
RAPPORT



Kunde: NTE Energi AS

Prosjekt: Miljødesign i Mossavassdraget, Inderøy kommune

Dokumentnummer: 10206800 – R04

Rev.: 02

Sammendrag:

Mossavassdraget i Inderøy kommune i Trøndelag ble på starten av 1980-tallet regulert for kraftproduksjon i Mosvik kraftverk. Dagens årsproduksjon i kraftverket utgjør ca. 73 GWh. Utbyggingen inkluderte regulering av Meltingvatnet og fraføring av 55 % av nedbørfeltet til kraftproduksjon, noe som medførte betydelig reduksjon i vannføring til elva Mossa. Mossa var før reguleringen et typisk smålaksvassdrag, men etter regulering er bestanden kraftig redusert. Sweco har på oppdrag for NTE gjennomført; 1) ungfiskundersøkelser i 2018, 2020 og 2022, 2) flaskehals- og tiltaksanalyse etter prinsippene i miljødesign, og 3) vurdert dagens og videre kultiveringspraksis. Ungfiskundersøkelsene viser varierende tettheter av laks og ørret mellom stasjonene og mellom hvert år. Mangel på årsyngel laks på flere stasjoner viser år uten bekreftet vellykket gyting i øvre deler av elva. Midtre del av elven har også lave tettheter av laks til tross for gode oppvekstområder og må anses mer som transportetappe for vandring av gytefisk til oppstrøms områder. Nedre del anses som moderat produktiv, men begrenset gyting enkelte år. På bakgrunn av ungfiskundersøkelsene vurderes dagens praksis med minstevannføring og utsett av laks at det bidrar til opprettholdelse av en viss, men liten laksebestand i vassdraget.

Habitatflaskehalsene for vassdraget er tilgang på gytehabitat i øvre og midtre del, mens det er tilgang til skjul og gytehabitat som er begrensende i nedre del. Gytevandring til øvre del vurderes også som utfordrende. Den styrende flaskehalsen for smoltproduksjon vurderes å være tilknyttet lave vannføringer og mangel på utvasking av sedimenter og organisk material fra substrat, og da spesielt i øvre del der fraføringen av vann har størst effekt. De hydrologiske flaskehalsene anses som så sterke at habitattiltak i mindre grad vil kunne forbedre situasjonen her. Det må slippes betydelig mer vann fra Åfjorden i form av minstevannføring, spyleflom og eventuelt lokkeflom for at en kan forvente årlig produksjon av yngel og smolt i øvre deler av Mossa.

Gjennomføring av fremtidige miljøtiltak og kultivering avhenger av forvaltningens ambisjonsnivå for vassdraget, og dette blir en avveining mellom kraftproduksjon og miljøgevinst. Ved slipp av foreslåtte 0,4 m³/s vann fra Åfjorden gjennom året, samt innføre spyle og lokkeflom ved behov, forventes det at hele vassdraget vil bli egnet for produksjon av laks, og det kan opprettholdes en viss bestand med genetisk variasjon. Samtidig vil dette medføre betydelig tap av kraftproduksjon. Velges det lavere ambisjonsnivå for lakseproduksjon vil dette medføre mindre krafttap, men en svakere laksebestand som forventes må styrkes gjennom kultivering. Laksestammen i midtre og nedre del kan da styrkes noe med biotiltak ved dagens slipperegime.

Utarbeidet av: Lars Erik Andersen	Kontrollert av: Per Ivar Bergan og Markus Først
---	---

Dokumenthistorikk:

DOK. NR.	REV	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET /KONTROLLE RT AV
10206800-R04	00	23.06.2023	Oversendelse til NTE for kommentarer	LEA/PIB/MF
10206800-R04	01	26.08.2023	Endringer etter innspill	LEA/PIB/MF
10206800-R04	02	30.01.2023	Inkludert: Bruk av Åfjorden og fremtidig praksis etter innspill fra Mil.Dir + mindre endringer.	LEA/PIB

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	5
1.1	Bakgrunn og formål	5
1.2	Områdebeskrivelse og vassdragsregulering.....	5
1.3	Tidligere undersøkelser.....	6
1.4	Eksisterende miljøtiltak	7
1.4.1	Minstevannføring.....	7
1.4.2	Terskler	7
1.4.3	Utsett av yngel og smolt.....	8
2	Metoder og datagrunnlag.....	9
2.1	Kartlegging av habitat	10
2.1.1	Elveklasser	10
2.1.2	Substratvurderinger.....	10
2.1.3	Skjulmålinger.....	11
2.1.4	Gytehabitat	11
2.2	Innsamling bestandsdata - Ungfiskundersøkelser	12
2.3	Hydraulisk og hydrologisk grunnlag	13
2.3.1	Hydrologisk datagrunnlag og innmålinger.....	13
2.3.2	Hydrologisk variasjonsanalyse.....	14
2.3.3	Bildetakning ved forskjellige vannføringer	15
2.3.4	Hydraulisk modellering – sammenheng vannføring og vanndekt areal	15
3	Resultat fra undersøkelser.....	16
3.1	Kartlegging av habitat	16
3.2	Ungfiskundersøkelser i perioden 2018 - 2022	19
3.2.1	Laks.....	19
3.2.2	Ørret	23
3.2.3	Vurderinger mot Vanndirektivets klassifisering av tilstand - fisk	25
3.3	Ungfiskundersøkelser – Utvikling fra 2010 – 2022	26
3.3.1	Laks.....	26
3.3.2	Ørret	28
3.4	Vurdering av produksjon av laks og ørret opp mot fisketiltak	28
3.4.1	Øvre del.....	28
3.4.2	Midtre del.....	30
3.4.3	Nedre del.....	31
3.4.4	Oppsummering.....	32
3.5	Hydrologisk variasjonsanalyse.....	33
3.5.1	Månedsmiddel.....	33
3.5.2	Laveste ukemiddel	36
3.6	Vanntemperatur	40
3.7	Hydraulisk modell.....	41
3.7.1	Sammenheng vannføring og tørrlagt areal	41
3.7.2	Hydrauliske parametere	42
4	Diagnose	44

4.1	Habitatflaskehalsar	44
4.1.1	Skjul.....	44
4.1.2	Gyteområder	45
4.1.3	Oppsummering habitatflaskehalsar.....	46
4.2	Hydrologiske flaskehalsar	48
4.2.1	Vannføring.....	48
4.2.2	Vanntemperatur	51
4.2.3	Vannføring og vanndekt areal.....	51
4.3	Oppsummering Diagnose	52
5	Habitattiltak, vannbruk og kultivering	53
5.1	Habitattiltak.....	53
5.2	Vannbruk.....	54
5.2.1	Minstevannføring.....	54
5.2.2	Spyleflom.....	56
5.2.3	Lokkeflom.....	57
5.3	Kultivering i Mossavassdraget	58
5.3.1	Eksisterende praksis	58
5.3.2	Kvalitetsvurdering av stamfiskmaterialet.....	59
5.3.3	Nyttevurdering av utsettingene	59
5.3.4	Forslag til fremtidig praksis	60
5.4	Konklusjoner vedrørende fremtidig tiltak og kultivering	62
5.5	Oppfølgende undersøkelser og tiltaksvurdering	63
6	Referanser og kilder	64
6.1	Litteratur	64
7	Vedlegg	66

Vedlegg:

1. Oversiktskart over Mossa
2. Kart miljødesign: Elveklasser og substrat, skjulmålinger gyteområder
3. Vannføringsbilder
4. Ungfiskundersøkelse – stasjonsbeskrivelse
5. Ungfiskundersøkelser – resultat
6. Utsatt laks – Informasjon fra Mosvik klekkeri
7. Veterinærinstituttet. Rapport 47-2021. Evaluering av kultiveringsarbeidet på laks i Mossa ved hjelp av molekylærgenetiske metoder.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn og formål

Mossavassdraget i Inderøy kommune i Trøndelag ble på starten av 1980-tallet regulert for kraftproduksjon i Mosvik kraftverk. Dette inkluderte regulering av Meltingvatnet og fraføring av 55 % av nedbørfeltet til kraftproduksjon, noe som medførte betydelig reduksjon i vannføring til elva Mossa. Elva munner ut i Trondheimsfjorden ved Mosvik.

Mossa var før reguleringen et typisk smålaksvassdrag, med årlige fangster på flere hundre kilo (snitt på 633 kilo i perioden 1967-1983). Med dagens kunnskap om reguleringseffekter på anadrom fisk er det liten tvil om at nedgangen skyldes redusert vannføring i elva, med etterfølgende begrensning i elvas kapasitet til å produsere laksesmolt. Etter reguleringen ble fangstene dramatisk redusert, og det er derfor fiskeforbud i Mossa i dag. Som kompensasjonstiltak for dette har NTE pålegg om utsett av laks i Mossa, samt slipp av minstevannføring. Mossa innehar også en bestand av elvemusling.

NTE Energi AS (NTE) ble av Miljødirektoratet i brev av 23.06.2017 pålagt å gjennomføre ferskvannsbiologiske undersøkelser og utarbeidelse av tiltaksplan gjennom perioden 2017-2022. Med bakgrunn i dette har Sweco gjennomført følgende:

- Ungfiskundersøkelser i 2018, 2020 og 2022, for å evaluere utsettingene og følge utviklingen i vassdraget.
- Flaskehals- og tiltaksanalyse med utgangspunkt i miljødesignmetodikken.
- Utarbeidet en tiltaksplan der det er forslått tiltak i hvert vassdragsavsnitt som forbedrer forhold for anadrom fisk. Det er også vurdert konsekvenser av endret slipp av minstevannføring.
- Innhentet en vurdering av behovet for å supplere stamfiskbeholdningen.

Dette dokumentet beskriver gjennomførte undersøkelser og vurderinger knyttet til overnevnte punkter.

Det er i tillegg gjennomført elvemuslingundersøkelser for vassdraget i 2022. Dette er rapportert i egen rapport (Andersen 2023)

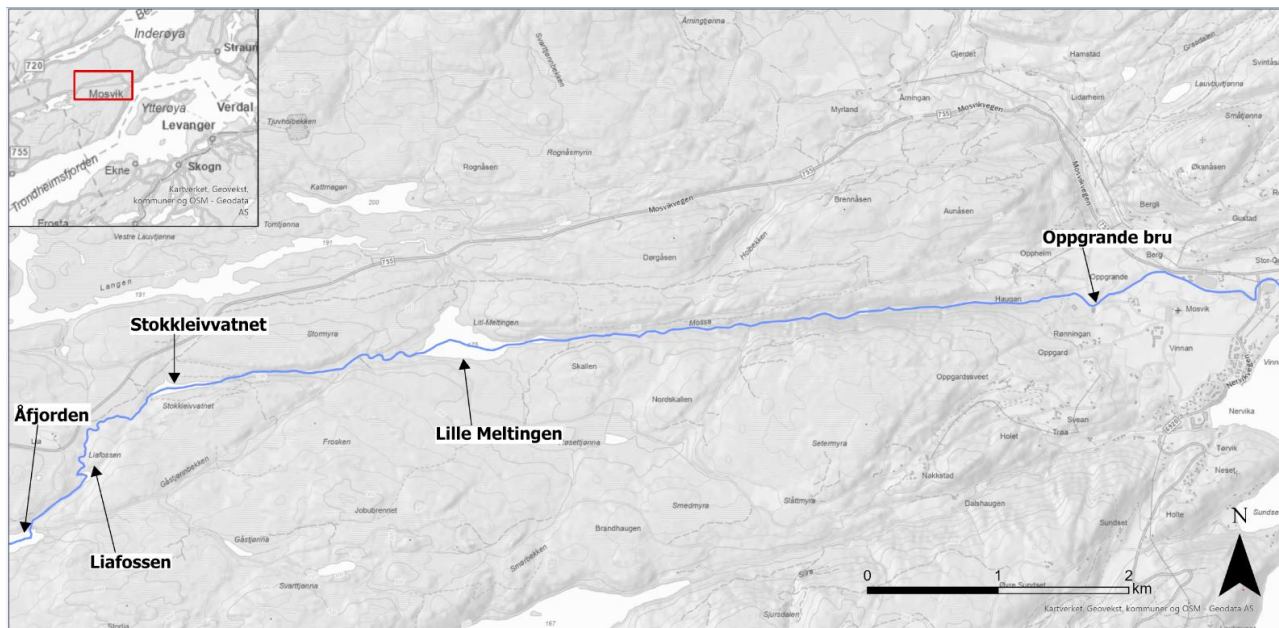
1.2 Områdebeskrivelse og vassdragsregulering

Mossavassdraget ligger i Inderøy kommune i Trøndelag, og har et samlet nedbørfelt på 131 km². De største innsjøene i nedbørfeltet er Meltingvatnet og Store- og Lille Grønsjø. Innsjøarealet utgjør om lag 10 % av nedbørfeltet. Vassdraget ble regulert ved Kgl. res av 4. des. 1981, og Mosvik kraftverk har vært i drift siden januar 1984. Ved reguleringen ble 71,8 km² (55% av feltet) overført til Kalddalen for kraftproduksjon i Mosvik kraftverk. Deler av Kalddalelvas nedbørfelt er overført inn på tilløpstunnelen til kraftverket like nedstrøms Ålvatnet. Innsjøen Meltingvatnet ble regulert med 21 m senkning (kote 195-216 moh.), mens Åfjorden (kote 215,85 – 214,60) ble atskilt med en terskel mot Meltingen og en dam i utløpet. Mosvik kraftverk, med inntak i Meltingvatnet, har dermed ført til redusert vannføring på hele den anadrome strekningen i Mossa. Åfjorden disponeres til slipp av vann til Mossa. Mosvik kraftverk har en midlere årlig kraftproduksjon på 73,4 og er kategorisert som et kraftverk i klasse 1 opp mot kraftberedskapsforskriften.

Mossa har etter reguleringen sitt utspring fra Åfjorden og har en lengde på vel 12 km før utløpet ved Mosvik i Trondheimsfjorden. Oversiktskart over Mossa fremgår av figur 1-1. I elvas øvre del inngår de mindre vatna

Stokkleivvatnet (ca. 30 daa) og Lille Meltingen (ca. 145 daa). Dagens uregulerte restfelt er 58 km² som inkluderer nedbørfeltet til Åfjorden nedstrøms dam mot Meltingen samt nedbørfeltet til Mossa. Restfeltet utgjør ca. 44% av det naturlige nedbørfeltet. Betydelige deler av restfeltet utgjøres av nedbørfeltet rundt Langen som renner ut i Lille Meltingen gjennom Tverrelva og Skjerva som kommer sammen med Mossa nedstrøms Oppgrande bru. Skjervas nedbørfelt på 21 km² er betydelig og tilfører vann til nedre del av vassdraget.

Av miljøtiltak så er det siden 2012 blitt pumpet kontinuerlig 100 l/s vann fra Meltingen til Åfjorden for å sikre minstevannføring i Mossa. Det gjennomføres også utsett av laks og det er etablert terskler. Dette beskrives nærmere i kapittel 1.4



Figur 1-1. Oversiktskart over Mossa. Sentrale stedsnavn som går igjen i rapporten er uthevet. Kart i større format i vedlegg 1.

1.3 Tidligere undersøkelser

Det er utført fiskefaglige undersøkelser forut for reguleringen (Korsen 1980; Hvidsten & Johnsen 1984). Utviklingen i fiskebestanden de første årene etter reguleringen er også undersøkt (Hvidsten m.fl. 1987). En oppsummering av resultatene fra undersøkelsene for perioden 1983-1991, inklusive en vurdering av hvilke effekter reguleringen har hatt for oppgangsmulighetene for voksen fisk og produksjonen av ungfisk, er presentert i Hvidsten m.fl. (1992). Gjennom prosjektet; ”Krav til vannføring i sterkt regulerede småvassdrag” har NINA gjennomført ungfiskundersøkelser i 2002 og 2003 (Johnsen & Hvidsten 2004). Undersøkelsen ble gjennomført ved elektrofiske på de samme stasjonene som tidligere, med tillegg av to nye stasjoner.

I perioden 1999 – 2008 har Mossa også vært fulgt av Fylkesmannen i Nord-Trøndelag gjennom programmet ”Bestandsovervåking i laksevassdrag i Nord-Trøndelag” (Gorseth 2008). Undersøkelsen har omfattet arts- og årsklassefordeling, samt beregning av ungfisktetthet basert på bare én stasjon i nedre del av vassdraget (stasjon 7, nedstrøms Oppgrande bru).

Swecos første rapport for Mossa ble utarbeidet i 2010, og innebefattet undersøkelser langs hele elvestrekningen (Berger 2011). Elektrofiske ble utført på de samme stasjonene som er benyttet tidligere, samt én ny stasjon. Artsfordeling, lengde og alderssammensetning, og tetthetsberegninger av årssyngel og ungfisk ble vurdert for både laks og ørret. Fysisk habitat ble også kartlagt under befaringen, der områder for utsetting av settefisk og muligheter for utlegging av gytegrus ble vurdert. Rapporten går også i detalj om tidligere målinger av vannføring, og eksisterende tiltak for fisk i vassdraget. Målinger av andel tørrfall på stasjonene ble

også gjort. Bunns substratet ble i 2010 også klassifisert etter en seksdelt skala basert på partikkelstørrelse, en metode benyttet i forbindelse med bonitering av flere vassdrag i Norge (Berger m.fl. 2007).

Det er også gjennomført flere undersøkelser tilknyttet elvemusling, der spesielt rapport etter undersøkelsene i 2010 (Larsen m.fl. 2012) oppsummerer godt tidligere undersøkelser og vurderinger av bestandsutviklingen fra tilnærmet naturlige forhold i 1984, til situasjonen nesten 30 år etter reguleringen. Det er gjennomført undersøkelser tilknyttet elvemusling i 2022, der resultatene fremgår i egen rapport (Andersen 2023).

1.4 Eksisterende miljøtiltak

1.4.1 Minstevannføring

Gjennom opprinnelig konsesjon fra 1981 var det ikke stilt noe krav til minstevannføring. Ved innførsel av nytt manøvreringsreglement i 2005 (Kgl. Res. Av 25. februar 2005) ble det stilt krav til at det skal sikres minstevannføring fra Meltingvatnet, via Åfjorden, til Mossa på 0,1 m³/s i perioden 15.5 - 30.09 og 0,05 m³/s i perioden 1.10-14.5. I tillegg skulle det i en periode på tre døgn, etter avtale med Miljødirektoratet slippes 1,5 m³/s som lokkeflom når vannstanden i Meltingen er over kote 214,60, men dette er ikke praktisert (pers. medd NTE). Siden 2012 har NTE pumpet 0,1 m³/s fra Meltingen til Åfjorden hele året for vannslipp i Mossa.

1.4.2 Terskler

I forbindelse med utbygging av Mosvik kraftverk på Åfjorden i 1987 at NTE skulle etablere ni syvdeterskler i nedre del av Mossa for å opprettholde oppvekstområder for laks. Plassering av disse fremgår av figur 1-2. I tillegg er det etablert terskel ved utløpet av Lille Meltingen for å opprettholde vannstanden der.



Figur 1-2. Oversikt over etablerte terskler i nedre del av Mossa. I tillegg er det en terskel ved utløpet av Lille Meltingen. Kilde: NTE

Ved tilsyn i 2019 ble det avdekket at flere av tersklene hadde fått skader og hadde mangler. En terskel var også vasket bort etter fjerning av ispropp. NTE har utarbeidet en tiltaksbeskrivelse som ble sendt inn til NVE i 2020. Det ble videre vurdert av NVE at en skulle avvente med tiltakene til perioden med fiskefaglige undersøkelser var avsluttet.

1.4.3 Utsett av yngel og smolt

Med hjemmel i konsesjonsvilkårene har NTE fått pålegg om å sette ut fisk i Mossa. Utsettingsmaterialet kommer fra stamfisk i Lundamo settefiskanlegg, hvorpå befruktet rogn overføres til Mosvik klekkeri hvor fisken fores den første sommeren. Ensomrig settefisk settes nå ut i hovedsak i øvre del av Mossa i september. Fram til 2018 ble det også satt ut smolt i nedre del av Mossa. Oversikt over utsatt smolt fremgår av vedlegg 6, samt vurderinger i kapittel 5.3.

2 Metoder og datagrunnlag

Undersøkelles- og vurderingsgrunnlaget for undersøkelsene i Mossa baserer seg på metodikk beskrevet i «Håndbok for miljødesign i regulerte vassdrag» (Forseth & Harby 2013). Dette innebærer å først samle inn data som grunnlag for å stille en diagnose for vassdraget. Dette består av å identifisere habitatmessige og hydrologiske flaskehalsar for lakseproduksjon, samt flaskehalsar som oppstår i samspill mellom habitatforhold og hydrologiske forhold. Videre benyttes diagnosen som grunnlag for å kunne finne de gode løysningene som kombinerer hensynet til anadrom fisk og kraftproduksjon gjennom habitattiltak eller vannbruk.

Figur 2-1 viser struktur for miljødesignkonseptet.

Kartlegging av elveklasser, substrat, skjul og gytehabitat ble gjennomført i august 2018 ved lave til middels vannføring, og gode forhold for slike undersøkelser. Ved kartleggingen ble hele elvestrekningen visuelt undersøkt med vadere og resultat ble registrert direkte i nettbrett ved Arcis-collector. Ungfiskundersøkelser ble gjennomført 2018, 2020 og 2022. Arbeidet ble utført av to biologer fra Sweco med ferskvannskompetanse av hensyn til HMS og kvalitet.

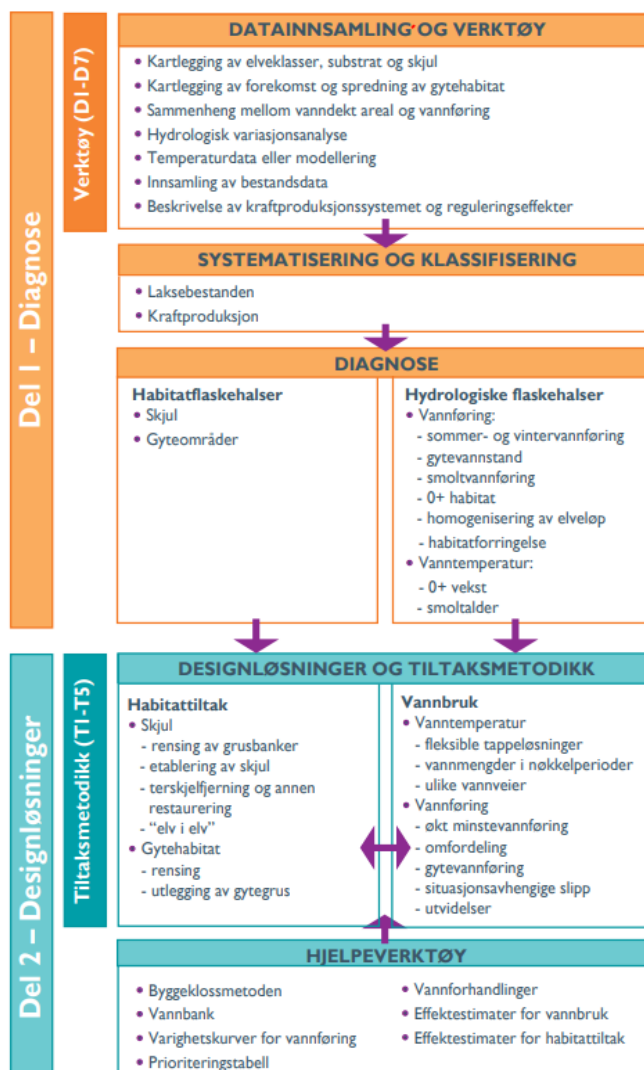
Det ble vidare etablert en hydraulisk modell basert på oppmålinger og tilgjengelig høydedata for å kunne vurdere sammenheng mellom vanndekt areal og vannføring i Mossa.

Hydrologisk variasjonsanalyse ble gjennomført på bakgrunn av data fra eksisterende målestasjoner og egne målinger.

I tillegg til egen datainnhenting ble det benyttet informasjon fra tidligere utredninger og annen tilgjengelig informasjon.

Dataene ble systematisert for vidare analyse og diagnostisering iht. miljødesign. Videre er det foreslått tiltak.

Nærmere beskrivelser av metodikk rundt datainnhenting fremgår av de påfølgende kapitlene. For vidare beskrivelser tilknyttet metodikk henvises det til håndboken for miljødesign (Forseth & Harby 2013).



Figur 2-1. Struktur i miljødesignkonseptet.

2.1 Kartlegging av habitat

Kartlegging av elveklasser, substrat, skjul og gytehabitat ble gjennomført i henhold til prinsippene beskrevet i håndbok for miljødesign (Forseth & Harby 2013), og nærmere beskrevet under.

