april.

- Felles is problematikk
  - o Hvis det har lagt seg et islokk i elva kan ikke vannføringen økes, for da brytes lokket opp, og a) det kan bli en isgang i elva med stranderosjon og oversvømmelser, og b) det blir økt produksjon av sarr og underkjølt vann som gir tetting av inntaksrista på Svorkmo.
  - o Tradisjonelt har dette gitt en stabil vinterproduksjon på Brattset ved et nivå som fordeler vannet i øvre Orkla over vinteren, og Grana har gått jevnt
  - o De siste årene har vintrene vært så varme at det nesten ikke har vært islokk i Orkla.

Inntektsida av effektkjøringen er gitt av prisforskjeller mellom dag og natt, eller mellom arbeidsuke og helg. En analyse av prisstatistikken fra 2015 til 2020 er gjort i [3]. Analysen viser potensiell ekstraintekt ved effektkjøring, sammenlignet med jevn kjøring av samme volum. Resultatet er oppsummert i Tabell 2, som viser ekstra inntekt hvis kraftverket går i timene 06-18 hver dag, i forhold til samme volum ble produsert jevnt over hele døgnet, samme kjøremønster 7 dager i uka. Vintersesongen er her definert fra det tidspunktet hvor sommervannstandskravet i Granasjøen oppheves til typisk start på vårfloppen. Den reelle inntekten om vinteren vil være lavere, fordi det finnes dager hvor isforholdene ikke tillater produksjonsendringer. Høsten er de to månedene fra Granasjøen typisk er over sommerkravet og kan produsere tilsiget, til sommervannstandskravet oppheves. Verdien for høsten er også en øvre grense, for om høsten er det dager hvor det ikke er nok vann til å produsere, eller hvor magasinet er så nær HRV at det ikke er aktuelt å stoppe. Men resultatene sier noe om størrelsesorden inntekt. Tabell 2 viser også effekten av ukeregulering, altså produksjon hele døgnet i uka, og full stans i helga, og av kombinasjonen med døgnerregulering i uka og stopp i helg.

**Tabell 2 Potensiell ekstraintekt pr hele sesong på grunn av aktiv regulering av Grana [3]**

	Døgnerregulering (gå 06-18, stå 19-05, 7 dager i uka)	Ukeregulering (gå hele døgnet man-fred, stå hele lør-søn)	Døgnerregulering i uka og stå i helga
Vinter (oktober-april)	361 kEUR	205 kEUR	413 kEUR
Høst (august og september)	114 kEUR	65 kEUR	123 kEUR

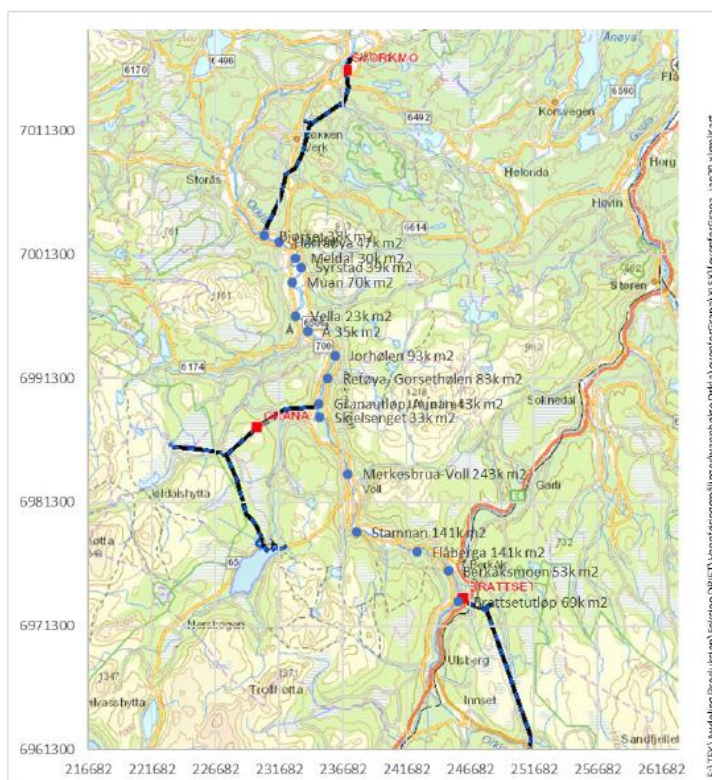
## Modell for bølgeforplantning

Geometrier for bassenger og elvestrekk som lest ut fra flyfoto er vist i Tabell 3. Plassering av bassengene er vist i Figur 17