2.1.1 Elveklasser

Inndeling i elveklasser baserer seg på metode for klassifisering av mesohabitater tilpasset laksefisk og er basert på de fire fysiske kriteriene: størrelse på overflatebølger (>/< 5 cm bølger), helningsgrad (>/< 4 % helning), vannhastighet (>/< 1 m/s) og dybde (>/< 0,7 m). Elveklassene vil da gjenspeile hvordan de fysiske forholdene i elva påvirker forholdene for gyting og oppvekst av laksefisk (Se tabell 2-1.). Disse vurderingene er basert på lave vannføringsforhold under befaringsdagene. Det er i vurdering av elveklasser tatt skjønnsmessig hensyn til elvekaraktistika ved høyere vannføringer.

Tabell 2-1. Klassifisering av elveklasser ut i fra fysiske parametere.

Elveklasse	Overflatemønster (>/< 5 cm bølger)	Helningsgradient (>/< 4 % helning)	Vannhastighet (>/< 0,5 m/s)	Vanndybde (>/< 0,7 m)
Glattstrøm	Glatt	Moderat	Rask	Grunn/Dyp
Kulp	Glatt	Moderat	Langsom	Dyp
Grunnområde	Glatt	Moderat	Langsom	Grunn
Kvitstryk	Turbulent	Bratt	Rask	Grunn/Dyp
Stryk	Turbulent	Moderat	Rask	Grunn/Dyp

Sammensetning og utbredelse av ulike elveklasser varierer med vannføringen, og det kan være nødvendig å vurdere elva ut ifra forskjellige vannføringer. Informasjon fra undersøkelsene ble derfor kombinert med informasjon fra hydraulisk modell, vurdering av vannføringsfoto, samt bilder fra elva.

Detaljnivået på avgrensing av elveklasser begrenser seg i hovedsak seg til at hver elveklasse må være minst en elvebredde lang, som beskrevet i håndboken. Dette ble tilpasset i felt for å få best helhetsinntrykk av tilstedeværelse av elveklasser i elva.

2.1.2 Substratvurderinger

Variasjon i substrat er viktig for å tilfredsstillere alle faser av anadrome fiskers livsløp. Ved vurderinger av substrat ved miljødesign deles substratet inn i følgende kategorier:

S1: Silt, sand og fin grus (< 2 cm)

S2: Grus og småstein (2-12 cm)

S3: Stein (12-29 cm)

S4: Stor stein og blokk (> 30 cm)

S5: Fast fjell

Dette er tilpasset fiskens habitatkrav der kategori 1 og 5 forventes å være nullområder med lite ungfisk av laks. Kategori 2 innehar egnet gytesubstrat, mens kategori 3 og 4 er leveområder for parr av ulik størrelse.

Ved slike substratundersøkelser ser en blant annet på dominerende og subdominerende substrat. Dette vil gi større mulighet for å vurdere egnethet som leveområder for fisk av ulik størrelse. Eksempelvis vil områder med grovt substrat (dominerende) som er gjenklogget med finsubstrat (subdominerende) være dårligere egnet som oppvekstområde for ungfisk enn lignende områder uten finstoff (Finstad m.fl. 2011). Dominerende og subdominerende substrat er inkludert i videre kartutforming uttrykt som «dom, subdom»

2.1.3 Skjulmålinger

Tilgang til skjul i form av hulrom mellom steiner er viktig for vekst og overlevelse for ungfisk. 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 stålramme på 0,25 m². Størrelsen på hulrommene bestemmes ut ifra hvor langt ned mellom steinene plastslangen kan stikkes og deles opp i tre kategorier; **S1**: 2- 5 cm, **S2**: 5-10 cm, **S3**: > 10 cm. Det gjennomføres tre slike målinger i transekt på ved hver lokalitet. Verdiene blir deretter summert for å gi en verdi for «vektet skjul» ($S1 + S2 + S3 \times 3$). Hulromskapasitet klassifiseres deretter ut ifra følgende skala:

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

Avstanden mellom transektene ble valgt for å få et representativt bilde av skjulforholdene i elva.

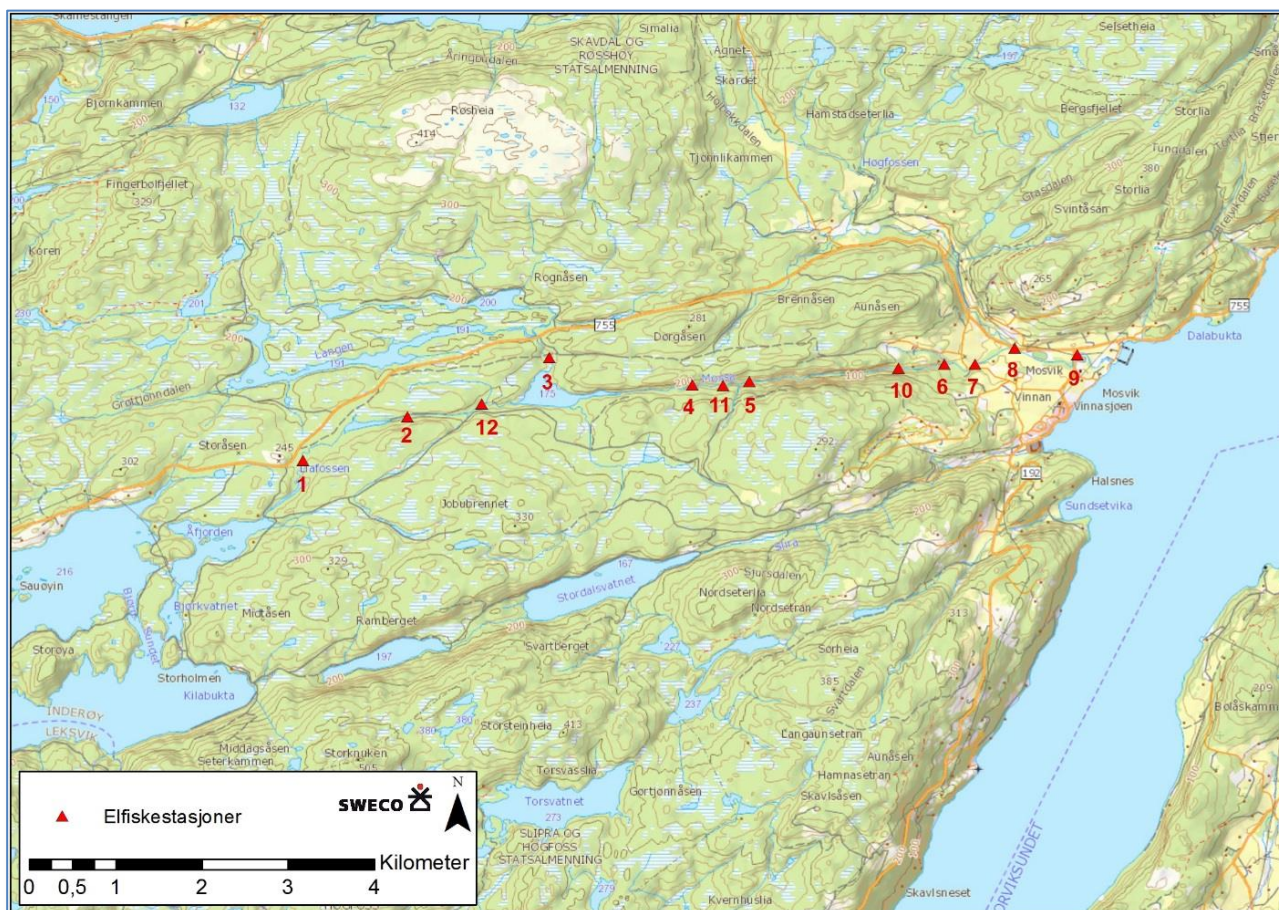
2.1.4 Gytehabitat

Ved kartlegging av gytehabitat defineres dette i utgangspunktet som arealer hvor kombinasjon av bunnforhold (substratsammensetning) og hydrologiske forhold (vanndyp og vannhastighet) samlet gir forhold som er egnet for gyting av laks. Hele elva ble undersøkt visuelt.

Det er i tillegg benyttet informasjon fra tidligere boniteringer (Berger 2011).

2.2 Innsamling bestandsdata - Ungfiskundersøkelser

Ved ungfiskundersøkelser i forbindelse med utbygging av Mossa er det tidligere etablert et stasjonsnett på ni stasjoner (Hvidsten m. fl. 1992), som senere ble utvidet til 11 ved undersøkelsen i 2002-2003 (Johnsen & Hvidsten 2004). Swecos undersøkelser er gjennomført ved elektrofiske på de samme 11 stasjonene, i tillegg til en ny stasjon (12) som ble lagt til da undersøkelsen startet i 2010, ved innløpet i Lille Meltingen. Stasjon 12 ble lagt til for bedre å fange opp tilslaget på yngel i et potensielt viktig gyte- og oppvekstområde for laks og ørret etter innføring av minstevannføring (Figur 2-2).



Figur 2-2. Oversiktskart over Mossa med de enkelte elektrofiskestasjonene avmerket. Opprinnelig stasjonsnett 1983 – 1991 (stasjon 1 – 9), suppleringsstasjoner 2003 – 2004 (stasjon 10 og 11) og suppleringsstasjon 2010 – 2022 (stasjon 12).

Elektrofiske er gjennomført etter standardisert metode (jf. NS-EN 14011), det vil si tre gjentatte overfiskinger med minimum 20 minutter mellom hver påbegynt fiskeomgang (Bohlin m.fl., 1989). Det ble gjennomført færre overfiskinger ved lite fangst på første eller andre gangs overfisking. Tettheten av fisk beregnes ut fra nedgangen i fangst mellom hver fiskeomgang, og det totale antallet fangede fisk etter Zippin (1958). I tilfeller der metoden gir usikre tall (dersom 95% - konfidensintervallet overstiger 75% av tetthetsestimateret), eller det er fisket mindre enn tre omganger på en stasjon, er følgende formel benyttet:

$$N_s = T_s \times (1 - [1 - 0,5]^k) - 1 \quad (1)$$

hvor N_s er tetthetsestimateret på stasjon s , T_s er totalfangsten på stasjonen, og k er antall fiskerunder. Fangbarheten er beregnet på stasjonene hvor det ble gjort 3-gangers overfiske med tetthetsberegning med konfidensintervall mindre enn 75 % av tetthetsestimateret, og er dermed satt til 0,51.

Ungfiskundersøkelsen ble forsøkt lagt til samme uke i 2018, 2020 og 2022, og da siste uke august. Likevel ble det noen forskyvninger fra år til år grunnet utfordringer med vannføring i Mossa, men dette anses ikke å ha innvirkning på vurderingsgrunnlaget mellom årene. Nærmere beskrivelse av stasjoner og tidsrom for undersøkelser fremgår av vedlegg 3.

Samtlige fiskearter ble registrert og fisk fra hver omgang ble oppbevart levende i bøtte til fisket på stasjonen var avsluttet. Etter lengdemåling ble fiskene sluppet levende tilbake i elva. Aldersfordelingen er basert på lengdefrekvensfordelingen av samtlige fanget ørret og laks.

Tettheten av årsyngel og ungfisk er presentert som antall individ per 100 m².

For vurdering av fisketettheter etter metodikk for tilstandsklassifisering etter vannforskriften (Direktoratsgruppen Vanndirektivet 2018) skal det hensyntas om vassdraget er anadromt og habitatets egnethet. I Mossa er det både laks og ørret. Samlet varierer fiskestasjonene mellom å ha egnet (habitatklasse 2) og velegnet (habitatklasse 3) habitat for fisk, og vurderes samlet til egnet habitat (habitatklasse 2). I henhold til veileder om klassifisering av miljøtilstand i vann fra Direktoratsgruppen for gjennomføringen av vannforskriften er det angitt tall for fisketetthet (samlet tetthet årsyngel og ungfisk) som grunnlag for å beskrive miljøtilstand (tabell 2-2). Tetthetsvurderingene hensyntar konkurranseelementet mellom laks og ørret, og viser til samlet tetthet alle årsklasser for begge artene.

For å skille mellom årsklasser er tettheter for årsyngel (0+) og ungfisk (>0+) presentert separat. Dette for å få frem eventuelt fravær av årsklasser og fordeling av årsyngel/ungfisk.

Tabell 2-2. Metode for tilstandsklassifisering. Tetthet av samlet årsyngel og eldre ungfisk for ørret og laks basert på anadrom vassdrag – habitatklasse 2 egnet habitatklasse. (Direktoratsgruppen Vanndirektivet 2018).

Anadromt – habitatklasse 2.				
Svært God	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
> 49	49-37	36-25	25-12	<12

Ungfisk eldre enn årsyngel vil i denne rapporten bli kalt ungfisk.

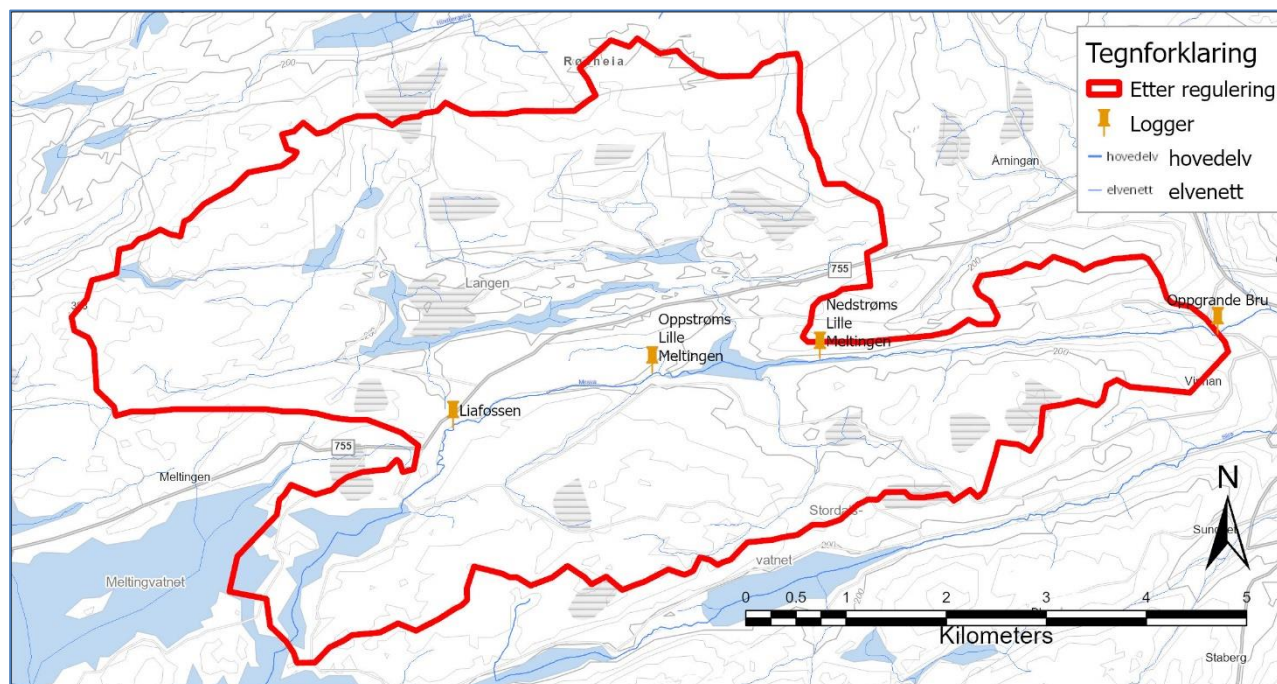
2.3 Hydraulisk og hydrologisk grunnlag

Som grunnlag for vurdering av hydrologiske flaskehals er det målt vannføringer på flere lokaliteter i Mossa og knyttet dette opp mot måledata både før- og etter reguleringen. Det er etablert en hydraulisk modell for vurderinger av vanndekket areal ved forskjellige vannføringer, og tatt bilder av utvalgte elvestrekninger ved forskjellig vannføring. Nedenfor beskrives metodikk kortfattet.

2.3.1 Hydrologisk datagrunnlag og innmålinger

Det ble plassert ut vannstandsloggere på tre lokaliteter i øvre deler av Mossa som fremgår av figur 2-3. Disse var utplassert i perioden 16. juli 2018 – 2. juli 2019, og registrerte vannstand på timesbasis gjennom perioden. Lokalitetene ble valgt ettersom de representerer øvre del av vassdraget, der effekten av fraføring av vann vil være størst. Målingene ved NTEs målestasjon Oppgrande bru representerer nedre del av vassdraget. Det ble gjennomført kontrollmålinger av Sweco som ble benyttet som en kvalitetssikring av dataene ved NTEs logger ved Oppgrande bru.

Reguleringen har medført at nedbørfeltet til Mossas utløp i fjorden er redusert med 56 %. Den hydrologiske stasjonen ved Oppgrande bru ligger vel to km oppstrøms utløpet, og tilsvarende reduksjon utgjør her 77 %.



Figur 2-3. Lokaltet for utplassering av temperatur - og vannstandsloggere i øvre del av Mossa. Rødt omriss viser Mossas nedbørfelt til Oppgrande bru etter reguleringen.

2.3.2 Hydrologisk variasjonsanalyse

Hydrologisk variasjonsanalyse går ut på å identifisere i hvilke perioder av året eventuelle vannføringsflaskehals oppstår, og varigheten av disse. Til analysen skal dagens situasjon med regulering sammenlignes med situasjonen før/uten regulering.

Ved Oppgrande bru har NTE i dag en hydrologisk målestasjon som har kvalitetssikrede vannføringsmålinger fra periodene 1916 – 1931 og 1979 – 2021. Dataene er korrekt merket i NVEs database HYDRA-II med at verdiene er påvirket av fraføringen av vann til Mosvik kraftverk fra 01.01.1984. Tidsserien fra Oppgrande bru går over mange år, og måleverdiene er kvalitetssikret og vurdert å være rimelige. Dette gjør at det anses å være et godt grunnlag for å vurdere vannføringsforhold før- og etter reguleringen ved Oppgrande bru. Det kan diskuteres om målemetoden fra 1916 – 1931 er like nøyaktig som nyere metodene. Sammenlignet med NEVINA viser måledataene en noe lavere verdi enn målt for middelvannføring. Et større avvik mellom NEVINA og måleserien vises ved lavvannføringer. En grunn kan være manglende kalibreringspunkter ved lav vannføring eller usikkerhet i avlesning. I tillegg kommer usikkerheten siden den nyere dataserien blir delt opp i forskjellige perioder med ulike slip av minstevannføring. Analysen av korte dataserie er mer sensitivt for ekstreme verdier enn lengere dataserier.

Ettersom Sweco hadde vannføringsmålinger i øvre deler av vassdraget gjennom ett år, samtidig som målestasjonen ved Oppgrande bru var aktiv, benyttet en vannføringsdataene fra Oppgrande bru til å finne skalerte vannføringsdata i øvre deler av vassdraget.

Gjennom hydrologisk variasjonsanalyse ble det beregnet hydrologisk situasjon gjennom året på de fire målestasjonene i vassdraget i situasjon før og etter regulering. Dette ble knyttet opp mot sentrale elementer i miljødesign som middelvannføringer og laveste ukkesmiddel sommer og vinter.

Reguleringen innbefatter reduksjon av nedbørfeltet og dermed redusert tilsig til Mossa gjennom året. Det innebærer dermed ikke effektkjøring eller endring i tidsperioder for vannslipp i elva slik en forbinder med reguleringsmagasin med utløp i elva.

Endringer i temperatur kan være sentralt i miljødesign ettersom det kan påvirke både fiskens utvikling og isforhold i elven. I Mossa ble det plassert ut temperaturloggere av typen Minilog-II-T på samme lokaliteter og tidspunkt som vannføringsmålerne. Det ble målt temperatur hver time i perioden. Vurderingene rundt endringer i temperatur er vurdert på bakgrunn av erfaring, og det er ikke gjennomført videre temperatursimulering rundt temaet, ettersom dette anses å ha en mindre rolle i bestandsreguleringen og effektene av fraføring av vann.

2.3.3 Bildetakning ved forskjellige vannføringer

Det ble tatt bilder fire ganger i døgnet i perioden 16. juli 2018 – 9. november 2018. Det ble benyttet viltkamera på fire lokaliteter. Dette for visuell dokumentasjon av vannstand ved forskjellige vannføringer.

For vannføring tilknyttet hvert vannføringsbilde ble det brukt faktisk målte verdier ved Oppgrande bru, samt skalerte verdier for stasjonene Liafossen, oppstrøms Lille Meltingen og nedstrøms Lille Meltingen vist i figur 2-3.

2.3.4 Hydraulisk modellering – sammenheng vannføring og vanndekt areal

For å vurdere sammenheng mellom vannføring og vanndekt areal er det etablert en 2D hydraulisk modell i programmet HEC-RAS. Terrengmodellen baserer seg høydedata innmålt med rød laser, tilgjengelig gjennom høydedata.no. Rød laser reflekteres av vannoverflaten så dataene dekker ikke alle bunnforhold fullstendig. Det ble gjennomført innmåling av tverrsnitt som kontroll av terrengmodellen og for å kompensere for dette. Det er likevel vurdert at usikkerhetene ved bruk av tverrsnitt er større enn å benytte seg av terrengmodell kun basert på høydedata, så sistnevnte er benyttet videre som grunnlag i modellen. Dette gir konservative vurderinger, men modellen anses å kunne brukes videre ettersom usikkerheten er lik for alle vannføringer.

Modellen er kjørt for hele vassdraget med vannføringer mellom 0,05 m³/s og 2,0 m³/s, som anses å være hensiktsmessige vannføringer. Modelleringen baserer seg på å illustrere vanndekt areal ved de aktuelle vannføringene i vassdraget. Med dette menes at ved modellering av eksempelvis 0,1 m³/s, så viser dette vanndekt areal ved denne vannføringen i hele vassdraget. Forskjell i vannføring har ikke betydelig påvirkning på innsjøareal så Lille Meltingen og Stokkleivvatnet er utelatt fra modellering.

Nedstrøm Oppgrande bru drenerer Skjerva til Mossa og området nedstrøms samløpet Skjerva og Mossa anses ikke som hovedstrekningen for flaskehals. Derfor ble det ikke tatt med økt vannmengde på grunn av konstant tilførsel fra Skjerva. Dette medfører at vanndekt areal nedstrøms Oppgrande bru vil være større enn det modellen beregner.

3 Resultat fra undersøkelser

3.1 Kartlegging av habitat

Under beskrives hvert vurderingselement for seg, før det beskrives en samlet vurdering av habitatkartleggingen for forholdene for laks og sjøørret i slutten av kapittelet.

Elveklasser og substratvurdering

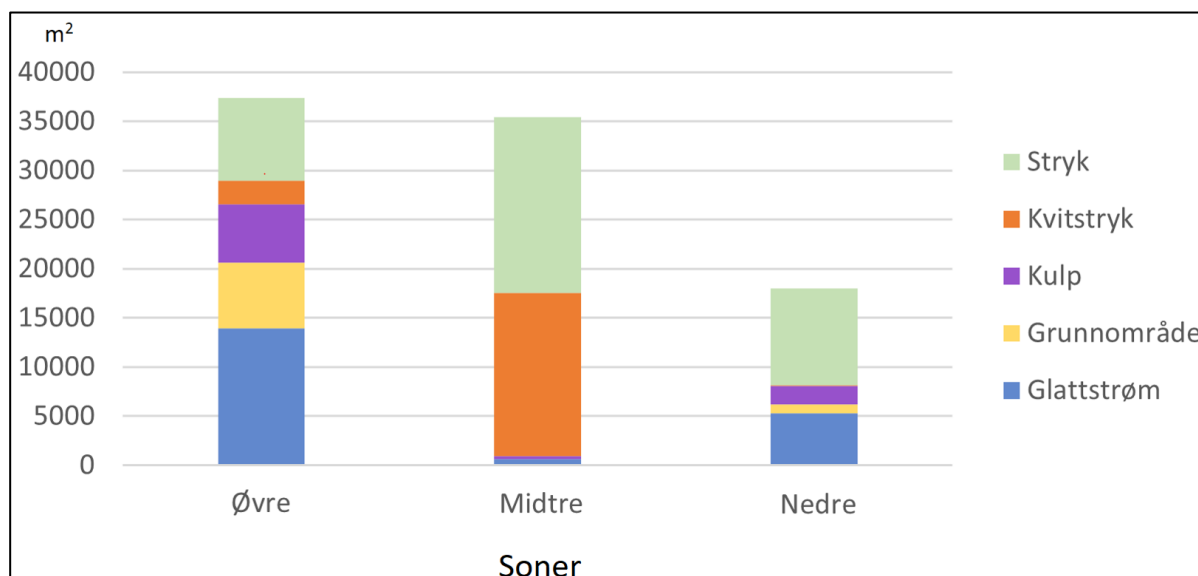
Anadrom strekning i Mossa fra Liafossen til utløpet i fjorden har variasjon i elveklasser, og vurderes samlet sett av å bestå av ca. 40 % stryk, 22 % glattstrøm, 21 % kvitstryk, 9 % kulp og 9 % grunnområder. Det er flere av de registrerte elveklassene som innehar flere mindre områder som tilfredsstillende krav til andre elveklasser, men som ikke er skilt ut grunnet begrenset utstrekning. Eksempelvis er det flere mindre kulper i stryk- og kvitstrykpartiene i elvas midtre del, men disse er ikke skilt ut som egne elveklasser. På grunn av elvas størrelse er det også flere av elveklassene som har potensiale som gruntområder, uten at vi har hensyntatt dette særlig der det er andre egenskaper som tilsier andre elveklasser.

I øvre del fra Liafossen til utløp i Lille Meltingen er den dominerende elveklassen vurdert til glattstrøm (37 %), men med betydelig innslag av både stryk (22 %), grunnområder (18 %) og kulp (9 %). Liafossen og to andre partier har noe brattere helning og vurderes til kvitstryk (samlet 6 %).

Midtre deler fra Lille Meltingen til Oppgrande renner i hovedsak gjennom en trang bekkedal og består nesten utelukkende av stryk (50 %) og kvitstryk (47 %). På mye av strekningen renner elva i overgangsjikt mellom det som defineres stryk og kvitstryk (+/- 4 % helning), så andelen her er usikker uten at det har noe påvirkning på videre vurderinger av egnethet for anadrom fisk.

I nedre deler flater elva mer ut, der strykpartier og glattstrøm dominerer med hhv. 55 % og 30 % av elvearealet. Det er her også innslag av kulp og grunnområder.

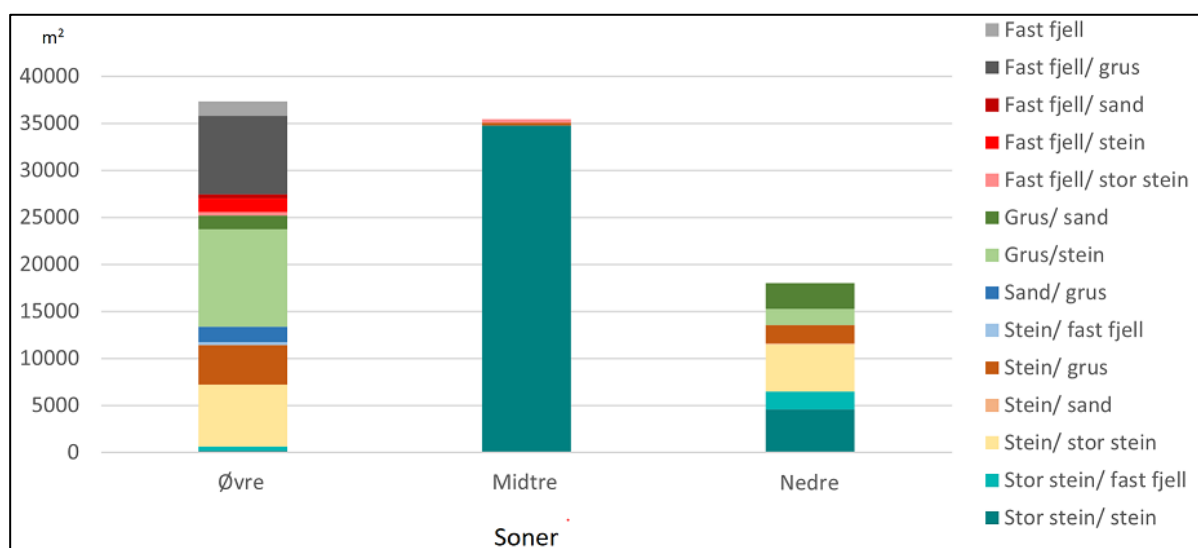
Figur 3-1 viser fordeling av elveklasser i øvre- (Liafossen – innløp Lille Meltingen), midtre- (Lille Meltingen – Oppgrande) og nedre (Oppgrande – utløp i fjorden) deler av Mossa.



Figur 3-1. Figur som viser fordeling av elveklasse i sonene; Liafossen – innløp Lille Meltingen (øvre), Lille Meltingen – Oppgrande (midtre) og Oppgrande – utløp i fjorden (nedre)

Substratvurderingen viser variasjon av dominerende og subdominerende substratklasser (dom. /subdom.) i øvre, midtre og nedre deler av Mossa. I øvre del utgjør grus/stein (S2/S3, 28 %), storstein/stein (S4/S3, 22 %) og stein/storstein (S3/S4), 17 %) det meste av elvearealet, mens i nedre del er det stein/storstein (S3/S4, 28%) og storstein/stein (S4/S3, 25 %) som dominerer.

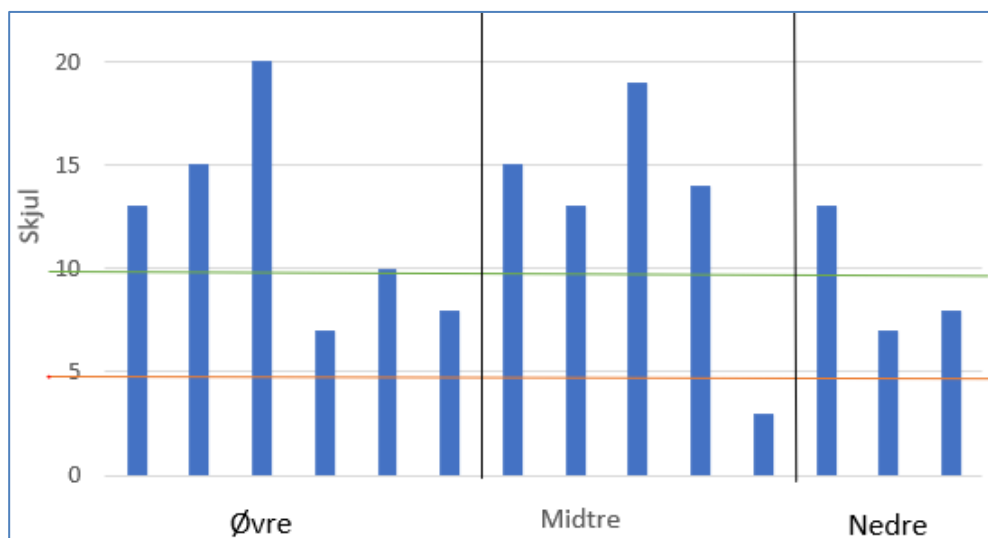
I midtre del dominerer storstein/stein (S4/S3), og utgjør over 95 % av elvearealet. Til tross for at det ikke er grus (S2) som er dominerende eller subdominerende, er det mindre spredte felter av dette også på denne strekningen. Figur 3-2 viser fordeling av dominerende og subdominerende substrat i øvre- (Liafossen – innløp Lille Meltingen), midtre- (Lille Meltingen – Oppgrande) og nedre (Oppgrande – utløp i fjorden) deler av Mossa.



Figur 3-2. Figur som viser substratfordeling i sonene; Liafossen – innløp Lille Meltingen (øvre), Lille Meltingen – Oppgrande (midtre) og Oppgrande – utløp i fjorden (nedre). Hver substratkategori viser til dominerende og subdominerende substrattypen (dominerende/subdominerende).

Skjulumålinger og vurderinger av oppvekstområder

Skjulumålinger i elva viste i hovedsak at skjultilgangen er moderat til god i øvre deler av elva, og god i midtre deler. Dette ble også inntrykket basert vurderinger av hver elveklasse. I øvre del var det best skjultilgang oppstrøms Stokkleivvatnet, med noe redusert (middels skjul) mellom Stokkleivvatnet og Lille Meltingen. Strekingen fra Lille Meltingen og ned til Oppgrande er storsteinet og har god skjulkapasitet. I nedre deler er det noe mer varierende, med enkelte områder med mindre skjul. Likevel er det også i nedre del jevnt over middels tilgang til skjulområder. Figur 3-3 viser resultat av skjulumålingene.



Figur 3-3. Resultat av skjulumålinger på anadrom strekning i Mossa. Stasjoner med < 5 gir lite skjul, 5-10 gir middels skjul, > 10 gir mye skjul. Søylen til venstre viser resultat av øverste skjulumåling ved Liafossen mens høyre søyle viser resultat av nederste skjulumåling like oppstrøms flomålet. Vertikale sorte striper viser skille mellom øvre, midtre og nedre elvesegment, mens horisontal grønn og rød strek viser skille mellom skjulklasser.

Gytearealer

I øvre del ble det ut fra substratet funnet betydelig med arealer med potensiale som gytehabitat for laks i områdene nedstrøms Liafossen, samt på strekket oppstrøms Stokkleivvatnet. Det er også tilsvarende arealer mellom Stokkleivvatnet og Lille Meltingen. Substratet er her passende for gyting, men dagens vannføringsforhold medfører lav vannhastighet og liten vanddybde, noe som begrenser områdenes funksjon. En ser også betydelig andel organisk materiale som inngår i substratet, og reduserer dens funksjon som gyteområde. Midtre del mellom Lille Meltingen og Oppgrande hadde kun mindre spredte forekomster av velegnet gytelokaliteter. Undersøkelsene her viste likevel spredte lommer av gytehabitat, men i så små areal at det er begrenset mulighet for gyting av laks. I nedre del var det mer forekomster av gytehabitat på strekingen oppstrøms utløpet fra Skjerva, og ellers spredte forekomster. Kart med lokaliserte gytehabitat fremgår av vedlegg 1. Tabell 3-1 viser gjennomsnittlig avstand mellom gyteområdene i hvert elvesegment, basert på kart i vedlegg 1.

Tabell 3-1. Tabell viser vurdert gjennomsnittlig avstand mellom egnede gyteområder i hvert elvesegment basert på kart i vedlegg 1.

Segment	Spredning (m)
Øvre	110 ± 99
Midtre	1208 ± 1952
Nedre	134 ± 89

3.2 Ungfiskundersøkelser i perioden 2018 - 2022

Under ungfiskundersøkelsene i 2018, 2020 og 2022 ble det samlet fanget 532 laks og 646 ørret, fordelt pr år iht. til tabell 3-2. Det er utgitt egne årsrapporter for undersøkelsesårene 2018 og 2020 (Andersen 2018 og Arnekleiv 2020). Resultatene og vurderingene fra disse årene er sammenstilt med resultatene fra 2022, for å få hensiktsmessig oversikt over resultatene gjennom undersøkelsesperioden. Videre er resultatene fra denne undersøkelsesperioden sammenstilt mot tidligere undersøkelser.

Tabell 3-2. Antall individer laks og ørret fanget under ungfiskundersøkelser i årene 2018, 2020 og 2022.

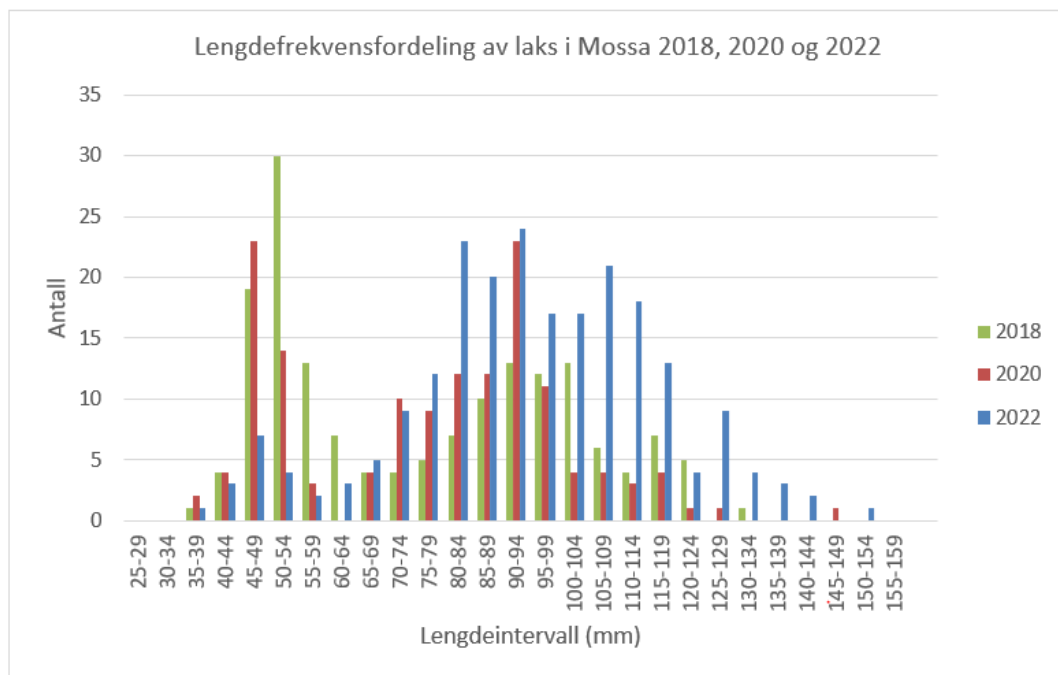
År	Dato	Laks	Ørret
2018	21/8 - 29/8	165	186
2020	26/8 og 2/9	145	258
2022	30/8 og 31/8	222	202

3.2.1 Laks

Lengde – og alderssammensetning

Lengdefrekvens for laks ungfisk fanget hvert år i undersøkelsesperioden fremgår av figur 3-4. Det er betydelig variasjon i antall fisk i hver lengdegruppe mellom årene. Lengdefordelingen hvert år viser derimot tilnærmet lik fordeling, og det fremstår som at det har vært fangst av tre årsklasser (0+, 1+ og 2+) alle årene.

Gjennomsnittlengen for 0+ i undersøkelsesperioden varierte innenfor 48,0 mm - 52,8 mm ref. tabell 3-3. For de eldre årsklassene må det hensyntas at det er satt ut 0+ hver høst i de øvre delene av elva. Dette vil påvirke lengdefordelingen. Utsatt sommerforet settefisk har gjennom undersøkelsesperioden variert mellom 50 og 100 mm, de fleste anslagsvis 70 – 80 mm (Trond Staberg, pers.med), noe som er større enn naturlig rekrutterte 0+ fra Mossa. Utsett av yngel gjør det dermed utfordrende å vurdere videre skiller mellom eldre årsklasser. Det ble ikke gjennomført skjellanalyser av fanget materiale, men undersøkelser fra 2016 (n= 17 laks) viste variasjon i lengde av årsklassen 1+ mellom 88 og 134 mm. Likevel finnes det ingen tydelige gap i lengdematerialet av laks, og trolig ble det da funnet alle de forventede årsklassene av laks (0+, 1+ og 2+). Tidligere undersøkelser har også vist de tre årsklassene, med unntak av i 2003 da det ikke ble funnet årsyngel ref. tabell 3-3. Hvert år i perioden for denne undersøkelsen har fiskeutsettet foregått etter ungfiskundersøkelsene har blitt gjennomført.



Figur 3-4. Lengdefrekvensfordeling for laks i Mossa etter ungfiskundersøkelser årene 2018 (Andersen 2019), 2020 (Arnekleiv 2021) og 2022.

Tabell 3-3. Rapporterte gjennomsnittslengder for ulike årsklasser av laks i Mossa fra undersøkelser gjennomført i 2002, 2003 (Johnson & Hvidsten 2004), 2010 (Berger 2011), 2012 (Klausen & Bjølstad 2013), 2014 (Klausen 2014), 2016 (Klausen 2016), 2018 (Andersen 2019), 2020 (Arnekleiv 2021) og i 2022.

Dato	Gjennomsnittslengde		
	0+	1+	2+
27.08.2002	55,3	85,9	123,4
10.10.2003	-	100,8	143,3
20.08.2010	52,1	98,6	125,2
09.08.2012	47,1	101,9	125,9
25.07.2014	40,7	95,4	131
22.08.2016	51,8	91,8	116,1
29.08.2018	52,8	92,1	117,9
26.08.2020	48,3	86,9	119,4
30.08.2022	48,0	86,9	116,6

Tetthetsvurdering

Tetthetsberegninger fra undersøkelsesperioden 2018 – 2020 fremgår under.

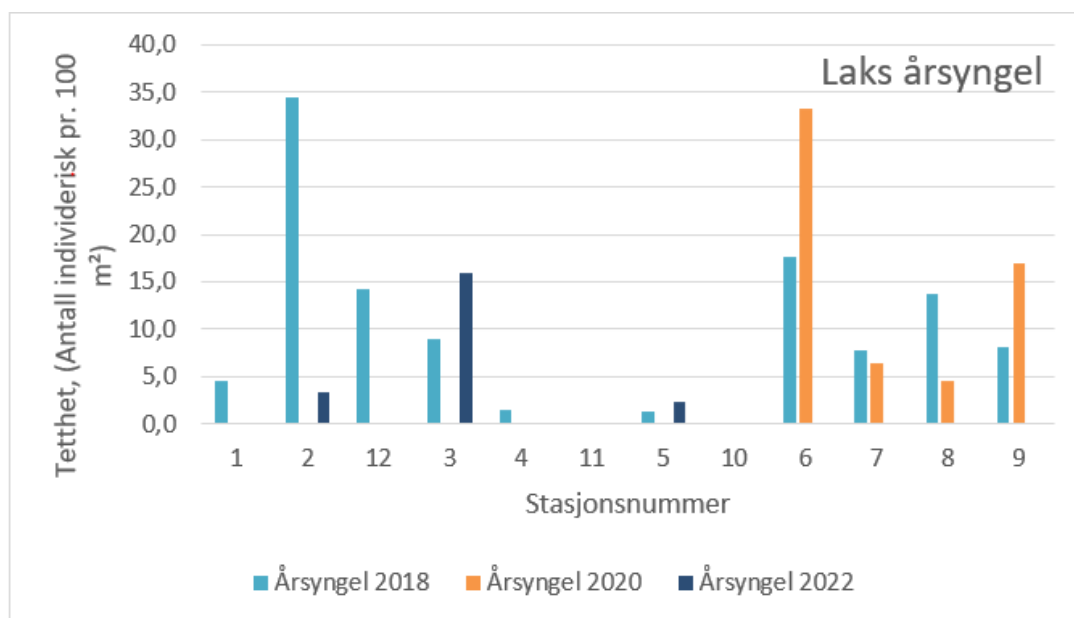
Årsyngel

I 2018 ble det fanget varierende tettheter av årsyngel på alle stasjoner utenom to stasjoner i elvas midtre del. De høyeste tetthetene var ved utløp Stokkleivvatnet (stasjon 2) med 34,4 årsyngel pr 100 m². I forhold til resten av materialet ble det dette året funnet betydelige tettheter ved innløpet til Lille Meltingen (stasjon 12), ved Oppgrande (stasjon 6) og nedstrøms Skjerva (stasjon 8). Gjennomsnittlig tetthet av årsyngel dette året ble beregnet til 9,4 individer per 100 m².

I 2020 ble det kun fanget laks årsyngel på de fire nedre stasjonene, der høyeste tetthet på stasjon 6 ved Oppgrande på 33,2 individ pr. 100 m². Samlet tetthet på stasjonene ble beregnet til 5,1 individ pr. 100 m². Det ble tatt ut 10 stk stamfisk i 2019, noe som anses å være en betydelig andel av naturlig gyting i elva.

I 2022 ble det fanget lite årsyngel. Enkelte individer i Mossa kan være utfordrende å artsbestemme og det ble mulig fanget to individer ved utløp Stokkleivvatnet. Det ble påvist årsyngel laks i Tverrelva (stasjon 3). På stasjon 5 ble det påvist lav tetthet av årsyngel med 2,4 individ pr. 100 m². I motsetning til tidligere år ble det ikke påvist noen årsyngel i elvas nedre del, og samlet snitt for alle stasjonene i Mossa ble beregnet til 1,8 individ pr. 100 m². Nedre del av elva har tidligere vist rekrutering, og det er vurdert spesifikke årsaker til manglende ingen påvist gyting i 2021. Det er ikke kjent at gytefisk ble tatt ut til stamfisk eller andre formål (Staberg pers. medd), det er heller ingen hydrologiske avvik som anses påvirke dette. Det er sannsynlig det har vært gyting som ikke blir fanget opp av stasjonsnettet.

Beregnet tetthet av årsyngel ved de forskjellige stasjonene gjennom undersøkelsesperioden fremgår av figur 3-5 og tabell 3-4.

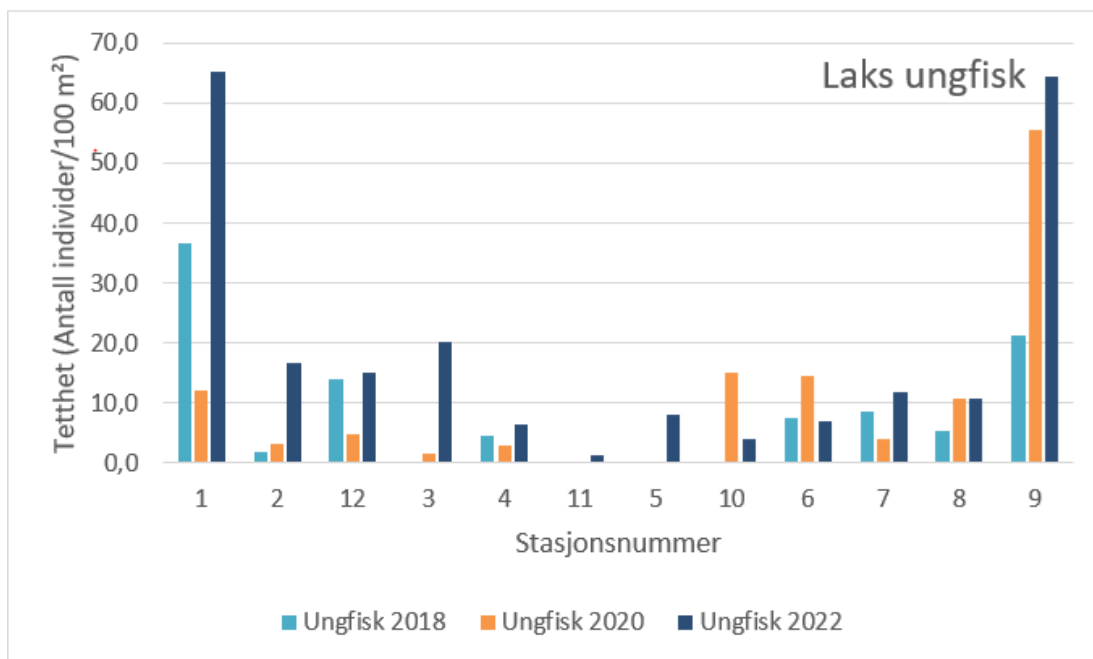


Figur 3-5. Beregnet tetthet av laks årsyngel på stasjonene i undersøkelsesårene 2018, 2020 og 2022.

Ungfisk

Det ble fanget ungfisk av laks på alle stasjonene hvert år, foruten stasjon 3 og 10 i 2018, samt stasjon 11 og 5 i 2018 og 2020. De høyeste tetthetene ble fanget i 2022 på stasjon 1 og stasjon 9, med hhv. 65,2 og 64,5 individer pr. 100 m², noe som anses som høye tettheter. Foruten ved stasjon 9 i 2020 og stasjon 1 i 2018, ble det fanget lave tettheter. Gjennomsnittlig tettheter for alle stasjonene ble beregnet til 7,3, 10,4 og 19,3 individ pr. 100 m² for hhv. 2018, 2020 og 2022. Det må tas med i videre vurderinger at det settes ut 0+ av laks i Mossa hvert år. Det ble også satt ut smolt frem til 2018.

Beregnet tetthet av laks ungfisk ved de forskjellige stasjonene gjennom undersøkelsesperioden fremgår av figur 3-6 og tabell 3-4.



Figur 3-6. Beregnet tetthet av laks ungfisk på de forskjellige stasjonene i undersøkelsesårene 2018, 2020 og 2022.

Tabell 3-4. Beregnet tetthet (antall individer/100 m²) av laks årsyngel og ungfisk ved de forskjellige stasjonene gjennom undersøkelsesperioden 2018, 2020 og 2022. Gul, blå og rød farge indikerer stasjoner som er vurdert å inngå i hhv. øvre, midtre- og nedre del av Mossa.