**Tabell 3**

	Areal basseng, m <sup>2</sup>	Bredde utløp, m	L basseng, km	L til neste, km
Brattsetutløp	69322	34	1,46	1,71
Berkåksmoen	53834	61	0,83	1,69
Flåberga	141776	44	2,33	1,54
Stamnan	141000	35	2,53	3,25
Merkesbrua-Voll tilpasset	80000*	50*	4,71	2,33
Skjelsengenget	33380	38	0,575	0,71
Granautløp, Aunan	43219	80*	0,52	1,44
Retøya, Gorsethølen	83218	134	0,93	1,19
Jorhølen	93374	77	1,35	2,55

Å	35830	60	0,83	0,93
Vella	23848	60	0,43	2,96
Muan	70909	48	1,23	0,44
Syrstad	39964	56	0,596	0,87
Meldal	30166	47	0,78	1,7
Hårråøya	47339	148	0,95	0,74
Bjørset	38700		0,42	



Figur 17 Bassengene mellom Brattsetutløpet og Bjørsetdammen som er modellert. Med bassengarealer.

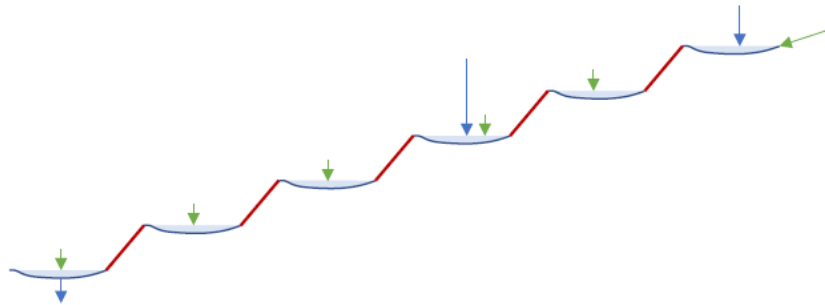
Prinsippet for forplantningsberegningene er vist i Figur 18. Elva er modellert som en serie med bassenger med rolig strøm, adskilt av grunne områder med rask strømning (stryk). Denne oppdelingen er motivert av hvordan elva ser ut på flybilder og i terrenget.

Modellen traverserer elva ovenfra og ned. Vanntilførselen øverst består av målt eller planlagt produksjonsvann fra Brattset, og målt eller prognosert tilsig ved vanmerket «Oppstrøms Brattset». Hvert basseng er karakterisert med et bassengareal og en potenslovbeskrivelse av strømmingen over utløpsterskelen som funksjon av vanddyb  $h$ . Beregningen består i å løse inn-ut-balansen i bassenget for alle tidsskritt:

$$A \frac{dh}{dt} = Q_{inn}(t) - Q_{ut}(t) = Q_{inn}(t) - Cbh^n$$



Arealene kan leses ut for hvert basseng på flyfoto, og utløpsparametrene faktoren C og eksponenten n er tilpasningsparametre. Bredden b kan finnes fra flyfoto for hvert basseng. I beregningene beskrevet her er n valgt til 1.5 (som beskriver et flatt overløp), og verdien C=2 er brukt for alle bassengene.



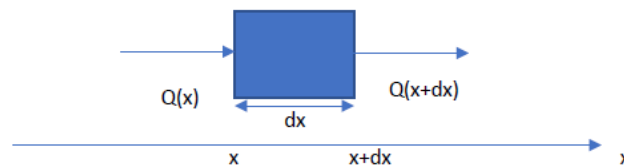
Figur 18 Modell for vannbølgeforplantning langs elv. Modellen gjør routingberegning gjennom bassenger (blå), og forsinkelsesberegning med karakteristikkmetoden langs strykene (rød). Grensebetingelser er produksjonsvann fra kraftverk (blå piler) og tilsig (grønne piler)

I strykene må volumbalansen være oppfylt overalt: Vannmengden V i et volumelement øker hvis det renner mer vann inn enn det renner ut

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

Vi antar at vannføringen er beskrevet som funksjon av vannmengden i et volumelement,  $Q=Q(V)$ . Vi kan kalle dette en strømningsfunksjon, og den forteller hva hvilken strømming som opptrer ved en viss vannmengden, uansett om det er en transient eller en steady state strømmingstilstand. Volumbalansen tar formen