Laks Stasjon	Årsyngel			Ungfisk		
	2018	2020	2022	2018	2020	2022
<u>1</u>	4,5	0,0	0,0	36,6	12,0	65,2
<u>2</u>	34,4	0,0	3,4	2,0	3,1	16,6
<u>12</u>	14,3	0,0	0,0	13,9	4,9	15,0
<u>3</u>	9,0	0,0	16,0	0,0	1,5	20,3
4	1,5	0,0	0,0	4,7	3,0	6,4
11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4
5	1,4	0,0	2,4	0,0	0,0	8,0
10	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	4,0
6	17,6	33,2	0,0	7,5	14,6	7,1
7	7,8	6,5	0,0	8,7	4,0	11,9
8	13,7	4,6	0,0	5,4	10,9	10,9
9	8,1	17,0	0,0	21,2	55,6	64,5
Totalt snitt Mossa	9,4	5,1	1,8	8,3	10,4	19,3

3.2.2 Ørret

Lengde – og alderssammensetning

Lengdefrekvens for ørret ungfisk fanget hvert år i undersøkelsesperioden fremgår av figur 3-7. Det er betydelig variasjon i antall fisk i hver lengdegruppe mellom årene. Lengdefordelingen hvert år viser derimot tilnærmet lik fordeling. Denne viser størst andel av 0+ som er vurdert å ha lengde mellom 29 mm og 74 mm. Det er utfordrende å si antall årsklasser ut ifra lengdefordeling, og må i så fall vurderes på bakgrunn av fiskeskjell eller otolitter. Dette er ikke gjennomført i forbindelse med fiskeundersøkelsene i perioden 2018-2022, men materialet tyder på at de fleste ørretene vandrer ut i sjøen som 2- og 3-åring.



Figur 3-7. Lengdefrekvensfordeling for ørret i Mossa etter ungfiskundersøkelser årene 2018, 2020 og 2022.

Tetthetsvurdering

Tetthetsberegninger fra undersøkelsesperioden 2018 – 2020 fremgår under.

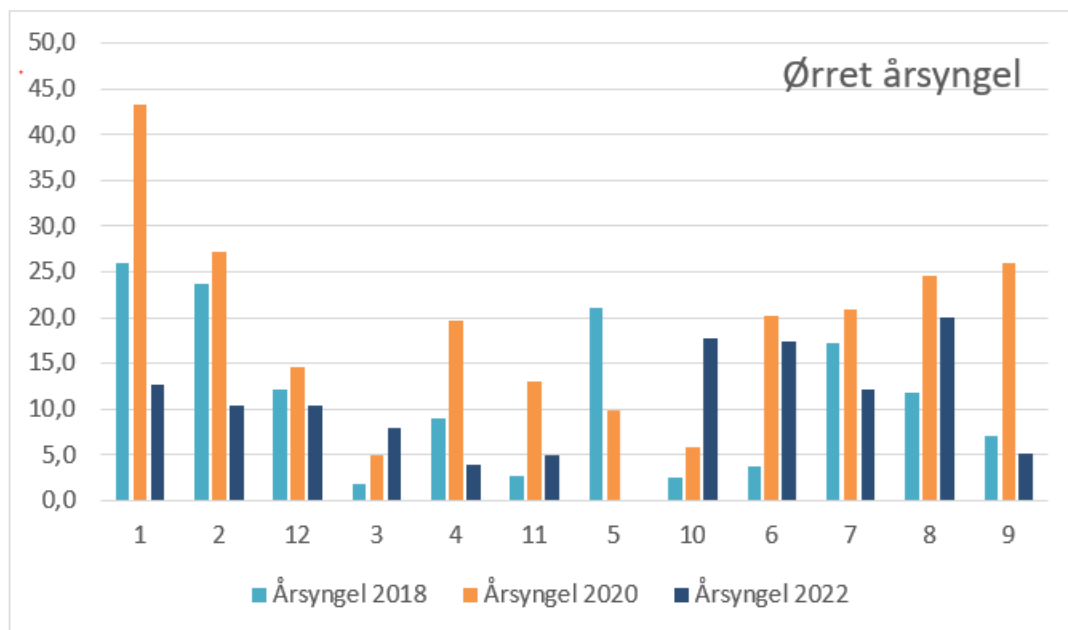
Årsyngel

Det ble fanget årsyngel av ørret på alle stasjoner hvert år i perioden, med unntak av ved stasjon 5 i 2022. Høyeste rapporterte tetthet var på stasjon 1 i 2020 på 43,3 individ pr. 100 m².

Gjennomsnittlig tetthet ble beregnet til 11,6, 19,2 og 10,2 individ pr. 100 m² for hhv 2018, 2020 og 2022.

Beregnet tetthet av ørret årsyngel ved de forskjellige stasjonene gjennom undersøkelsesperioden fremgår av figur 3-5 og tabell 3-4

.

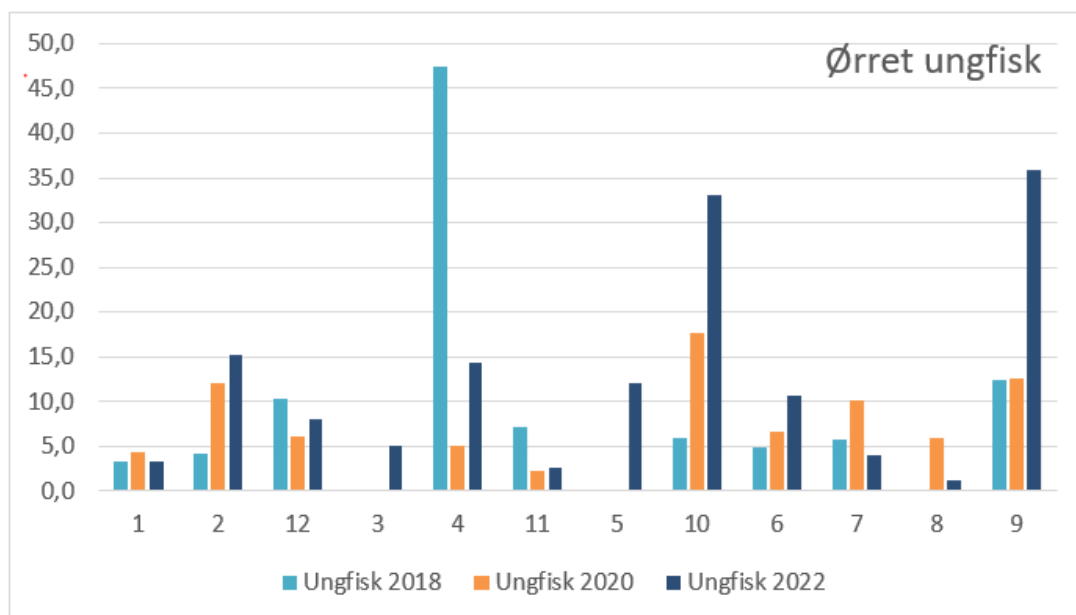


Figur 3-8. Beregnet tetthet av laks ungfisk på de forskjellige stasjonene i undersøkelsesårene 2018, 2020 og 2022.

Ungfisk

Det ble fanget ungfisk av ørret i forskjellige tettheter på alle stasjoner i 2022. I 2018 og 2020 ble det ikke registrert fangst på stasjon 3 og 5, og det ble heller ikke fanget noe individ på stasjon 8 i 2018. Høyeste registrerte tetthet var på stasjon 4 i 2018 med beregnet 47,4 individ pr. 100 m². Høyeste gjennomsnittlige tetthet av ørret ungfisk ble fanget i 2022 med 12,1 individ pr. 100 m², mens i 2018 og 2020 var tettheten hhv. 8,5 og 6,9 individ pr. 100 m².

Beregnet tetthet av ørret ungfisk ved de forskjellige stasjonene gjennom undersøkelsesperioden fremgår av figur 3-9 og tabell 3-5.



Figur 3-9. Beregnet tetthet ørret ungfisk på de forskjellige stasjonene i undersøkelsesårene 2018, 2020 og 2022.

Tabell 3-5. Beregnet tetthet (antall individer/100 m) av ørret årsyngel og ungfisk ved de forskjellige stasjonene gjennom undersøkelsesperioden 2018, 2020 og 2022. Gul, blå og rød farge indikerer stasjoner som er vurdert å inngå i hhv. øvre, midtre- og nedre del av Mossa.

Ørret Stasjon	Årsyngel			Ungfisk		
	2018	2020	2022	2018	2020	2022
1	26,0	43,3	12,6	3,3	4,4	3,2
2	23,7	27,2	10,3	4,1	12,0	15,2
12	12,1	14,5	10,3	10,3	6,1	8,1
3	1,8	4,9	8,0	0,0	0,0	5,0
4	8,9	19,7	3,9	47,4	5,1	14,4
11	2,7	13,0	5,0	7,2	2,3	2,6
5	21,1	9,8	0,0	0,0	0,0	12,0
10	2,6	5,9	17,8	5,9	17,7	33,1
6	3,8	20,2	17,3	4,9	6,6	10,7
7	17,2	20,8	12,2	5,8	10,2	4,0
8	11,7	24,5	20,0	0,0	5,9	1,2
9	7,1	26,0	5,1	12,4	12,6	35,8
Totalt snitt Mossa	11,6	19,2	10,2	8,5	6,9	12,1

3.2.3 Vurderinger mot Vanndirektivets klassifisering av tilstand - fisk

I henhold til vanndirektivets veileder (Direktoratsgruppen Vanndirektivet 2018) og tilstandsvurdering på bakgrunn av ungfiskundersøkelser har vi vurdert egnethet på habitat til å være «egnet habitat» (kvalitet 2) for øvre, midtre og nedre del av elva. Snittet av tettheten (både årsyngel og eldre ungfisk av ørret og laks) framgår av tabell 3-6. Dersom en aldersgruppe mangler må årsaken vurderes nøye, dersom det skyldes menneskelig inngrep skal klassifiseringen reduseres ett trinn. Dette er gjennomført i klassifisering i tabell 3-6. Det settes ut årsyngel hvert år noe som medfører økt forventet tetthet av ungfisk. Dette påvirker fangstall positivt, og anses som feilkilde inn i klassifiseringen.

Tabell 3-6. Tetthet av samlet alle årsklasser av laks og ørret i øvre nedre og midtre del av Mossa. Basert på metodikk i Direktoratgruppen Vanndirektivet 2018.

Delstrekning	År			Gjennomsnittlig tetthet	Tilstandsklasse
	2018	2020	2022		
Øvre	48,0	33,5	52,3	44,9	Moderat*
Midtre	27,4	33,2	29,2	30,0	Moderat
Nedre	37,8	40,4	43,0	40,4	Moderat*

* Tilstandsklasse redusert ett trinn grunnet manglende årsklasse laks enkelte år, som skyldes menneskelig aktivitet.

3.3 Ungfiskundersøkelser – Utvikling fra 2010 – 2022

For å få en oversikt over bestandsutvikling over en lengre tidsperiode er resultater fra undersøkelsesperioden sammenstilt med tilsvarende undersøkelser fra perioden 2010 – 2016. Samlede resultater fra dette fremgår under.

3.3.1 Laks

Estimerte tettheter for laks årsyngel ved hver stasjon i undersøkelsesårene 2010, 2012, 2014, 2016, 2018, 2020 og 2022 fremgår av figur 3-10, mens tilsvarende for laks ungfisk i figur 3-11. Tallmaterialet bak disse figurene fremgår av vedlegg 5.

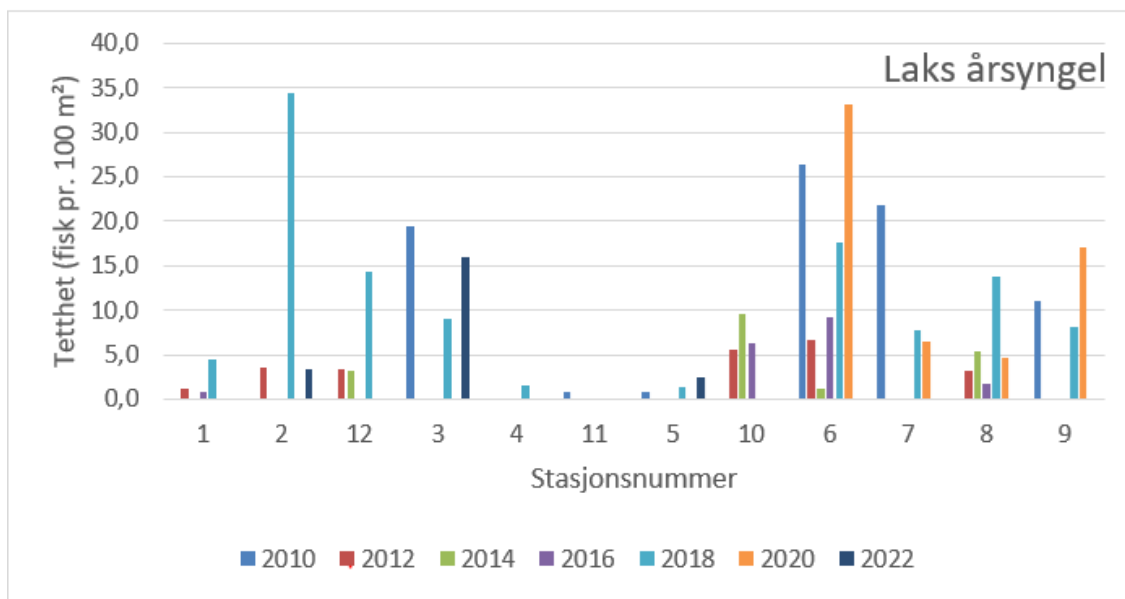
For laks årsyngel er det med unntak av år 2018, fanget tettheter lavere enn 5 individ pr. 100 m² i hovedelva oppstrøms Lille Meltingen. I sideelven Tverrelva (stasjon 3) ble det også påvist årsyngel i noe høyere tettheter i tre av undersøkelsesårene.

I midtre del er det kun enkeltår fanget årsyngel på de tre øverste stasjonene og da med svært lave tettheter. På de nederste stasjonene (stasjon 6 og 10) er det registrert årsyngel flere år, og enkelte år med relativt høye tettheter på stasjon 6. Årsyngel var fraværende på disse stasjonene i 2022. Nedre del viser også varierende fangst. Gjennomsnittlig tetthet av årsyngel og ungfisk laks gjennom perioden 2010- 2022 fremgår av tabell 3-7. En kan ikke se noe betydelig samlet endring av tetthet gjennom denne perioden.

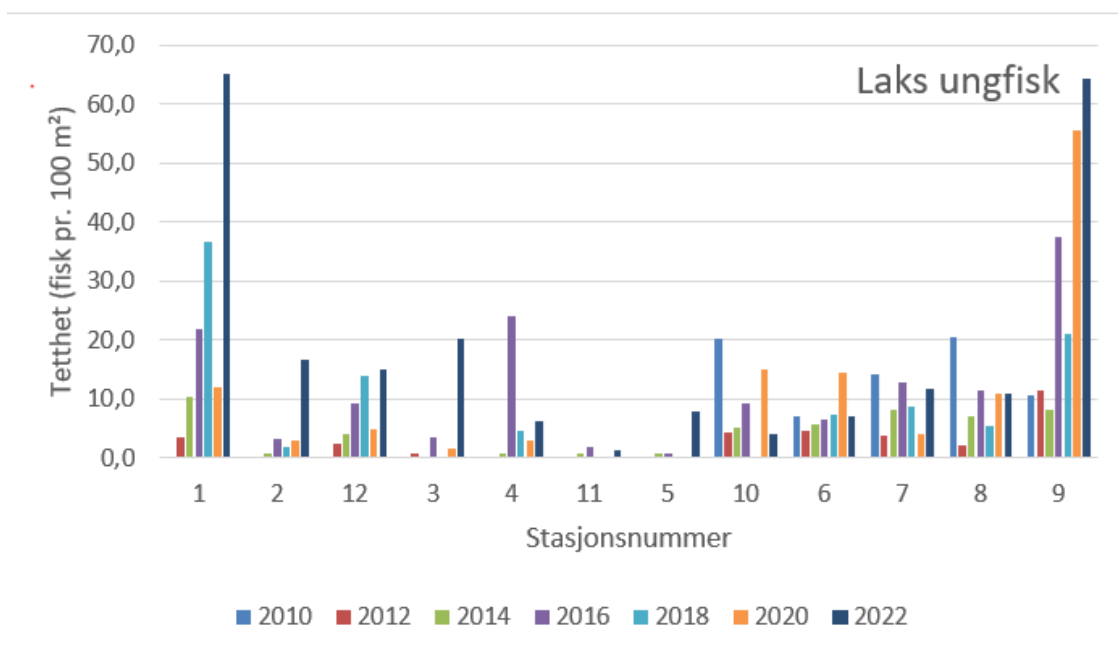
For laks ungfisk kan en samlet sett se noe økende trend gjennom tidsperioden. Dette skyldes økende fangster på spesielt stasjon 1 og 9, men også generell økende trend på andre stasjoner i både øvre og nedre del. Dette kan indikere økende produksjon av smolt ved dagens vannbruk- og utsettingsregime. Selv om genetiske undersøkelser av ungfisk laks viste at kun 10,7% av disse var utsatt fisk (minimumstall) har utsetting av laks en viss innvirkning på fangstresultatene. Med unntak av enkelte år er det satt ut økende mengde lakseyngel gjennom perioden.

Tabell 3-7. Gjennomsnittlig estimerte tettheter av laks årsyngel og ungfisk etter undersøkelser i 2010, 2012, 2014, 2016, 2018, 2020 og 2022.

Snitt tetthet laks (individ pr. 100 m ²)	2010	2012	2014	2016	2018	2020	2022
Årsyngel laks	6,7	1,9	1,6	1,5	9,4	5,1	1,8
Ungfisk laks	6,1	2,8	4,4	11,9	8,3	10,4	19,3



Figur 3-10. Estimerte tettheter av laks årsyngel ved undersøkelser ved stasjonene i 2010, 2012, 2014, 2016, 2018, 2020 og 2022.



Figur 3-11. Beregnede tettheter av laks ungfisk ved stasjonene i 2010, 2012, 2014, 2016, 2018, 2020 og 2022.

3.3.2 Ørret

Gjennomsnittlig tetthet av årsyngel og ungfisk laks gjennom perioden 2010- 2022 fremgår av tabell 3-8.

Tabell 3-8. Gjennomsnittlig estimerte tettheter av ørret årsyngel og ungfisk etter undersøkelser i 2010, 2012, 2014, 2016, 2018, 2020 og 2022.

Snitt tetthet ørret (individ pr. 100 m ²)	2010	2012	2014	2016	2018	2020	2022
Årsyngel ørret	36,3	15,1	17,1	19,2	11,6	19,2	10,2
Ungfisk ørret	19,1	21,2	9,6	10,3	8,5	6,9	12,1

Som det framgår av tabellen ovenfor, så har det vært en stabil eller svak nedgang i tettheten av ørret i perioden fra 2010 til 2022.

3.4 Vurdering av produksjon av laks og ørret opp mot fisketiltak

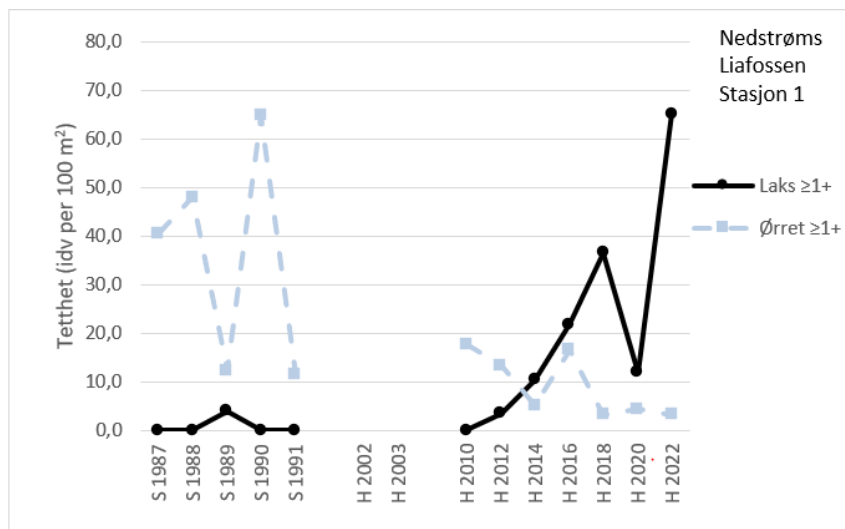
Det har vært gjennomført ungfiskundersøkelser på flere stasjoner siden 1987, noe som gir grunnlag for å vurdere utvikling i ungfiskproduksjon over en lengre tidslinje. Likevel er det også betydelig usikkerhet i slike langtidsserier grunnet biotiske og abiotiske faktorer som klimaendring, fangst, undersøkelsesgjennomføring, bestandstrender for sjøørret, predatorer og fiskeutsett blant annet.

Av relevante tiltak ble det pålagt slipp av minstevannføring fra Åfjorden i 2005 med 0,1 m³/s sommer og 0,05 m³/s vinter, mens det siden 2012 er sluppet 0,1 m³/s hele året. Det er satt ut kun smolt frem til 2009. Fra og med 2010 er det også satt ut startforet yngel. Fra og med 2015 og frem til i dag er yngelen foret over sommeren og satt ut i september. Det er ikke satt ut smolt etter 2018.

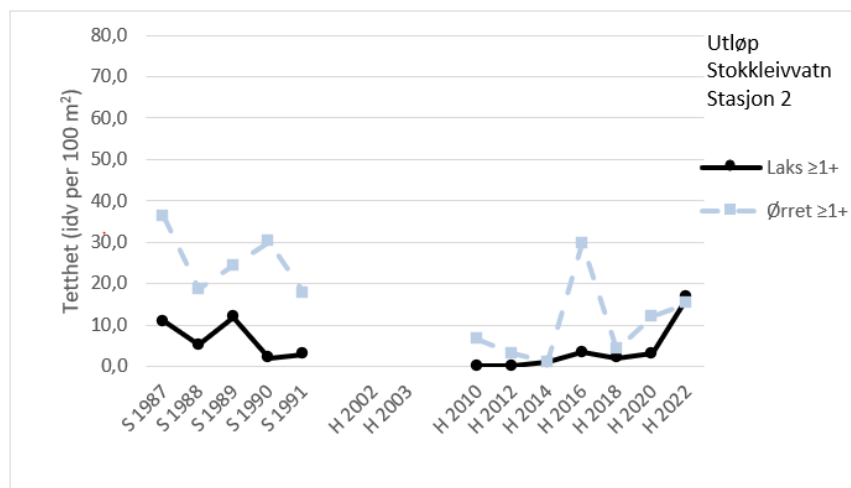
Det ble også gjennomført enkelte undersøkelser i tiden før- og like etter regulering (Hvidsten m.fl. 1992). Generelt viste undersøkelsene betydelig redusert tetthet av ungfisk laks på de øvre- (1 og 2) og midtre (4, 5 og 6) stasjonene etter reguleringen sett opp mot før-situasjon, mens mindre utslag i nedre del. Tetthet av ørret steg på stasjonene. Mest sannsynlig grunnet at ørreten preferer mer stilleflytende områder enn laks.

3.4.1 Øvre del

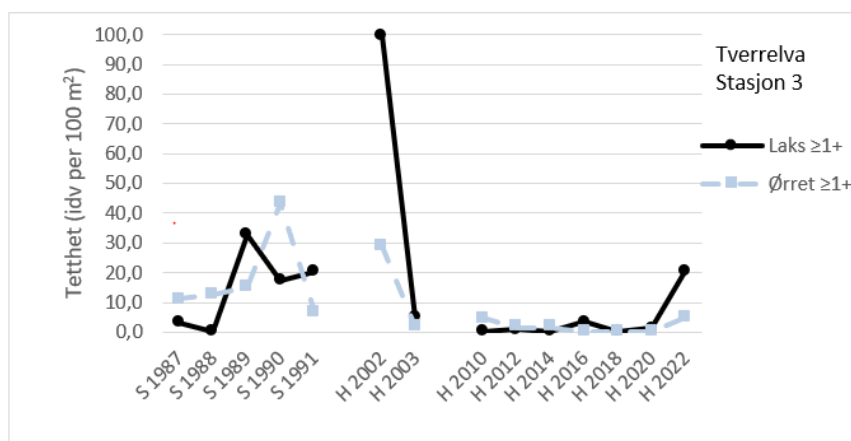
Figur 3-12, figur 3-13 og figur 3-14 viser ungfiskutvikling i øvre del av vassdraget ved stasjon 1, 2 og 3. Stasjon 1 viste lave tettheter av ungfisk laks i årene etter regulering, men derimot høyere tetthet av ørret. Ørreten tilpasser seg lavere vannføringer enn laks og er dermed mer tilpasset perioden med lav vannføring. Videre registreres en jevn økning i ungfisk laks siden 2010, og lavere tetthet av ørret. Økt slipp av minstevannføring siden 2012 kombinert med fiskeutsett virker å ha medførte økte tettheter her. Stasjon 2 viser ingen betydelig respons på minstevannføring gjennom perioden og tilsvarende resultat ved stasjon 3 som ikke er direkte påvirket av hydrologiske forandringer.



Figur 3-12. Utvikling i ungfisktetthet av laks og ørret like nedstrøms Liafossen, (stasjon 1) ved undersøkelser i tidsrommet 1987 - 2022.



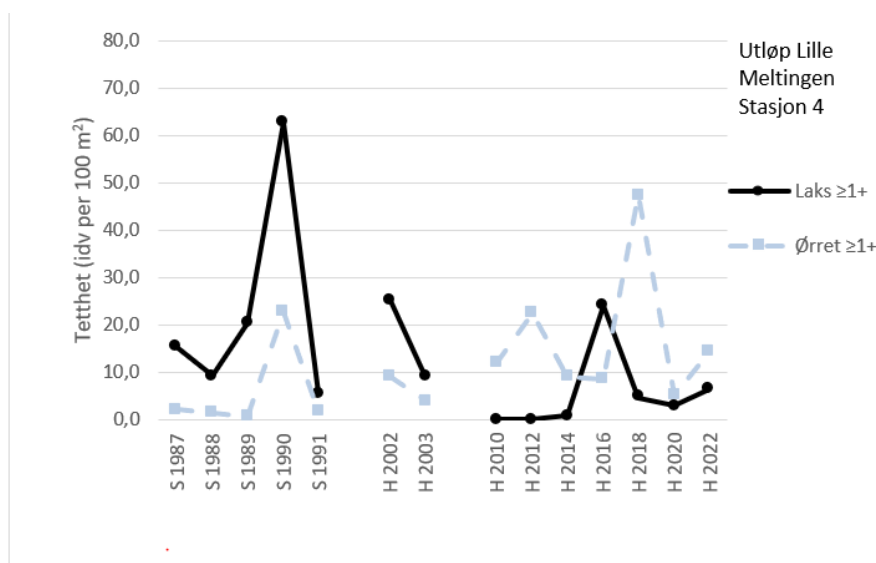
Figur 3-13. Utvikling i ungfisktetthet av laks og ørret ved utløp Stokkleivvatnet, (stasjon 2) ved undersøkelser i tidsrommet 1987 - 2022.



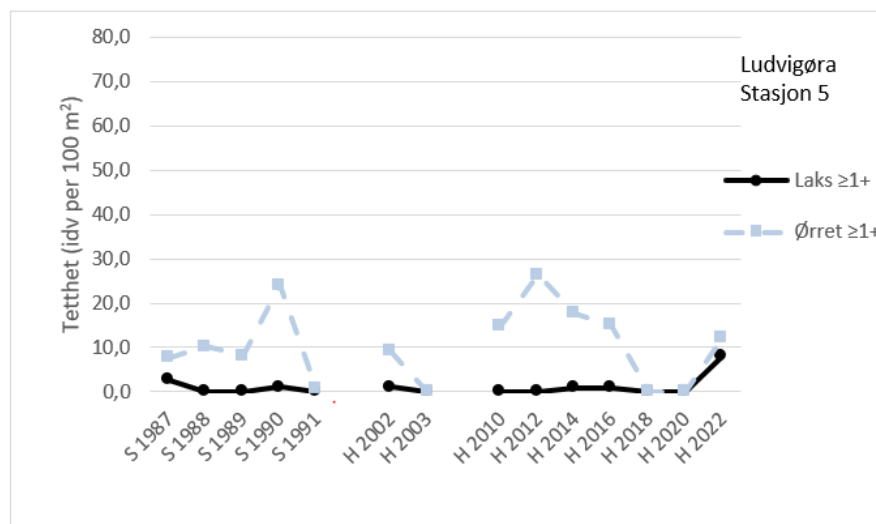
Figur 3-14. Utvikling i ungfisktetthet av laks og ørret i Tverrelva, (stasjon 3) ved undersøkelser i tidsrommet 1987 - 2022

3.4.2 Midtre del

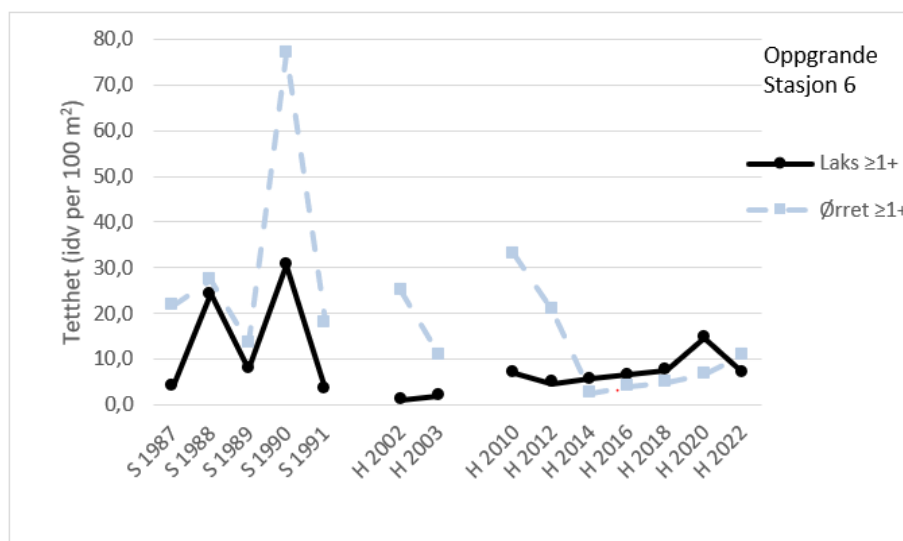
Figur 3-15, figur 3-16 og figur 3-17 viser resultater av ungfiskundersøkelser siden 1987 i midtre del av Mossa. Stasjonene viser jevnt over lave tettheter av ungfisk laks etter nytt minstevannføringsregime, med unntak av 2016 like nedstrøms Lille Meltingen. Ungfisk ørret viser en noe nedadgående trend, men med stor variasjon mellom årene. Strekingen innehar gode oppvekstområder, men mangler gyteområder som kan tilføre laks. Dette kan være årsak til manglende respons i ungfisktetthet. Samtidig reduseres effekten av vannslipp fra Åfjorden nedstrøms Lille Meltingen grunnet betydelig restfelt.



Figur 3-15. Utvikling i ungfisktetthet av laks og ørret ved utløp Lille Meltingen, (stasjon 4) ved undersøkelser i tidsrommet 1987 - 2022.



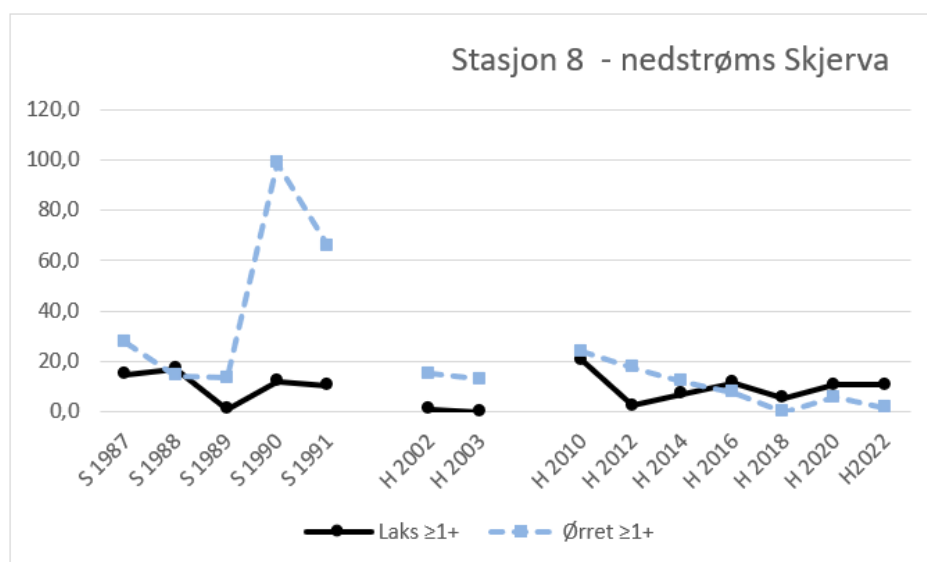
Figur 3-16. Utvikling i ungfisktetthet av laks og ørret ved Ludvigøra, (stasjon 5) ved undersøkelser i tidsrommet 1987 - 2022.



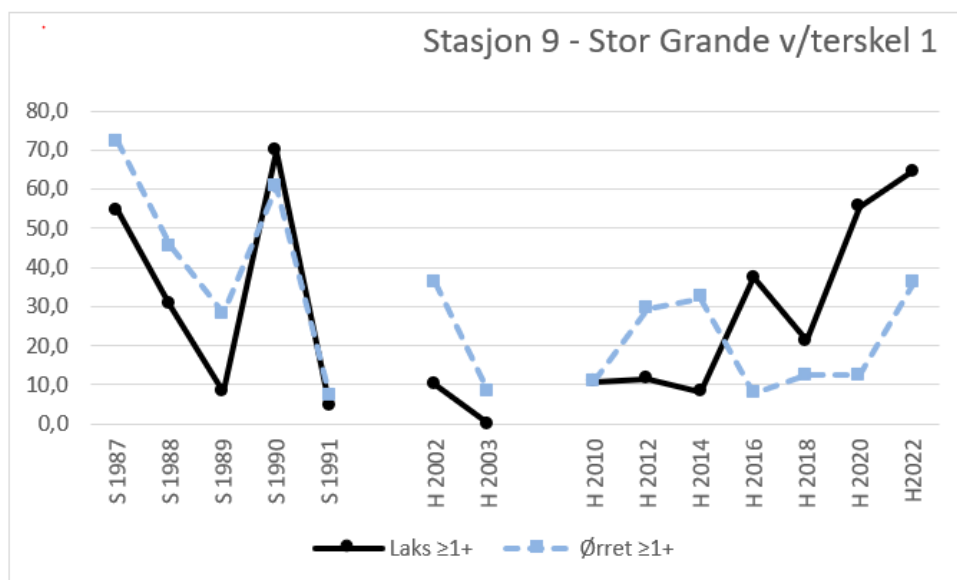
Figur 3-17. Utvikling i ungfisktetthet av laks og ørret ved Oppgrande, (stasjon 6) ved undersøkelser i tidsrommet 1987 - 2022.

3.4.3 Nedre del

Figur 3-18 og figur 3-19 viser resultat av ungfiskundersøkelser på utvalgte stasjoner i nedre del siden 1987. Stasjon 8 som ligger like nedstrøms Skjerva har vist ingen, mot noe redusert utvikling for både laks og ørret. Ved stasjon 9 er det registrert en positiv utvikling for laks siden 2010, med høye tettheter av ungfisk de to siste undersøkelsesårene. Stasjon ligger nederst i vassdraget og er den stasjonen der minstevannføring vil ha minst effekt grunnet restfeltet. En ser positiv utvikling siden 2010, men det anses som mindre trolig at minstevannføring er styrende grunn til denne positive utviklingen her.



Figur 3-18. Utvikling i ungfisktetthet av laks og ørret på stasjon 8 nedstrøms Skjerva ved undersøkelser i tidsrommet 1987 - 2022.



Figur 3-19. Utvikling i ungfisktetthet av laks og ørret på stasjon 8 ved undersøkelser i tidsrommet 1987 - 2022.

3.4.4 Oppsummering

Slipp av minstevannføring fra Åfjorden bidrar til økt vannhastighet og vanddekket areal. Slippet har størst effekt øverst i vassdraget, med redusert positiv påvirkning lengre ned i vassdraget. Samlet sett har det vært en positiv utvikling i fangst av ungfisk laks siden endring i minstevannføringsregime i 2010 ref. tabell 3-7, og spesielt på stasjon 1, like nedstrøms Liafossen, ser en forventet positiv utvikling ettersom minstevannføringen gjør seg mest gjeldende her. Samtidig settes det ut varierende mengder yngel som forventes å ha påvirkning på resultat og gjør konklusjon usikker. De andre deler i øvre del viser mindre respons på slik utvikling. Den andre stasjonen som trekker opp den samlede positive utviklingen vist i tabell 3-7, er nederste stasjon (stasjon 9) som forventes å ha minst positiv påvirkning fra minstevannføringen grunnet betydelig restfelt. Det antas at andre faktorer som spiller inn her.

Samlet sett gjør minstevannføringen og utsett av laks at det opprettholdes en laksebestand i vassdraget. Det vurderes at spesielt øvre del har betydelig positiv effekt av slippet. Det registreres ellers ikke betydelig positiv effekt som vurderes å direkte kan skyldes økt slipp av minstevannføring.

3.5 Hydrologisk variasjonsanalyse

Hydrologiske variasjonsanalyse baserer seg på skalerte data for målepunktene (Liafossen, Oppstrøms Lille Meltingen og nedstrøms Lille Meltingen) basert på areal og endring i spesifikk avrenning, både før regulering og etter regulering tabell 3-9. NTEs vannføringsmåler ved Oppgrande bru er satt som referansestasjon.

Tabell 3-9: Feltstørrelse og spesifikk avrenning basert på NEVINA analyse for målepunktene før og etter regulering.

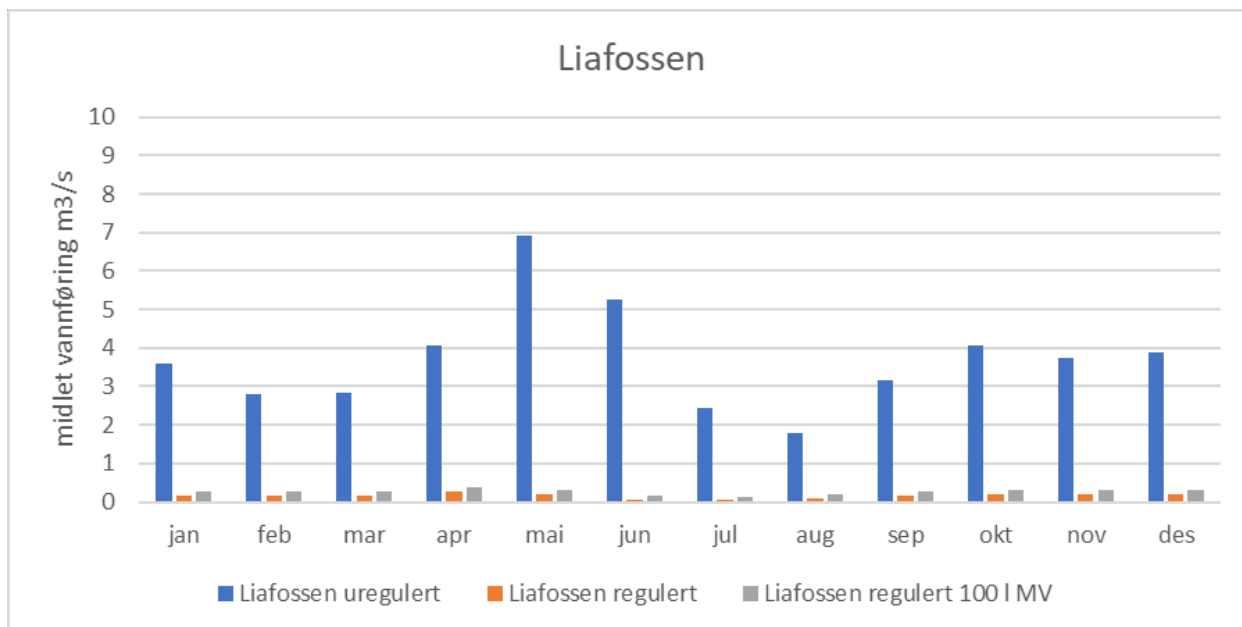
	Liafossen			Oppstrøms Lille Meltingen			Nedstrøms Lille Meltingen		
	km ²	l/s*km ²	Skalering	km ²	l/s*km ²	Skalering	km ²	l/s*km ²	Skalering
Uregulert	75.9	53.1	0.782	79.1	52.4	0.805	110.4	48.6	0.981
Regulert	3,7	36,3	0,119	7,0	36,3	0,216	31,8	36,3	1,021

3.5.1 Månedsmiddel

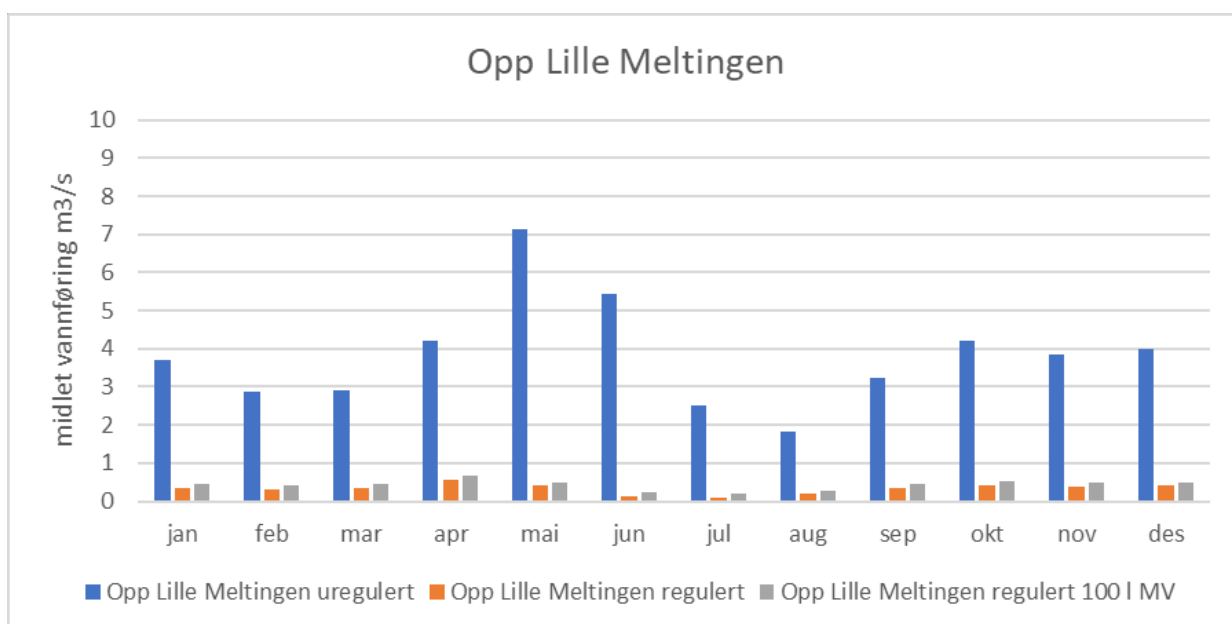
I de hydrologiske beregningene tilknytte månedsmiddel er verdiene fra skalert måleserie vurdert opp mot tall fra Nevina, og disse gir tilnærmet like verdier. Skalerte verdier fra Oppgrande bru benyttes dermed videre i vurdering månedsmiddel. Tabell 3-10 gir en sammenlignet oversikt over månedsmiddel før og etter regulering ved Liafossen, like oppstrøms Lille Meltingen, nedstrøms Lille Meltingen og ved Oppgrande Bru. Dette er fremstilt grafisk i figur 3-23 til figur 3-20.

Vannføringen ved alle målestasjoner er betydelig redusert i alle årets måneder som følge av fraføring av vann. Vannføringsreduksjonen er tydeligst øverst i vassdraget der det er minimalt med restvannføring. Lengre ned i vassdraget er restfeltet større og det kommer inn betydelig mengder vann fra blant annet Tverrelva som renner ut i Lille Meltingen, noe som reduserer den prosentvise reduksjonen.

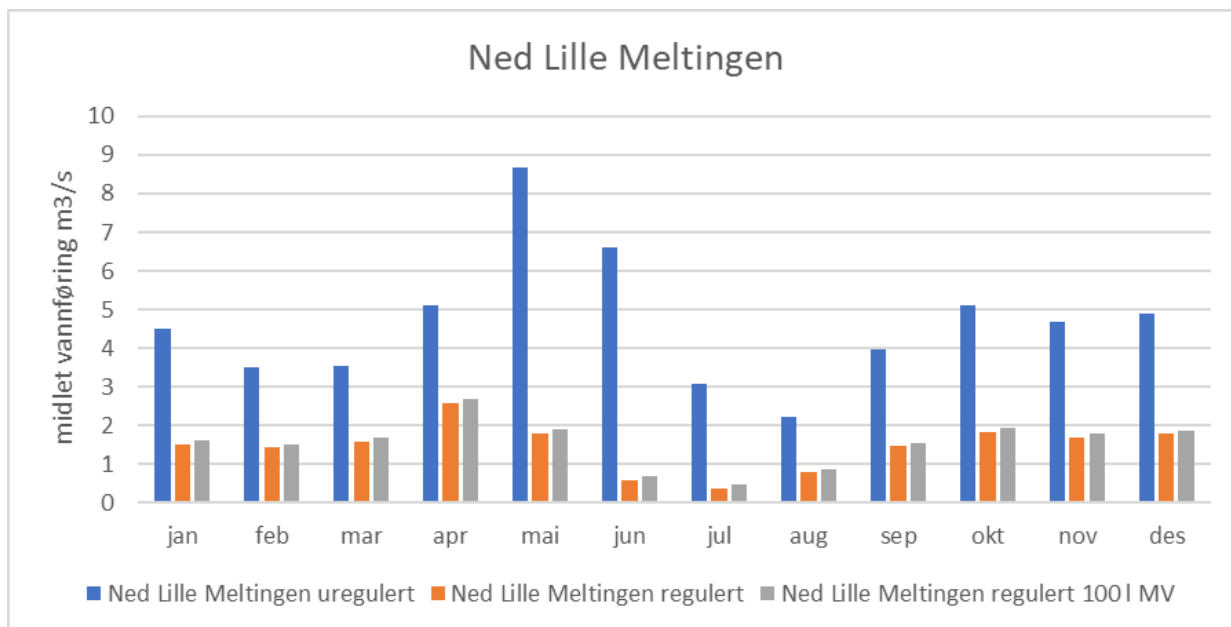
Før reguleringen var de største vannføringene på våren i forbindelse med snøsmelting, med en topp i mai måned. Etter reguleringen kommer i snitt de største vannføringene i april måned. Dette på grunn av at de høyere liggende områdene med senere snøsmelting er blitt fraført Mossas nedbørsfelt. En lavvannsperiode i sommermånedene juli og august kan ses i både data fra regulert og uregulert periode, men lavvannsperioden begynner i snitt noe tidligere – i juni – etter regulering.



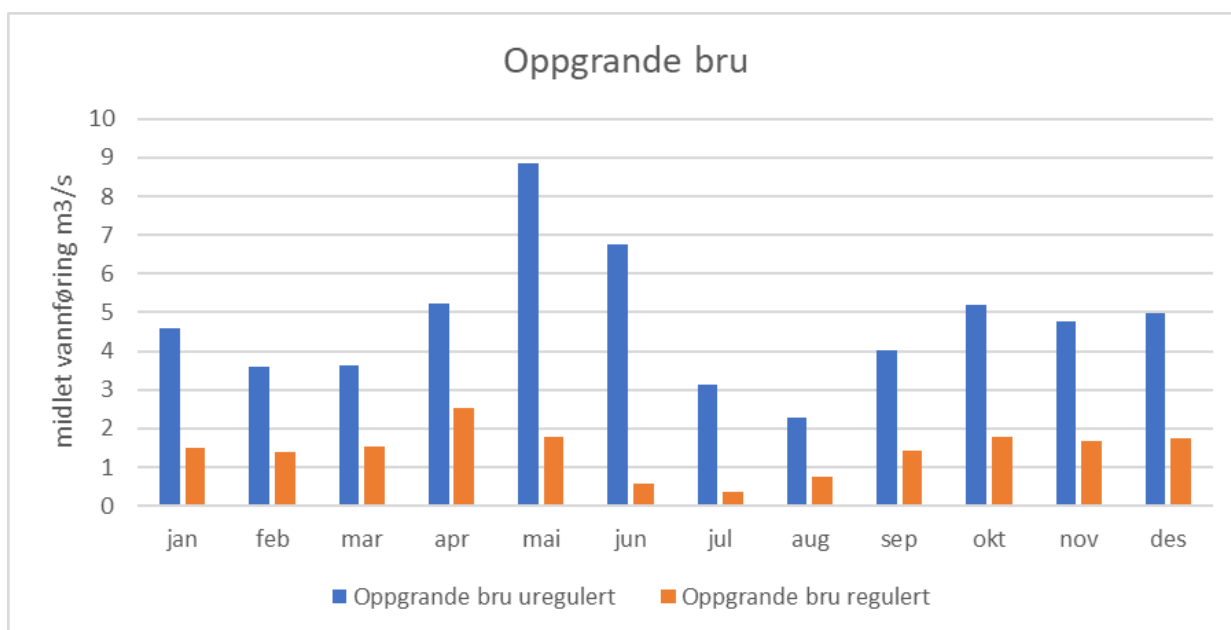
Figur 3-20: Månedsmiddel vannføring ved Liafossen for inkluderte år før og etter regulering basert på skalering fra Oppgrande bru. Skalering er utført uten minstevannføring. Den oransje søylen viser regulert tilstand uten slipp av minstevannføring, mens den grå søylen viser forhold etter regulering med 100 l minstevannføring.