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{dQ}{dV} \frac{\partial V}{\partial x} = 0 \tag{1}$$



Figur 19 Prinsippet for volumbevarelse

Vi kan uttrykke volumet som de første leddene i en rekkeutvikling

$$V(x, t) = V(x_0, t_0) + \frac{\partial V}{\partial x} dx + \frac{\partial V}{\partial t} dt$$

Karakteristikkmetoden går ut på å følge en tilstand  $V$  sin bevegelse nedover elva slik skissen i Figur 20 viser, i stedet for å beregne hvordan tilstanden på et bestemt sted endrer seg med tida. Vi ønsker f.eks å se hvor langt  $dx$  tilstanden  $V(x_0, t_0)$  flytter seg i løpet av tiden  $dt$ , så vi setter  $V(x, t) = V(x_0, t_0)$ , og finner

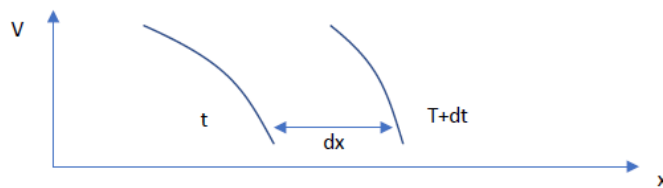
$$0 = \frac{\partial V}{\partial x} dx + \frac{\partial V}{\partial t} dt \quad 2$$

For at ligningene 1 og 2 skal være sanne samtidig må hastigheten  $dx/dt$  til en bestemt fylling være

$$\frac{dx}{dt} = \frac{dQ}{dV}$$

Dette uttrykker at strømningsfunksjonen  $Q(V)$  bestemmer hvor fort et punkt med vannmengde  $V$  beveger seg nedover elva. I Orkla har følgende strømningsfunksjon funnet til å gi omtrent riktige forsinkelsestider fra Brattset til Bjørset.

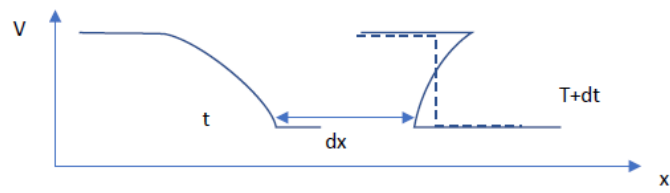
$$Q = 0.1418V^{1.4905}$$



Figur 20

Strømningsfunksjonen  $Q(V)$  er bestemt av formen på elvebunnen. En bred og glatt elvebunn gir mer strømning for en gitt fylling enn en smal og/eller steinete bunn. I denne studien er det antatt et samme potenslov brukes som for routing-beregning av bassengene. Dette er gjort for å gjøre modellen enklest mulig, når det uansett ikke finnes data som karakteriserer alle stryk godt nok.

Alle strømningsfunksjoner i en elv vil i praksis være monotont stigende, både fordi strømningsarealet øker med fyllingen, og fordi friksjonen mot bunnen blir mindre viktig. Det gir en effekt som er vist i Figur 21: Dersom vannføringen ved innløpet til elvestrekket øker med tiden så dannes en økende bølge hvor toppen går fortere enn bunnen, slik at bølgen blir skarpere og skarpere. Til slutt vil toppen kjøre forbi bunnen. Det gir ikke fysisk mening å ha to ulike fyllinger på samme sted. I stedet utvikler det seg et sjokk, hvor fyllingsgraden faller skarpt.



Figur 21

Hastigheten til sjokket vil være gitt av vannføringsspranget og spranget i fylling som

$$\frac{dx_{sjokk}}{dt} = \frac{\Delta Q}{\Delta V}$$

## Referanser

- [1] F:\TEK\Avdeling Produksjon\Seksjon DRIFT\Vannføringsmålinger\vannbølge Orkla\ovenforGrana\XLSX\ovenforGrana\_mars20.xlsm
- [2] F:\TEK\Avdeling Produksjon\Seksjon DRIFT\Vannføringsmålinger\vannbølge Orkla\nedenforGrana\XLSX\[nedenforGrana\_des19 v4.xlsm]Kart
- [3] F:\TEK\Avdeling Produksjon\Seksjon DRIFT\Vannføringsmålinger\vannbølge Orkla\[Prisstatistikk.xlsm]data



*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: 978-82-426-4904-1

## 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