Figur 3-21: Månedsmiddel vannføring like oppstrøms Lille Meltingen for inkluderte år før og etter regulering basert på skalering fra Oppgrande bru. Skalering er utført uten minstevannføring. Den oransje søylen viser middelvannføring i regulert tilstand uten slipp av minstevannføring fra Åfjorden. Den grå søylen viser forhold etter regulering med 100 l minstevannføring.



Figur 3-22: Månedsmiddel vannføring like nedstrøms Lille Meltingen for inkluderte år før og etter regulering basert på skalering fra Oppgrande bru. Skalering er utført uten minstevannføring. Den oransje søylen viser middelvannføring i regulert tilstand uten slipp av minstevannføring fra Åfjorden. Den grå søylen viser forhold etter regulering med 100 l minstevannføring.



Figur 3-23. Månedsmiddel vannføring ved Oppgrande bru for inkluderte år før og etter regulering basert på målestasjon. Den oransje søylen viser middelvannføring i regulert tilstand uten slipp av minstevannføring fra Åfjorden.

Tabell 3-10: Oversikt over månedsmiddel fra før og etter regulering basert på målinger ved Oppgrande bru og skalerte verdier lenger opp i vassdraget. Vannføring i m³/s.

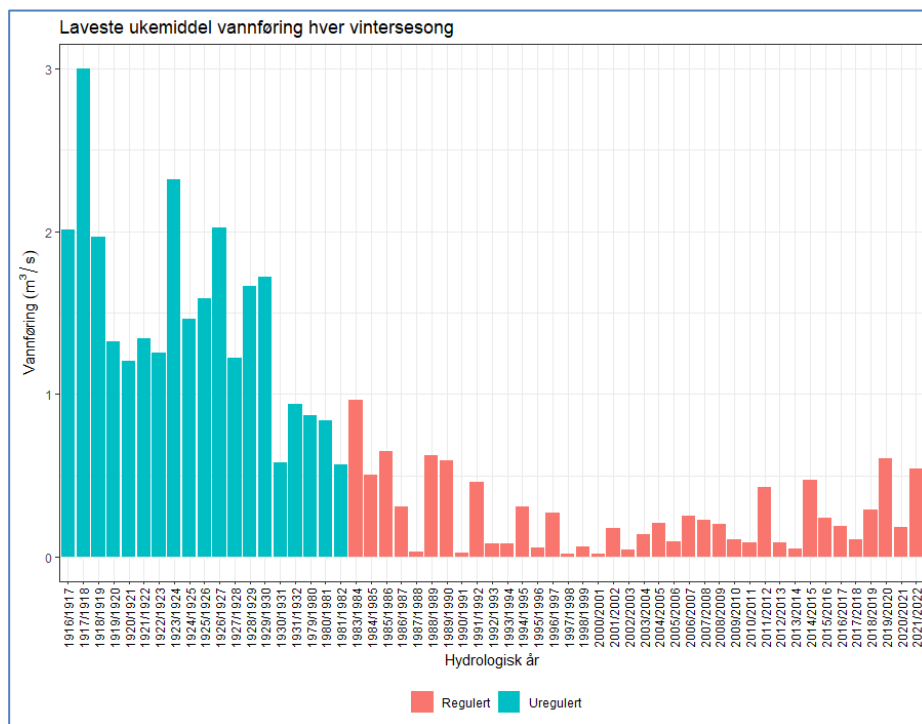
	Liafossen			Oppstrøms Lille Meltingen			Nedstrøms Lille Meltingen			Oppgrande bru	
	uregulert	regulert*	regulert 100 l MV	uregulert	regulert*	regulert 100 l MV	uregulert	regulert*	regulert t 100 l MV	uregulert	regulert *
jan	3.59	0.17	0.27	3.69	0.34	0.44	4.50	1.53	1.63	4.58	1.50
feb	2.81	0.16	0.26	2.89	0.32	0.42	3.52	1.43	1.53	3.59	1.40
mar	2.83	0.17	0.27	2.91	0.36	0.46	3.55	1.57	1.67	3.62	1.54
apr	4.08	0.29	0.39	4.20	0.57	0.67	5.12	2.57	2.67	5.22	2.52
mai	6.93	0.21	0.31	7.12	0.40	0.50	8.69	1.81	1.91	8.85	1.77
jun	5.28	0.06	0.16	5.43	0.14	0.24	6.62	0.58	0.68	6.74	0.57
jul	2.44	0.04	0.14	2.51	0.09	0.19	3.06	0.37	0.47	3.12	0.36
aug	1.79	0.08	0.18	1.84	0.19	0.29	2.24	0.79	0.89	2.28	0.77
sep	3.16	0.16	0.26	3.25	0.34	0.44	3.96	1.46	1.56	4.04	1.43
okt	4.08	0.20	0.30	4.19	0.41	0.51	5.11	1.82	1.92	5.21	1.79
nov	3.74	0.19	0.29	3.84	0.39	0.49	4.69	1.71	1.81	4.78	1.67
des	3.89	0.20	0.30	4.01	0.40	0.50	4.88	1.79	1.89	4.98	1.75
årlig	3.72	0.16	0.26	3.82	0.33	0.43	4.66	1.45	1.55	4.75	1.42

* Regulert uten slipp av minstevannføring

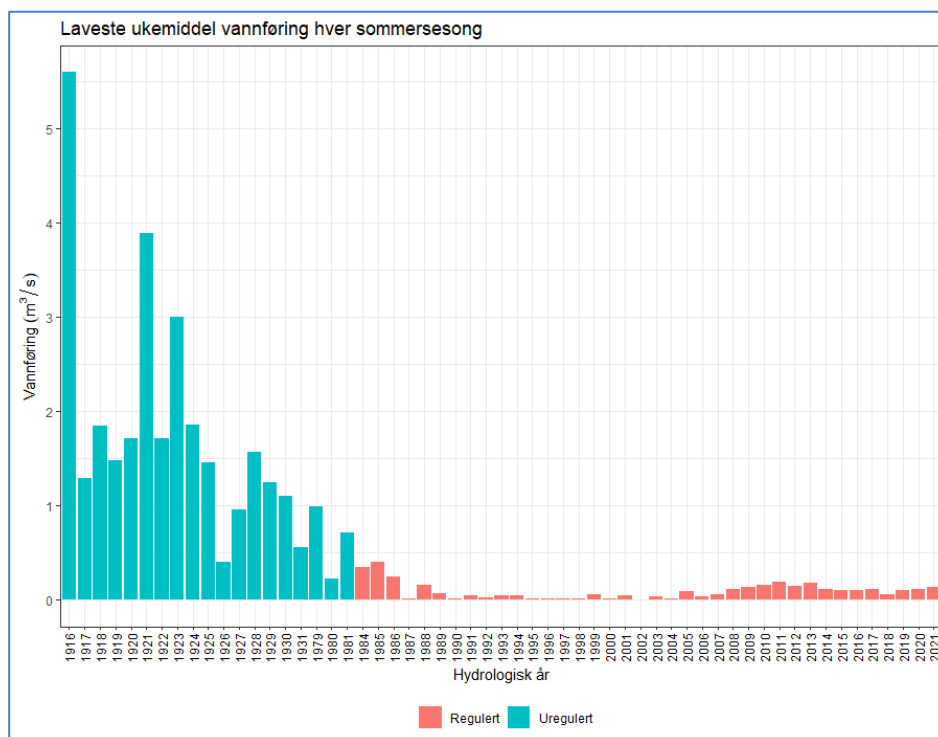
3.5.2 Laveste ukemiddel

Generelt sett så gir lavvannsperioder om sommeren og vinteren gir redusert areal og økt fisketetthet, som kan gi redusert vekst og/eller overlevelse. For disse lavvannsperiodene antas det at en ukes varighet er tilstrekkelig til å gi negativ effekt, og en ser dermed på laveste ukemiddel som en klar flaskehals for fiskeproduksjon. Laveste ukemiddel etter regulering blir derfor sammenliknet med laveste ukemiddel i uregulert tilstand.

Tidsserien for laveste ukemiddel vintervannføring i hvert hydrologiske år ved Oppgrande bru er vist i figur 3-24, mens tilsvarende for sommervannføring i figur 3-25. Tabell 3-11 viser tallverdier av laveste ukemidlene med endring i % for referansestasjonene Liafossen, Oppstrøms Lille Meltingen, nedstrøms Lille Meltingen og ved Oppgrande bru. Her fremgår det at reduksjon i laveste ukemiddel er størst øverst ved Liafossen med 100 % reduksjon uten slipp av minstevannføring, men med mindre påvirkning nederst ved Oppgrande bru. Minstevannføring reduserer endring i reduksjon i noen grad og har mest effekt lengst opp i vassdraget.



Figur 3-24. Tidsserie med laveste ukemiddel vannføring i vinterhalvåret per hydrologiske år for Oppgrande bru. Merk x-aksen (år) ikke inkluderer ekskluderte år.



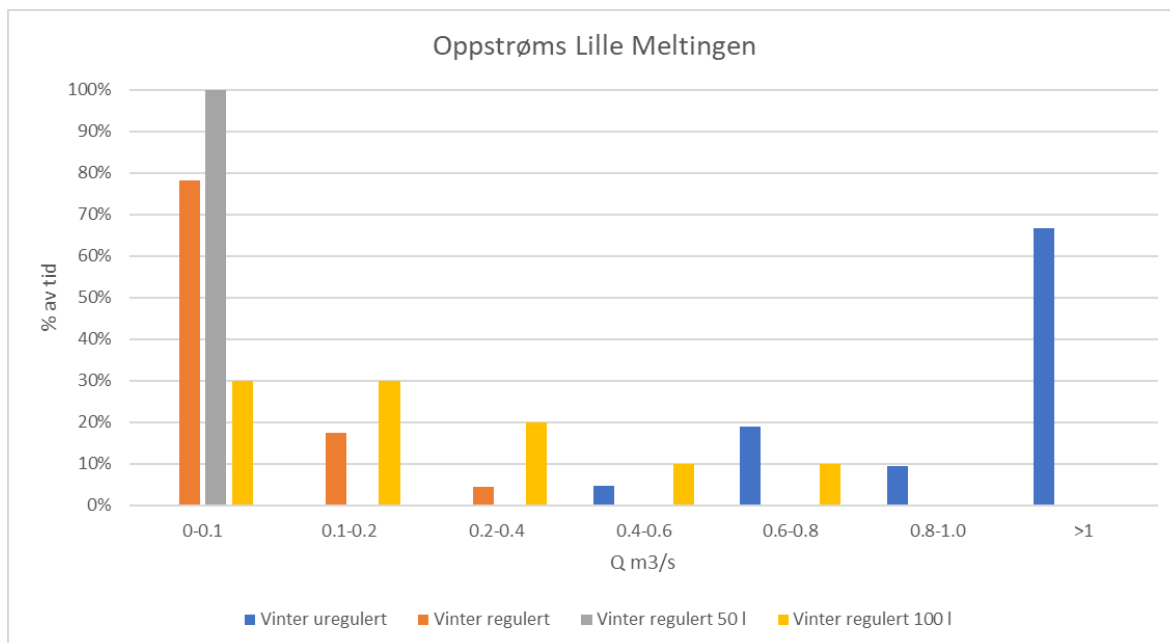
Figur 3-25. Tidsserie med laveste ukemiddel vannføring i sommerhalvåret per hydrologiske år for Oppgrande bru. Merk x-aksen (år) ikke inkluderer ekskluderte år. Fra 2007 økes laveste ukemiddel pga. pålagt minstevannføring.

Tabell 3-11. Laveste ukemiddel vannføring ved Oppgrande bru, nedstrøms Lille Meltingen, oppstrøms Lille Meltingen og ved Liafossen. Endring beskriver endring fra median før regulering til median etter regulering og videre at 100 l/s i minstevannføring (MV) ble innført i 2012.

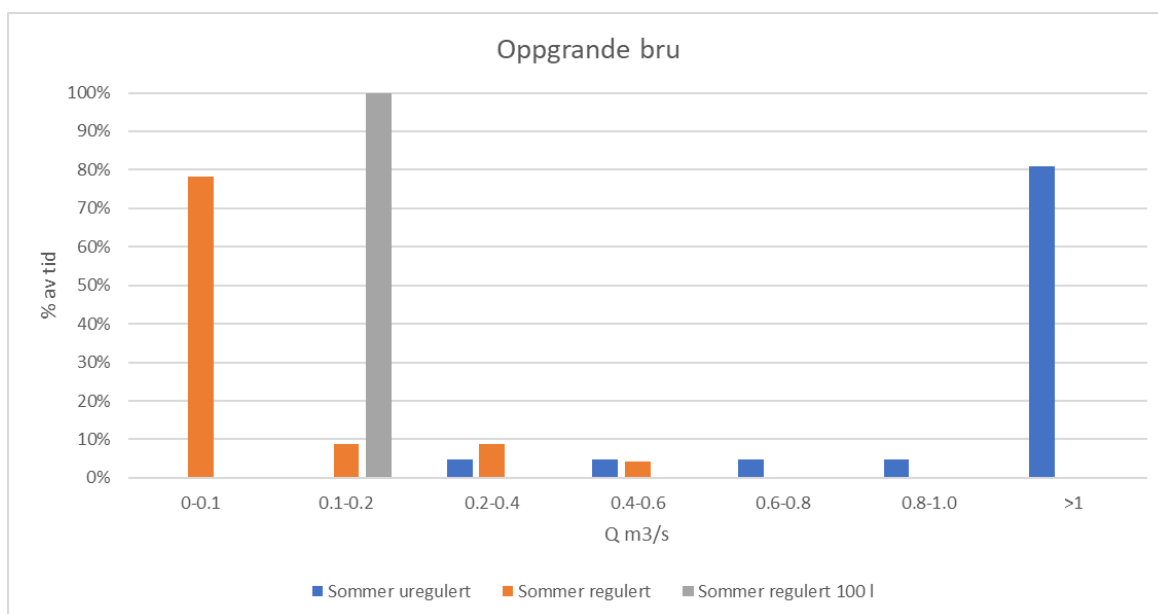
	Før regulering (målinger fra 1916-1931 og 1979-1984)	Før regulering basert på NEVINA	Etter regulering uten MV-krav (1984-2006)		Etter regulering, med 50/100 l/s MV-krav (2007- 2011)		Etter regulering, med 100 l/s MV-krav (2012-2021)	
	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	Endring [NEVINA]	[m ³ /s]	Endring [NEVINA]	[m ³ /s]	Endring [NEVINA]
Oppgrande Bru								
Vinter	1.22	0.64	0.07	-95% [-89%]	0.19	-87% [-70%]	0.18	-88% [-72%]
Sommer	1.00	0.60	0.03	-98% [-95%]	0.10	-94% [-83%]	0.3	-81% [-50%]
Nedstrøms Lille Meltingen								
Vinter	1.25	0.60	0.07	-95% [-88%]	0.11	-92% [-82%]	0.19	-87% [-69%]
Sommer	1.09	0.58	0.03	-98% [-95%]	0.06	-96% [-90%]	0.13	-92% [-78%]
Oppstrøms Lille Meltingen								
Vinter	0.87	0.46	0.01	-99% [-98%]	0.12	-90% [-74%]	0.12	-90% [-74%]
Sommer	0.89	0.47	0.01	-99% [-98%]	0.06	-95% [-87%]	0.11	-91% [-76%]
Liafossen								
Vinter	0.80	0.43	0.01	-98% [-98%]	0.11	-90% [-75%]	0.11	-90% [-75%]
Sommer	0.87	0.45	0.00	-100% [-100%]	0.06	-95% [-87%]	0.10	-92% [-78%]

Dataserien fra målestasjonen ved Oppgrande bru før regulering består av 15 år fra 1916-1931 og nyere måleserie fra 1979-1984. Første delen viser høyere verdier. Analysen av laveste ukemiddel basert på målte verdier ved Oppgrande bru før regulering, får en høyere vannføring enn det en skulle forvente sett opp mot nedbørfeltets størrelse og forventet lavvannsindeks for feltet. Dette kan skyldes usikkerhet i måledata fra denne perioden. For vurdering av lavvannsverdier benyttes det dermed vannføringstall basert på Nevina, som gir mer forventede verdier.

Figur 3-26 og figur 3-27 viser frekvensfordeling med den %-vise tiden av hver reguleringssituasjonens laveste ukemiddel ligger innenfor gitte vannføringsintervall. Dette illustrerer i hvor stor grad laveste ukemiddel har endret seg fra naturlig situasjon til etter reguleringen og ved endring i minstevannføring. Tilsvarende grafer sommer og vinter for de fire målestasjonene i Mossa finnes i vedlegg 7.



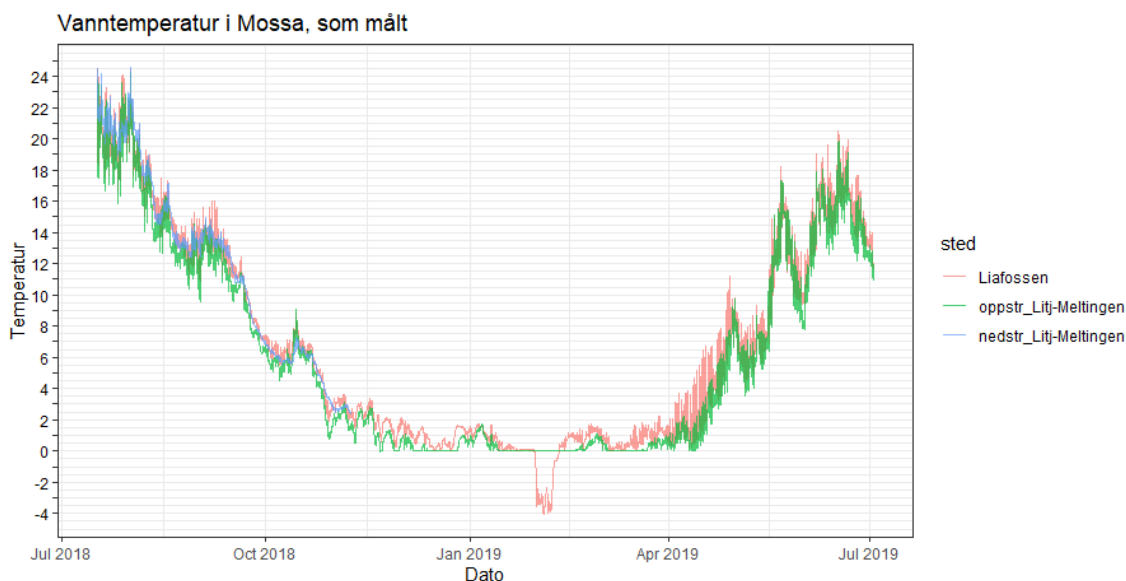
Figur 3-26. Frekvensfordeling som viser den %-vise tiden den laveste ukesmiddel vinter er i forskjellige vannføringsintervaller før og etter regulering og ved forskjellige minstevannføringsslipp like oppstrøms Lille Meltingen. Blå søyle viser naturlig situasjon, mens oransje søyle viser i regulert tilstand uten minstevannføring. Grå og gul søyle viser regulert situasjon med hhv. 50 l/s og 100 l/s slipp av minstevannføring.



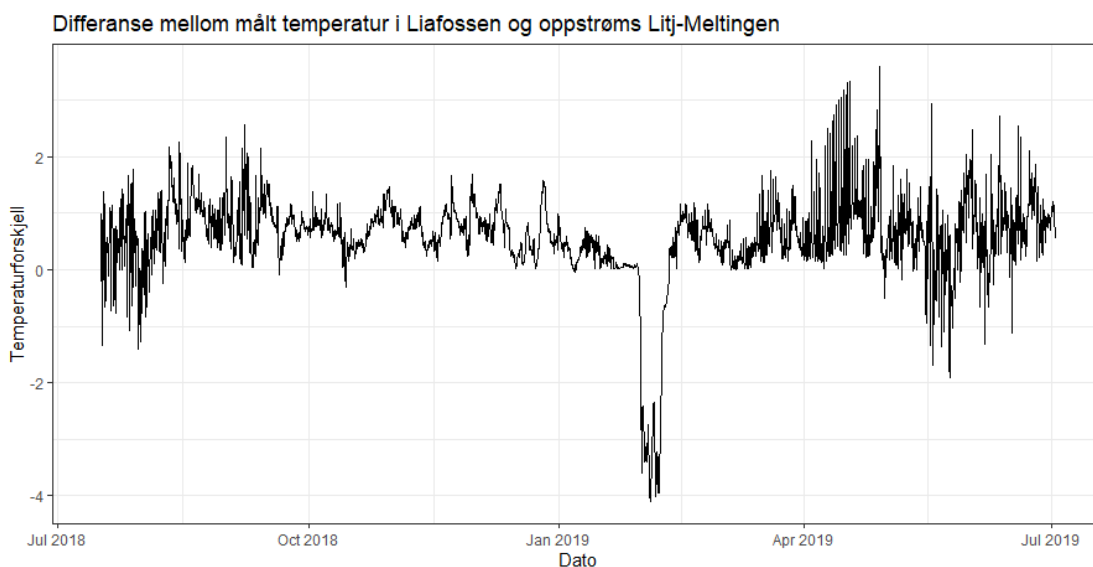
Figur 3-27. Frekvensfordeling som viser den %-vise tiden den laveste ukesmiddel sommer er i forskjellige vannføringsintervaller før og etter regulering og ved forskjellige minstevannføringsslipp ved Oppgrande bru. Blå søyle viser naturlig situasjon, mens oransje søyle viser regulert situasjon uten minstevannføringsslipp og grå søyle med 100 l/s i minstevannføring.

3.6 Vanntemperatur

Målinger av vanntemperatur på tre lokaliteter i Mossa gjennom et år viste høyeste vanntemperatur på 24,6°C like nedstrøms Lille Meltingen, mens laveste vanntemperatur ble målt til like over frysepunktet vinterstid (figur 3-28). Det var betydelige svingninger i vanntemperatur gjennom samme døgn i sommerhalvåret, der største temperaturforskjell på samme døgn var på 7,3°C oppstrøms Lille Meltingen sommer 2018. Det var generelt noe varmere vanntemperatur på stasjonen ved Liafossen enn oppstrøms Lille Meltingen, som fremgår av figur 3-29. Vanntemperaturen var høy i juli 2018, også kjent som «tørkesommeren» hvor gjennomsnittstemperaturen i Trøndelag ifølge klimadata var 2,6 grader høyere enn normalen (SeKlima). Påfølgende sommer (2019) var temperaturene mer normale.



Figur 3-28. Målt vanntemperatur ved Liafossen (rød linje) og oppstrøms Lille Meltingen (grønn linje i perioden juli 2018 - juli 2019). Blå linje viser målt temperatur nedstrøms Lille Meltingen, men denne stasjonen sluttet å fungere i oktober 2018.

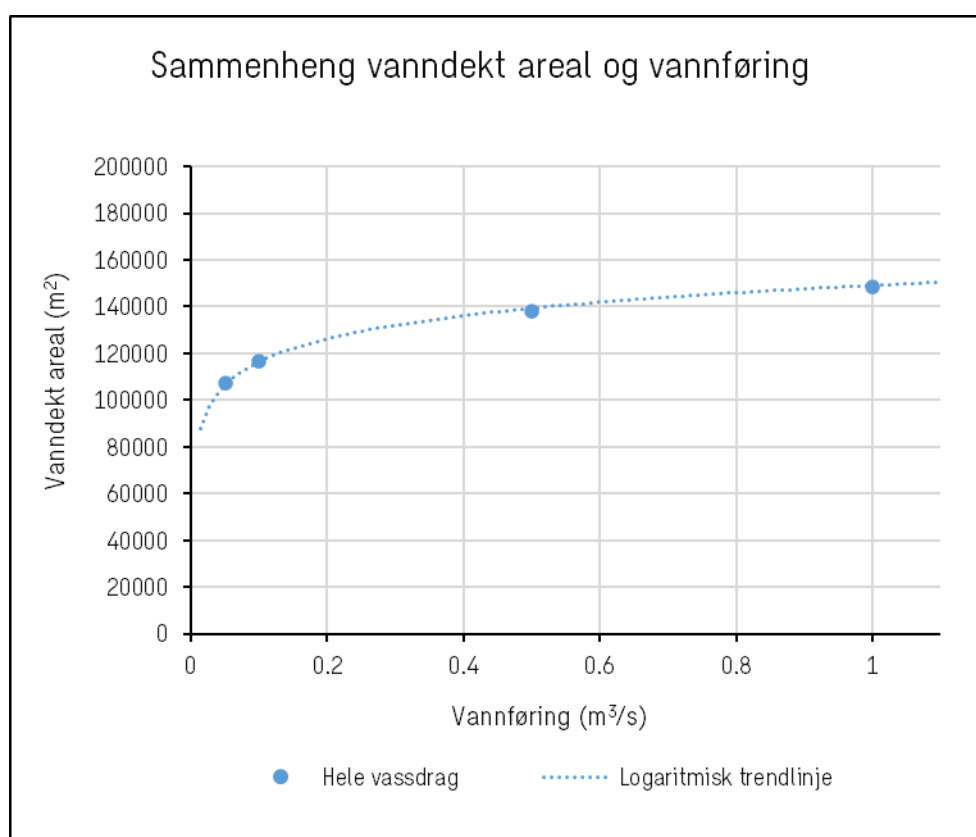


Figur 3-29 Differanse mellom målt temperatur i Liafossen og oppstrøms Lille Meltingen i perioden juli 2018 – juli 2019. Stor temperaturforskjell i periode vinterstid skyldes at logger har blitt utsatt for frost.

3.7 Hydraulisk modell

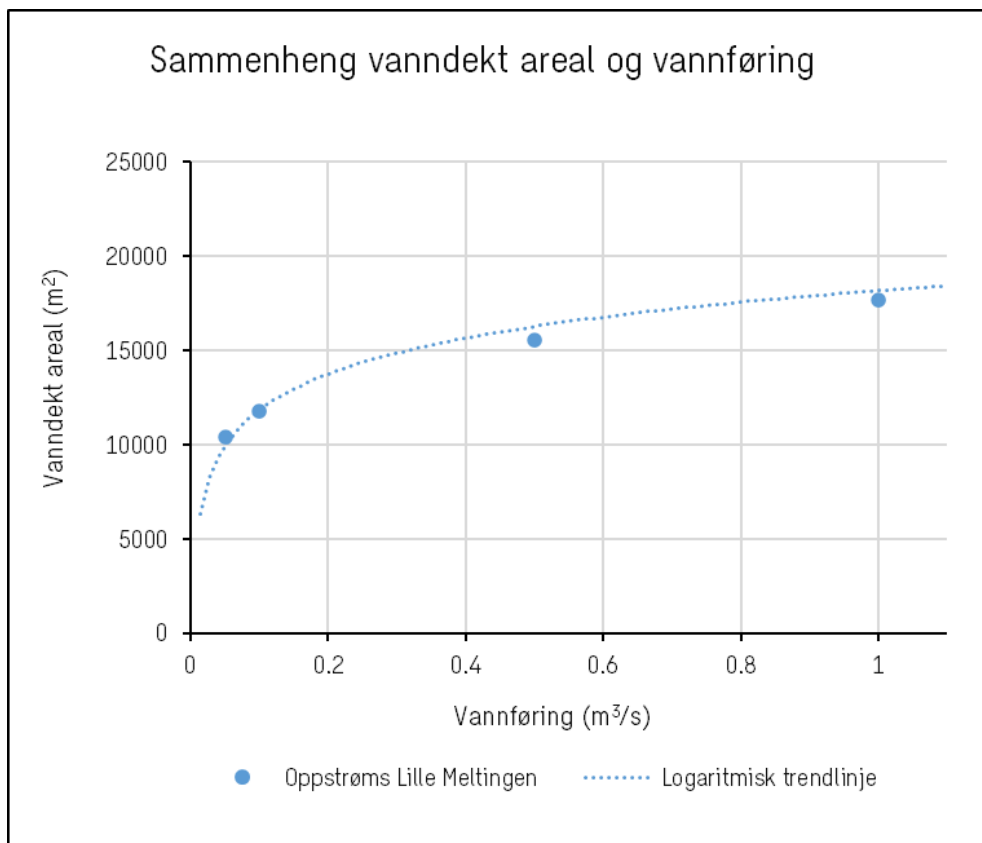
3.7.1 Sammenheng vannføring og tørrlagt areal

Basert på hydraulisk modellering er det beregnet sammenhengen mellom vannføringen i vassdraget og vanddekt areal. Dette forholdet avhenger i stor grad av vassdragets utforming, men vil i de fleste elver tilsvarende Mossa gi høy %- vis økning av arealet ved lave vannføringer, før dette forholdet flater ut ved stigende vannføringer. Som det fremgår av figur 3-30 er dette også gjeldende for Mossa, der en ser at vanddekt areal stiger bratt i starten av kurven, med mer utflating mellom 0,1 m³/s til 0,2 m³/s. En økning i vannføring i vassdraget fra 0,05 m³/s til 0,1 m³/s (fordobling) gir en samlet økning på 9 % per 50 liter, mens økning fra 0,1 m³/s til 0,15 m³/s gir vel økning tilsvarende 2 % pr. 50 liter.



Figur 3-30. Sammenheng mellom vanddekt areal og vannføring for tre utvalgte elvestrekninger i vassdraget basert på hydraulisk modellering.

Tilsvarende ser en også fra beregninger fra hvert segment, illustrert med graf fra en utvalgt strekning oppstrøms Lille Meltingen i figur 3-31. Her ser en utflating av kurven mellom 0,2 – og 0,4 m³/s. Vedlegg 7 innehar grafer for vanddekt areal ved forskjellige vannføringer i hvert elvesegment. Vedlegg 3 viser vannføringsbilder fra de fire stasjonene i Mossa, der det fremgår hvordan vanddekt areal øker mest ved økt tilsig til de lavere vannføringene, men dette flater mer ut ved høyere vannføringer.

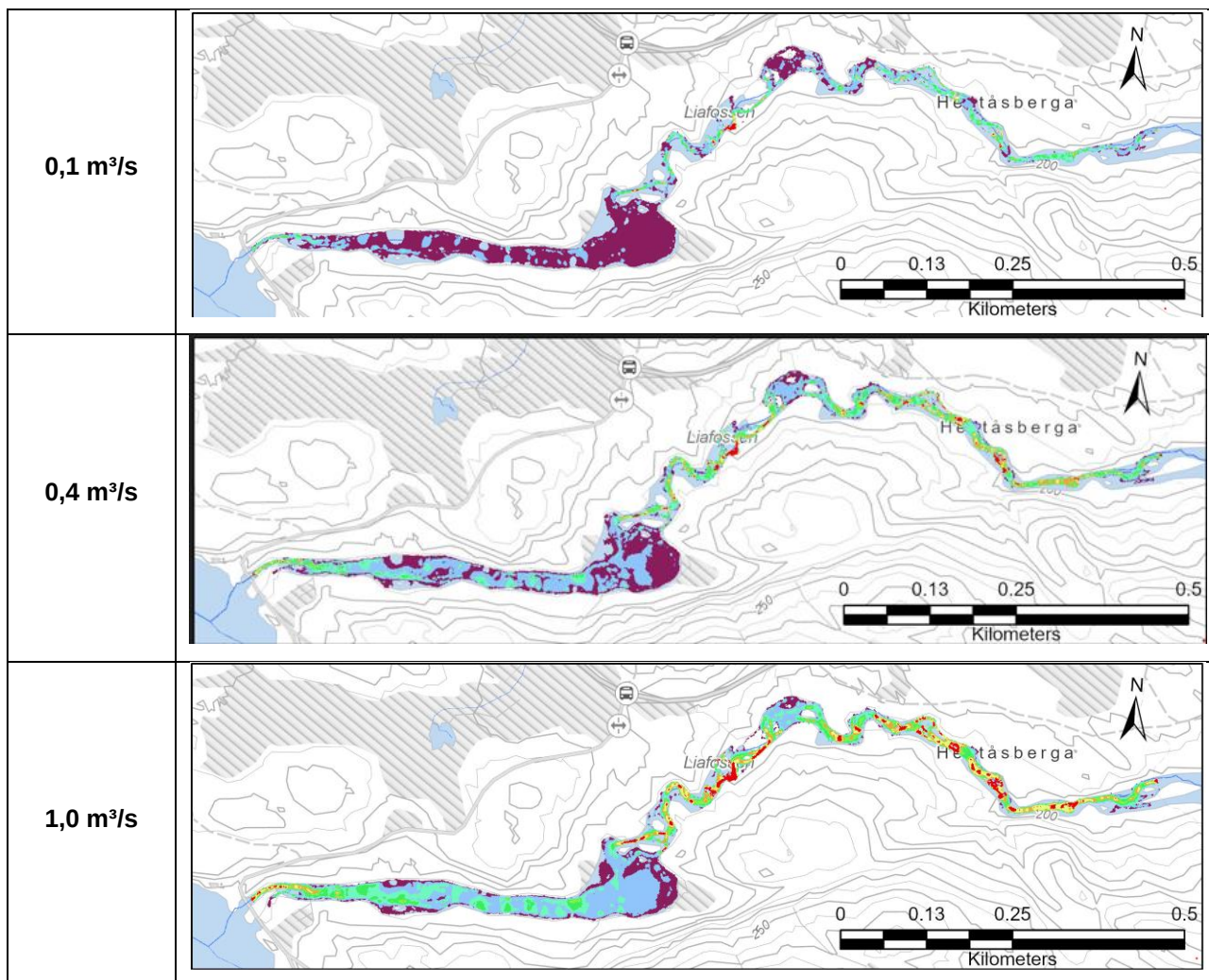


Figur 3-31. Sammenheng mellom vanndekt areal og vannføring for en utvalgt strekning like oppstrøms Lille Meltingen basert på hydraulisk modell.

3.7.2 Hydrauliske parametere

Ved bruk av hydraulisk modell kan en modellere inn viktige parametere som styrer egnethet for lakseproduksjon som vanndybde og vannhastighet på utvalgte områder ved forskjellige vannføringer i elva. Ettersom hovedutfordringen ligger i øvre del av elva er det denne delen av Mossa det er fokus på. Strekninger nedstrøms Lille Meltingen har et betydelig restfelt og de hydrauliske og hydrologiske forholdene her vil være mer tilpasset lakseproduksjon enn i øvre del.

I eksempelet i figur 3-32 fremgår modellerte vannhastigheter i øvre deler av Mossa ved forskjellige vannføringer. Tilsvarende er modellert for dybde for å vurdere funksjon av de vanndekte arealene. Slike resultater er benyttet ved vurdering av egnethet for laksefisk ved forskjellig vannføringer i denne delen av elva.



Figur 3-32. Modellerte vannhastigheter i øvre del av Mossa ved slipp av hhv 0,1, 0,4 og 1,0 m³/s fra Åfjorden. Tilsig fra restfeltet på strekningen er ikke medregnet, men dette regnes som minimalt. Lilla og blå viser sakteflytende partier (0-0,2 m/s), grønn og oransje viser vannhastigheter mellom 0,2 - 0,6 m/s, mens rødt og gult viser vannhastigheter som overstiger 0,6 m/s.

4 Diagnose

Hovedmålet med diagnosen er å identifisere habitatmessige- og hydrologiske flaskehals for lakseproduksjon, samt flaskehals som oppstår i samspillet mellom habitatforhold og hydrologiske forhold. I diagnosekapitlet vurderes først habitatflaskehalsene, deretter hydrologiske flaskehals og avslutningsvis en endelig diagnose.

Det vurderes egne diagnoser for øvre del av Mossa (Liafossen – Lille Meltingen), midtre del (Lille Meltingen – Oppgrande bru), og nedre del (Oppgrande bru – Utløp fjorden), samt samlet diagnose.

Ungfiskundersøkelser gjennomført i vassdrag kan både understøtte vurderinger gjort opp mot habitat- og hydrologiske flaskehals. Vurderinger fra gjennomførte ungfiskundersøkelser i Mossa opp mot diagnose inngår i teksten under.

4.1 Habitatflaskehals

Bestandsregulering av laks og ørret i elver avhenger av tilgang til passende habitat gjennom hele livsfasen fra rogn, oppvekst, vandring og til gyting. De to viktigste habitatfaktorene i miljødesign er tilgangen på gyteområder og skjultilgang under oppvekst. For begge faktorene er både total mengde og romlig spredning viktig i bestandsreguleringen.

4.1.1 Skjul

Skjulumålingene og visuell skjønnsmessig vurdering av skjul viste varierende mye og moderat skjultilgang på øvre segment. Det er også enkelte partier med mindre skjul. Midtre del er storsteinet på det meste av strekket som gir mange og dype hulrom og gode skjulforhold for ungfisk. Nedre del varierte noe mer, men viste også her stedvis gode skjulumuligheter og ble samlet vurdert til å ha moderat til mye skjul. Kart som viser samlet skjultilgang for hvert elvesegment fremgår av vedlegg 2.

Vurderingene tilsvarer resultatene fra tidligere bonitering (Berger 2010) som anslo at vel 45 % av øvre del bestod av såkalt oppvekstsubstrat, da definert som størrelser som er større enn 16 cm. I midtre del vurderte Berger (2010) to av de undersøkte stasjonene til å ha over 90 % oppvekstsubstrat, mens samlet var 80 % av arealet dekket av tilsvarende substrat. Nedre del vurderte Berger at elvearealet var dekket med 65 % oppvekstsubstrat, noe som tilsvarer våre vurderinger. Variasjoner mellom resultater fra undersøkelser gjennomført i 2018 og tidligere undersøkelser kan i stor grad skyldes at Berger kun har vurdert substratstørrelser, samt arealer tilknyttet el-fiskestasjoner.

Samlet sett vurderes Mossa å ha moderat til mye skjulumråder.

Habitat med betydelig mengde skjul er gode oppvekstområder for ungfisk, og det kan forventes tilnærmet korrelerende økende tettheter av ungfisk ved økt tilgang på skjul. Dette er avhengig av at det er god romlig sammenheng mellom forekomst av gyteområder og skjul, og at de hydrologiske forutsetningene er til stede. Årsaken er at yngel og ungfisk har begrenset mobilitet og flytter seg kort og gradvis fra klekkestedet. Med økende størrelse øker mobiliteten. Til tross for at Mossa er vurdert å ha moderat til mye skjul, viser ungfiskundersøkelser lave tettheter av laks ungfisk på de fleste stasjonene gjennom undersøkelsesperioden. Spesielt har midtre del gode skjulumråder, men dette er den delen av vassdraget med minst fangst av årsyngel og ungfisk av laks. For ørret derimot er situasjonen noe annerledes. Det er beregnet noe høyere tettheter på stasjoner med godt skjul, eksempelvis i midtre del. Ørret har større toleranse for lave vannhastigheter enn laks og mindre krav til areal for gyteområde. Dette medfører at midtre del kan brukes av ørret noe som gir den romlige sammenhengen som kreves for å tilføre ungfisk til disse områdene. Flere av fiskestasjonene ligger i tilknytning til Stokkleivvatnet og Lille Meltingen, og det kan forventes at disse blir brukt som oppvekstområder for ungfisk. Det er ikke gjennomført undersøkelser her og det er dermed ikke kjent i hvor stor grad ørret og laks benytter seg av disse i Mossa-systemet.

Vegetasjon i elva kan gi skjulområder for ungfisk, men samtidig kan det påvirke hulrom negativt hvis forekomsten av vannplanter blir for stor. Spesielt i øvre deler kunne det observeres økte forekomster av vegetasjon. Dette var gjerne tilknyttet områder der substratet er delvis eller helt tildekket av organisk materiale. Det ble også observert flere steder der finkornet sand i elvegrusen reduserte andel hulrom og oppvekstområder betraktelig. Slik ansamling av organisk materiale på elvebunn og finkornet sand i substratet kan knyttes til reduserte vannhastighet og fravær av flomepisoder som rensker elvebunn og skaper bevegelse i substratet.

I tabell 4-1 fremgår vurdering av samlet skjultilgang i tre elvesegmenter basert på skjulundersøkelser og skjønnsmessig vurdering der øvre og midtre del tildeles hhv. moderat og mye skjultilgang. Nedre del varierer betydelig, og havner i grensesjikt mellom moderat og mye, men tildeles moderat skjultilgang.

Tabell 4-1. Vurdering av samlet skjultilgang for ungfisk i øvre- (Liafossen - Lille Meltingen), midtre- (Lille Meltingen – Oppgrande) og nedre del (Oppgrande – utløp i fjorden) av Mossa. Ref. tabell 2 i Håndbok for miljødesign (Forseth & Harby 2013)

Segment	Vurdering samlet skjultilgang
Øvre	Moderat
Midtre	Mye
Nedre	Moderat

4.1.2 Gyteområder

Mengden gytehabitat i hvert elveareal og avstand mellom disse utgjør en bestandsregulerende faktor. Ettersom det ikke er gjennomført gytegroptelling er det ikke identifisert områder der det faktisk gytes, men heller arealer der det kan være potensielle for dette basert på substrat, vanndybde og vannhastighet.

I øvre områder ble det registrert en rekke arealer som kunne hatt potensielle som gode gyteområder basert på substrat, der det var rikelig med substrat i kategori 2 (grus og småstein, 2-12 cm). Spesielt forventes det at arealene oppstrøms- og ved utløpet av Stokkleivvatnet har gode kvaliteter, samt områdene nedstrøms Liafossen og oppstrøms Lille Meltingen. Dette passer også med vurderinger gjennomført av Berger (2010), der 46,7% av substratet ble definert som gytesubstrat. Likevel er det betydelige områder som mister sin verdi som gyteområde på grunn av virkninger som er tilknyttet lave vannføringer. Dette viser seg i lav vannhastighet, liten dybde eller betydelig med begroing og finmateriale i substratet. Flere potensielle gytearealer er redusert i utstrekning, mens på andre potensielle lokaliteter mister hele sammenhengende arealer sin betydning som gyteområde. Øvre del av Mossa vurderes dermed å ha rikelig med gytesubstrat, men vannføringsforholdene medfører at mengden av gyteområder er liten. Dette sammenfaller også med resultatene av ungfiskundersøkelsene, der en kun enkelte år, eksempelvis 2018, ser noe fangst av årsyngel laks, mens i andre år er slik fangst fraværende. Også i år med fangst på disse stasjonene er det kun registrert lave tettheter av årsyngel gjennom ungfiskundersøkelsen. Hvert år er det derimot registrert 0+ av ørret og da i noe høyere tettheter enn laks. Ørret krever mindre arealer enn laks for gyting, og er også tilpasset lavere vannhastigheter enn laks. Ørret har også en klar tendens til å kunne utnytte små bekker til gyting og oppvekst sammenliknet med laks.

Områdene i midtre del av Mossa på strekningen Lille Meltingen – Oppgrande er preget av noe høyere fallgradient, elven er mer stri og substratet består i hovedsak av storstein eller fjell. Det er flere mindre lommer (<1 m²) med passende gytesubstrat på elvebunn uten at dette fremstår som gode gyteområder. Det ligger en del gytesubstrat i elvekant og på tørrfallsområder som er vanddekket ved høyere vannføringer. Ungfiskundersøkelsene viser kun registrering av 0+ laks enkelte år og da med svært lave tettheter. Unntaket er nederste stasjon like oppstrøms Oppgrande der det er registrert noe årsyngel. Der er det bedre potensial

for gyting grunnet redusert fallgradient og mer passende substrat. Ungfiskundersøkelsene viser noe årsyngel av ørret på strekningen og at det da har vært noe mer suksess i gyting her sett opp mot laks. Vurderingene stemmer godt overens med vurderinger i 2010 der Berger (2010) har vurdert ca. 13 % av substratet til å være gytesubstrat, men da tilknyttet mindre lommer.

I nedre del er det spredte områder med potensiale for gyting. Det er ingen større sammenhengende områder, men mer flekkvis spredte arealer som tilfredsstillende krav til både substrat, forventet vannhastighet og vanddybde. Berger (2010) vurderte at det var gjennomsnittlig 26 % gytegrus i substratet, der deler av dette var tørrlagt, som er i samsvar med våre vurderinger.

Spredningen av gyteområdene har stor effekt på fiskeproduksjon fordi yngelen har begrenset evne til å flytte seg. Den tetthetsavhengige dødeligheten nær gyteområder kan dermed bli høy, samtidig som områder lengre unna gyteområder har få eller ingen yngel. Er det høy romlig spredning mellom gyteområder medfører det arealer der det ikke forekommer årsyngel. Vi antar at yngelen i hovedsak etablerer seg innenfor 200 meter fra gyteområdet, og ved økende avstand reduseres sannsynligheten for at yngelen ikke sprer seg nok til at bærenivået for yngel blir utnyttet.

Tabell 4-2 viser klassifisering av gytehabitat på hver strekning basert på mengde gyteareal, og romlig spredning mellom disse. Til tross for gjennomsnittlig liten avstand mellom potensielle gyteområder i øvre del, medfører vannføringsforhold at mengden gytehabitat vurderes som liten. Med støtte i ungfiskundersøkelsene settes samlet vurdering for øvre del til lite gytehabitat. I midtre del er det lite gytegrus og gjennomsnittlig stor spredning, og derfor lite gytehabitat. Nedre del har mindre spredte områder med gytehabitat og vurderes i grensepunkt mellom lite og moderat gytehabitat, men satt til moderat.

Tabell 4-2. Vurdering av samlet klassifisering av gytehabitat med bakgrunn i gytearealets størrelse (innenfor hvert segment) og spredning (avstand mellom gytehabitat). Basert på Ref. tabell1 i Håndbok for miljødesign (Forseth & Harby 2013).

Segment	Gjennomsnittlig avstand mellom gytehabitat	Mengde av gytehabitat	Samlet vurdering
Øvre	Liten (< 200 m)	Lite	Lite gytehabitat
Midtre	Stor (> 500 m)	Lite	Lite gytehabitat
Nedre	Moderat (200-500 m)	Moderat	Moderat gytehabitat

4.1.3 Oppsummering habitatflaskehals

Basert på klassifisering av mengde og spredning av gytehabitat og skjul kan man identifisere på hvilket stadium bestandsreguleringen mest sannsynlig skjer. Man kan også vurdere vassdragets sannsynlige produktivitet og om flaskehalsene primært er knyttet til tilgang på gytehabitat eller tilgang til skjul, til begge eller ingen av dem. Dette fremgår av tabell 4-3. Habitatflaskehalsen er vurdert til tilgang på gytehabitat i øvre og midtre del, mens det er tilgang til skjul og gytehabitat som er begrensende i nedre del.

Tabell 4-3. Identifisering av sannsynlig stadium for bestandsregulering ut fra mengde og fordeling av gytehabitat og skjultilgang. Vurderingen av skjul og gytehabitat baserer seg på tabell 4-1 og tabell 4-2.

Segment	Skjul	Gytehabitat	Stadium bestandsregulering	Produktivitet	Habitatflaskehals
Øvre	Moderat	Lite	Yngel	Lavproduktivt	Gytehabitat
Midtre	Mye	Lite	Yngel	Moderat produktiv	Gytehabitat
Nedre	Moderat	Moderat	Yngel + Parr	Moderat produktiv	Gytehabitat og skjultilgang

I henhold til metodikk i Miljødesign kan bestandsdata gjennom ungfiskundersøkelser benyttes inn mot vurderingene av habitatflaksehals. Tetthetsestimatene fra ungfiskundersøkelsene bekrefter at det er yngel som er bestandsregulerende på øvre del av Mossa ettersom det er lave beregnede tettheter og flere år uten fangst av årsyngel her. En kunne forventet noe høyere fangst av ungfisk laks i øvre del ettersom det settes ut betydelig mengde yngel i disse områdene og det er rikelig med skjul. Det er usikkert rundt fiskens bruk av Lille Meltingen og Stokkleivvatnet. Likevel bekrefter ungfiskundersøkelsene den lave produktiviteten av laks i vassdragets øvre del. Det er også i øvre del at fraføringen av vann har mest negativ effekt ettersom restfelt bidrar med betydelig vann inn i Lille Meltingen gjennom Tverrelva. Mangel på gytehabitat begrenser produksjonen av laks, spesielt i midtre del noe som bekreftes av ungfiskundersøkelsene. Nedre del har generelt lave tettheter av årsyngel. I 2022 var det ingen fangst av årsyngel i dette området, og det er ikke funnet noe årsak til ingen påvist gyting i 2021. Lite gytefisk kan være en av grunnene, uten at det ble gjort spesifikke gytefiskvurderinger dette året.

Ungfiskundersøkelser kan støtte opp under vurderingene rundt habitatflaskehals og gi mer informasjon om stadium for bestandsregulering og flaskehals på utvalgte elvestrekninger. I miljødesign benyttes forholdet mellom andelen 0+ og andelen ungfisk (parr 1+) til å beskrive hva som er begrensende stadium. I Mossa er det satt ut yngel i øvre og midtre deler av elva siden 2010. Dette medfører at bestandsdata fra elven forskyver den naturlige bestandsreguleringen, og kan dermed ikke benyttes som grunnlag for vurdering av dette.

4.2 Hydrologiske flaskehals

Hydrologiske forhold i elva setter begrensninger i bestandsreguleringen av laks og ørret i elver. I miljødesign knyttes dette opp mot forhold som vannføring i forskjellige livsfaser hos laksen, vanndekt areal og kvaliteten på områder gjennom temperatur og vannhastighet.

4.2.1 Vannføring

I en sammenstilling av erfaringer fra en rekke mindre vassdrag i Norge har Karlsson mfl. (2023) vurdert at vassdrag med årsmiddelføring > 0,6 m³/s har potensiale for å ha en egen genetisk laksebestand, mens under dette er anadrome vassdrag tilpasset mer sjørrvassdrag. Ved forekomst av innsjøer i vassdraget er tilsvarende terskel 0,3 m³/s. Dette er kun grove generelle terskelverdier som varierer i stor grad mellom vassdrag. For Mossa estimeres årsmiddelvanføring før regulering til å være ca. 5,7 m³/s ved utløpet i fjorden, mot 1,9 m³ etter regulering, og det anses som realistisk med egne stammer av laks i vassdraget. Hvis en vurderer disse terskelverdiene mot middelvannføring i øvre del av vassdraget anses forholdene som mindre egnet for laks. Likevel er ikke disse terskelverdiene fra Karlsson (2023) direkte overførbare til vurdering av deler av vassdrag.

Vanndekt areal varierer med vannføring, men formen på sammenheng er avhengig av elvesengas profil. I utgangspunktet er det tilnærmet proporsjonalitet mellom vanndekt areal og fiskeproduksjon, og en vurderer dermed elveprofil ut ifra hvordan den responderer på endrede vannføringer. Basert på kurver i kapittel 3.7 ser en sammenheng for hele anadrom strekning. Det vurderes at alle segmenter har moderat bratt sammenheng, men dette avhenger av hvilken vannføring en vurderer. I store deler gir økning i vannføring tilgang på nye områder ved lave vannføringer.

Lavvannsperioder sommer og vinter vurderes som bestandsregulerende ettersom det medfører reduserte arealer med funksjonsområder for fisk, med følgende økt fisketetthet, som kan gi redusert vekst (sommer) og/eller overlevelse (sommer og vinter). En ukes varighet av lave vannføringer anses å gi varig effekt. I vurdering av hydrologiske flaskehals klassifiserer miljødesign graden av flaskehals basert på endring i laveste ukemiddel sommer og vinter (Tabell 7 i håndbok for miljødesign). I henhold til denne metodikken utgjør redusert lavvannføring > 60 % sommerstid og > 50 % vinterstid en sterk hydrologisk flaskehals. Basert på tabell 3-11 utgjør reduksjon i laveste ukemiddel fra før regulering over 60 % etter regulering i øvre og midtre deler av vassdraget, med noe redusert påvirkning lengre ned i vassdraget. Minstevannføring reduserer denne reduksjonen noe, men fortsatt er reduksjonen over 60 % i disse delene av vassdraget. I nedre deler bidrar restfeltet og spesielt tilførsel fra Skjerva at denne flaskehalsen reduseres. Redusert laveste ukemiddel sommer og vinter vurderes dermed å være flaskehals for alle deler av vassdraget.

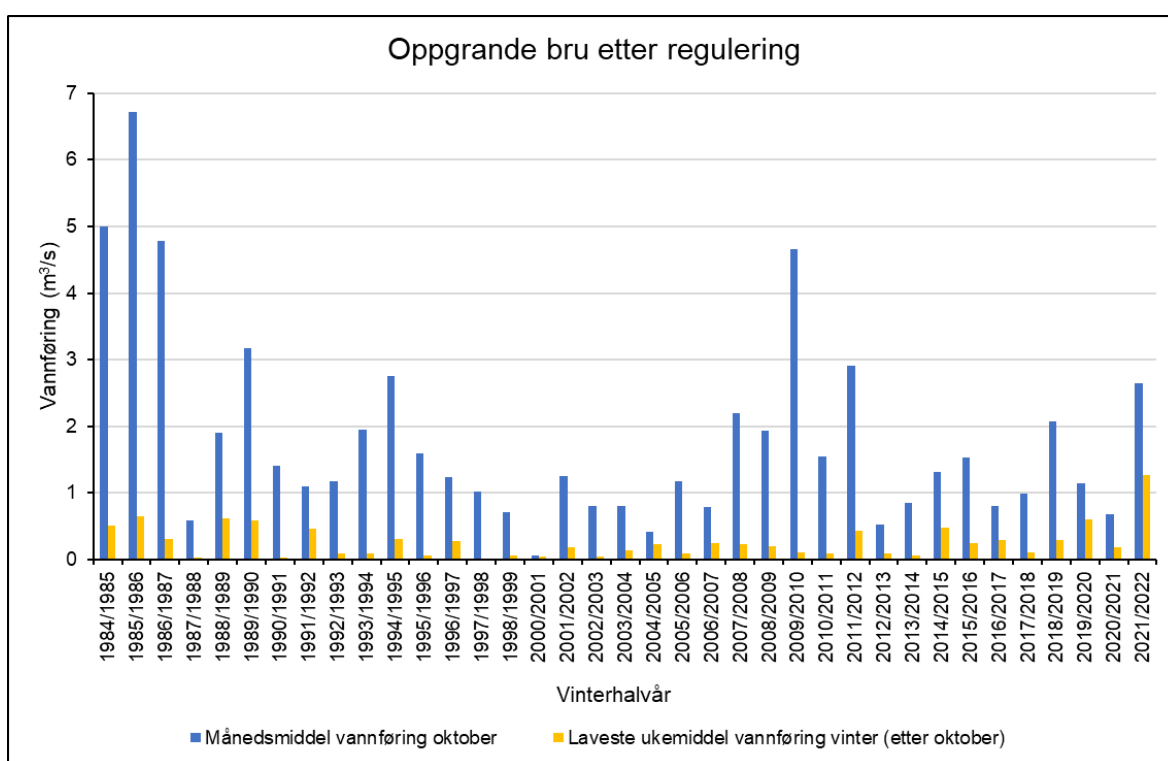
Tabell 4-4. Vurdering av bestandseffekt grunnet reduksjon i laveste ukemiddel vannføring sommer og vinter for de tre segmentene i Mossa.

Segment	Reduksjon i laveste ukemiddel sommer/ vinter inkl. mvf	Bestandseffekt
Øvre	Begge > 60 %	Sterk flaskehals
Midtre	Begge > 60 %	Sterk flaskehals
Nedre	Sommer 50 %, vinter 72 %	Moderat flaskehals*

* Reduksjon i laveste ukemiddel er beregnet for Oppgrande bru, og tar ikke hensyn til betydelig restfelt fra Skjerva som bidrar med vann til nedre deler. Bestandseffekten nedjusteres dermed for disse områdene

Laveste ukemiddel benyttes også inn i vurderinger knyttet til gytevannstand som flaskehals. Dersom vannstanden faller mye etter gyting kan dødeligheten bli stor på egg og plommeseekyngel som ligger i grusen.

Fraføringen av vann i Mossa reduserer vannføringen ved gytetidspunktet og laveste ukemiddel. Dette gjør at fisken gyter på et mer begrenset areal enn tidligere, men samtidig utsettes større deler av elvearealet for tørrlegging og /eller innfrysing vinterstid. I henhold til miljødesign kan man på bakgrunn av mengde gytehabitat og forventet vannstandsreduksjon klassifisere i hvilken grad eggoverlevelsen utgjør flaskehals. Figur 4-1 viser dette forholdet i dagens situasjon og en ser stor variasjon i vannføring. Ettersom fraføringen av vann både reduserer vannføring i gytetiden og ved laveste ukemiddel vurderes forhold etter regulering å være i samme tallsjikt som før regulering. Av andre faktorer spiller vassdragets dempningseffekt og høyde over havet i form av vinterregn/snø en betydning i endrede forhold før og etter regulering, men disse to faktorene antas å omtrentlig utjevne hverandre i dette forholdet. Miljødesign viser til klassifiseringen som en funksjon av andel gytehabitat og vannstandsreduksjon. Ettersom det nå er lite gytehabitat i øvre og midtre del vurderes flaskehalsen til å være moderat, uten at nærmere analyser av vannstandsending er foretatt. Før regulering var det mer tilgjengelig gyteareal i spesielt øvre del, noe som iht. miljødesign (tabell 8) reduserte flaskehalseffekten. Vurderinger fremgår av tabell 4-5.



Figur 4-1. Månedsmiddel vannføring i oktober i blå og laveste ukemiddel vannføring for vintersesongen ved Oppgrande bru.

Tabell 4-5. Vurdering av flaskehalseffekt grunnet variasjon i vannføring i gytetiden og i laveste ukemiddel vinter.

Segment	Mengde gytehabitat/vannstandsreduksjon	Flaskehals
Øvre	Lite/< 30 cm*	Moderat flaskehals
Midtre	Lite/< 30 cm	Moderat flaskehals
Nedre	Moderat/< 30 cm	Svak/moderat flaskehals

* Det er ikke gjennomført analyser av vannføringsreduksjon så det er usikkerhet rundt denne vurderingen.

Vannføringsforhold under smoltens utvandring om våren kan påvirke smoltoverlevelsen. Høy og variabel vannføring gir rask og synkron utvandring i løpet av relativt få dager noe som reduserer smoltdødeligheten. Studier har vist at det i flere elver derimot er temperaturøkning som er den primære miljøfaktoren som bestemmer tidspunkt for utvandring (ref. miljødesign). Restvannføringer medfører at vannføringsendringer i stor grad blir opprettholdt i midtre og nedre del av elva. Unntaket er i øvre del av vassdraget der vannføringen i deler er begrenset til minstevannføringen + tilsig til Åfjorden. Ettersom vannføringsendringene i alle tilfeller overstiger 50 % og det forventes fortsatt > 60% variasjon i vannføring i midtre og nedre deler av vassdraget vil det i henhold til tabell 10 i Håndbok for miljødesign vise at vannføring under smoltutvandringen har moderat negativ virkning på smoltoverlevelse. Øvre del har mindre variasjon i vannføring og følgelig stor negativ påvirkning. Tabell 4-6 oppsummerer graden av reguleringens grad av negativ påvirkning. Det er betydelig usikkerhet rundt disse vurderingene ettersom økning i temperatur også spiller inn her. Det vurderes her at til tross for at prinsippene rundt disse vurderingene iht. Miljødesign gir betydelig negativ påvirkning, er vår erfaring at dette er mer gjeldende tilknyttet noe større vannforekomster enn Mossa, der det da er større mengder smolt som må bevege seg mer i de frie vannmassene. I Mossa som i stor grad er relativt grunn elv vandrer laksen med umiddelbar tilgang til skjul, noe som kan redusere denne negative påvirkningen.

Tabell 4-6. Vurdering av endring i vannføringsforhold under smoltutvandringstiden

Segment	Vannføringsforhold under smoltutvandring
Øvre	Moderat negativ påvirkning*
Midtre	Moderat negativ påvirkning*
Nedre	Moderat negativ påvirkning*

* Redusert i forhold til metodikk grunnet erfaring fra mindre elver som Mossa.

Redusert flommer kan i et lengre tidsperspektiv medføre redusert habitatkvalitet, både i form av nedslamming av gytehabitat og tetting av skjul. Habitatkartleggingen synliggjorde at dette spesielt var tilfelle i øvre del, der det var betydelige med organisk materiale og finsediment i substratet over store arealer. Det var i tillegg områder med mye vannvegetasjon. En kunne også se økt finsubstrat i enkelte terskelbasseng. På bakgrunn av flomanalyse kan en vurdere om endringer i flomforhold etter regulering kan ha bidratt til langsiktig produksjonsnedgang grunnet redusert habitatkvalitet. Etter håndbok for miljødesign baseres vurderingene på graden av reduksjon i flomfrekvens og reduksjon i flomstørrelse, resultater fremgår av tabell 4-7. Fraføring av vann endrer ikke vannføringsvariasjonen i like stor grad nedre del, og det er fortsatt tidvis høye vannføringer. Det blir derimot flere tilfeller der vannføringen ikke er høy nok til å tilfredsstille flombegrepet sett opp mot før regulering, og det vurderes derfor at det er middels reduksjon i flomfrekvens. Slike vurderinger tar i mindre grad hensyn til elveklasser og eksisterende substrat, og i eksempelvis midtre del der det er brattere helning og økte hydrologiske krefter forventes det mindre sannsynlighet for forringelse av habitat. Dette er hensyntatt i noe grad i vurderingen i tabell 4-7.

Tabell 4-7. Klassifisering om sannsynlighet for at endring i flomforhold etter regulering har bidratt til forringelse av habitat, basert på endringer i flomfrekvens og størrelse (fra før til etter regulering).

Segment	Sannsynlighet for at endring i flomforhold har bidratt til forringelse av habitat
Øvre	Høy
Midtre	Moderat – lav
Nedre	Moderat – lav

Det er sannsynlig at variasjon i elveklasser kan ha betydning for produktivitet av laks og ørret på en elvestrekning (Forseth & Harby 2013), og ved redusert vannføring kan dette vises iblant annet større andel grunnområder, mindre kulper og stryk, samt økt dominans av stilleflytende grunnområder. På bakgrunn av subjektiv vurdering forventes det grunnere kulper og økning i grunnområder, spesielt på øvre del. Likevel medfører elvas utforming at det ikke har blitt dominans av stillestående grunnområder, og at mye av variasjonen opprettholdes. På bakgrunn av dette settes sannsynlighet for flaskehals grunnet homogenisering til moderat for øvre del mot lav i resterende deler.

Tabell 4-8. Klassifisering om regulering har medført homogenisering av elveløpet grunnet endringer i habitatsammensetning mellom før og etter regulering.

Segment	Sannsynlighet for at homogenisering av elveløpet på grunn av regulering er flaskehals
Øvre	Moderat
Midtre	Lav
Nedre	Lav

4.2.2 Vanntemperatur

Basert på temperaturmålinger og skjønnsmessige vurderinger vil vanntemperaturer høyt oppe i vassdraget i større grad være påvirket av fraføringen av vann enn lengre ned i vassdraget ettersom det er her vannføringen er størst. Minstevannføring fra Åfjorden vil samtidig ha mer effekt høyere i vassdraget enn lenger nedstrøms, hvor restfeltet er større og bidrar med vann på strekningen. Den reduserte vannføringen i elva medfører at vanntemperaturen endres raskere avhengig av lufttemperatur. Dette vises gjennom betydelige endringer i de målte temperaturene i øvre del av vassdraget. Temperaturmålinger gjennomført i 2018 – 2019 viser høye temperaturer sommerstid 2018, og overstiger i kortere perioder det som vurderes som vekstzone for temperatur for laks. Tilsig fra høyreliggende strøk i det fraførte feltet drenerer først til Meltingen før det renner i Mossa. Innsjøens fordrøynings effekt medfører at reguleringens effekt på temperatur skyldes mindre vannføring i elva, og i mindre grad redusert temperaturpåvirkning fra høyreliggende nedbørsfelt.

Det er ikke gjennomført temperatursimuleringer for strekningen, men det er rimelig å anta at reguleringen har medført noe økning i vanntemperatur i sommerhalvåret og reduksjon i vinterhalvåret sammenlignet med før reguleringen. Redusert vannhastighet har også mest sannsynlig bidratt med tidligere isdekke. Disse temperaturendringene anses å ha mindre effekt på utviklingshastighet, og vurderes til ingen/liten effekt og ingen betydelig ny flaskehals for noen av elvesegmentene.

4.2.3 Vannføring og vanndekt areal

I henhold til håndbok for miljødesign tar en som utgangspunkt at det er tilnærmet proporsjonalitet mellom vanndekt areal og fiskeproduksjon. Dette forutsetter at nye arealer som blir tilgjengelig ved økt vannføring har tilnærmet samme habitatkvalitet som eksisterende areal. I Mossa er elveutformingen slik at dette er realiteten i store deler av elva, spesielt ved de lave vannføringene. Samtidig øker andelen av vanndekt areal i større grad pr. liter ved lave vannføringer. Elveutformingen er fortsatt tilpasset større vannføringer en dagens situasjon, og sideareal tilsvarer i stor grad vanndekt areal ved lavvannføringer. I Mossa, spesielt øvre del, er imidlertid situasjonen slik at det vanndekte arealet ofte har for liten vannhastighet og dybde til at det er egnede oppvekstområder for laksunger. Vannføringen og vanndekt areal i midtre og øvre del av elva er også så lav at voksen laks forventes å avbryte vandring.

4.3 Oppsummering Diagnose

Tabell 4-9. Oppsummerer diagnose for anadrom strekning i Mossa. Tallverdiene knyttes til grad av bestandsregulerende effekt der 1 utgjør lav/liten effekt mens 3 utgjør sterk/høy effekt.

Strekning	Lengde (km)	Stadium regulering (Y: yngel, P: parr)	Habitatflaskeness (G: gyte, S: skjul)	Produktivitet (1-3)	Betydning av vannføring (1-3)	Gytevannstand (0-3)	Sommervannføring (+, 0-3)	Vintervannføring (+,0-3)	0+ vekst (0, 2, 3)	Temperatur og smoltproduksjon	Smoltvannføring (+, 0-3)	Habitatforringelse (0-3)	Homogenisert elveløp (0-3)
Øvre Liafossen- Lille Meltingen	2,2	Y	G	1	2	2	3	3	0	1	2	3	2
Midtre Lille Meltingen- Oppgrande	4,2	Y	G	2	2	2	3	3	0	1	2	2	1
Nedre Oppgrande- utløp i fjord	1,9	Y+P	G & S	2	2	1/2	2	2	0	1	2	2	1

Samlet sett vurderes hydrologiske flaskehalsar tilknyttet lave vannføringer og habitatforringelse grunnet redusert utvasking av finstoffer/organisk stoffer fra substrat å være de største flaskehalsene for smoltproduksjon i vassdraget. Disse flaskehalsene er tydeligst øverst i vassdraget, og reduseres med økende restfelt lenger nedstrøms. Den reduserte vannføringen har likevel betydelig effekt på hele vassdraget i form av mindre vandeddekt areal sommer og vinter, redusert vannhastighet, habitatforringelse og endrede vandringsforhold.

5 Habitattiltak, vannbruk og kultivering

Basert på beskrivelsene av egnethet og flaskehalsene for lakseproduksjon i vassdraget, kan en vurdere hvilke tiltak som bør gjennomføres for å forbedre forholdene for laks i Mossavassdraget. Iht. miljødesign vurderes hvilke tiltak som er realistisk å gjennomføre uten at det medfører tap i kraftproduksjon, eksempelvis habitattiltak. Videre vurderes det om habitattiltak i kombinasjon med økt vannbruk vil ha noe betydelig effekt. I Mossa drives det også kultivering, og det vurderes eventuelle behov for videre kultiveringstrategi ved innførsel av nye miljøtiltak.

5.1 Habitattiltak

Habitattkartlegging har vist at det er betydelig arealer med gode oppvekstområder i Mossa, der dette ble vurdert å være moderat mengde i øvre og nedre del, mens midtre del hadde mye skjultilgang. For gyteområder er det vurdert at øvre og midtre del hadde lite gytehabitat, mens nedre del tilsa moderat mengde gytehabitat. For å øke elvas egnethet for produksjon av laks og sjøørret vil det være mest hensiktsmessig å møte habitatflaskehalsene ved å gjøre tiltak som reduserer denne flaskehalsen. For Mossas tilfelle vil det i alle deler av elva være forbedring av produksjon gjennom å øke tilgjengelig mengde gytearealer, spesielt i øvre og midtre del av elva. Under dagens vannføringsregime vil det imidlertid ikke gi betydelig positiv effekt over tid å legge til rette for økt gyting i øvre del så lenge utfordringen er å få laks til å vandre opp i øvre del ved liten vannføring, samt sikre gode vilkår for rogn og ungfisk her.

Håndbok for miljødesign (Forseth & Harby 2013) og tiltakshåndboka (Pulg m.fl 2023) skisserer opp aktuelle tiltak for å øke mengden gytearealer i vassdrag, der utlegging av gytegrus i områder tilknyttet gode skjulområder eller restaurering av tidligere og eksisterende gytelokaliteter er aktuelle tiltak. Det beskrives samtidig viktigheten av at de hydrologiske forutsetningene må være til stede for at utlegg av gytegrus skal ha betydelig effekt.

På elvestrekningen oppstrøms Lille Meltingen er det rikelig med skjulområder, samtidig ser en potensiale for gode gyteområder basert på substratundersøkelser. Det er også fanget årsyngel av laks enkelte år som bekrefter suksessfull gyting foregående år. Likevel gjør fraføringen av vann at vannhastighet og vanddybde er lav. Undersøkelsen viste også betydelig med organisk materiale som var innblandet og/eller dekket substratet, og på deler av strekningen dekket vannvegetasjon store deler av elvebunn. Det vurderes at utlegg av gytegrus kan ha en viss effekt på enkelte lokaliteter, men at de hydrologiske forutsetningene gjør at gjennomføring av slike tiltak i liten grad vil medføre økt produksjon av laks i øvre deler av Mossa over tid. Ørret stiller ikke samme krav til vannføring, og ungfiskundersøkelsene viste betydelig tettheter av ungfisk ørret som bekrefter vellykket gyting av ørret på de øverste fiskestasjonene.

Pulg m.fl. (2023) viser til innsnevring av elveløpet for å øke vannhastighet og vanddybde i elvesegmenter med lite vann, og dette i kombinasjon med utlegg av gytesubstrat kan ha potensiale til å øke andel gode gyteareal i øvre del. De hydrologiske forutsetningene i øvre del av Mossa er imidlertid ikke til stede for å oppnå en vesentlig forbedring av produksjonen på denne strekningen.

På elvestrekningen mellom Lille Meltingen og Elvli, vel 300 m oppstrøms Oppgrande bru, bidrar restfeltet til betydelig vannmengde i vassdraget, noe som øker sannsynlighet for vellykkede habitattiltak. Ungfiskundersøkelsene viser lave tettheter av ungfisk laks med noe høyere tettheter av ørret. Samtidig er det god skjulkapasitet på hele strekningen, og det er rimelig å vurdere at nærhet til gode gytelokaliteter er begrensende for lakseproduksjon. Strekningen har høyere fallgradient, er betydelig striere og med økt dominans av storstein og fjell i forhold til ovenforliggende elvestrekninger. Det gjør det dermed utfordrende å bevare større arealer med gytesubstrat, og strekningen fungerer mer som transportetappe for laks opp mot oppstrøms elvestrekninger. Gytesubstrat er i dag begrenset til mindre lommer mellom større steiner. Berger

(2010) foreslo å etablere deponi av gytegrus like nedstrøms terskel Lille Meltingen, for å la dette fordele seg nedover strekningen og potensielt lage nye gytearealer. Dette vurderes som et usikkert tiltak fordi det er umulig å forutsi hvordan gytegrusen vil fordele seg på elvestrekningen, men tiltaket er enkelt å utføre og det er helt klart mangel på gytegrus som er den største flaskehalsen på strekningen i dag. Ved terskelen i utløpet av Lille Meltingen akselererer vannhastigheten og skaper gode hydrauliske forhold for å kunne etablere gyteområder, men substratet er lite egnet. Aktuelt tiltak vil her være oppbygging av elvebunn med utlegg av gytegrus, noe som forventes å gi gode gytearealer for laks. Det må forventes noe vedlikehold av slike gyteområder over tid.

Det er utarbeidet en plan for rehabilitering av tersklene i nedre del av Mossa (NTE 2020). De fleste tersklene i nedre deler stuer opp vann slik at det er tilstrekkelig vanddybde for gyting, samtidig som vannhastigheten akselerer slik at det blir gode hydrologiske forhold. Det anbefales dermed utlegg av gytegrus i forbindelse med disse. Samtidig er det utfordrende vandringsforhold forbi enkelte terskler, og dette bør utbedres i forbindelse med terskelrehabilitering.

Oppsummering

- Flaskehals for lakseproduksjon tilknyttet redusert vannføring i øvre del av Mossa anses å være så sterk at det ikke vil gi betydelig nytte med etablering av varige habitattiltak her. Utlegg av gytegrus kan ha positiv virkning for ørret.
- Det er foreslått etablering av gyteområder i utløpet av Lille Meltingen for å forsyne gode oppvekstområder i elvas midtre del med yngel.
- Det anbefales å tilrettelegge for gyting i nedre del ved tilførsel av gytegrus ved eksisterende terskler, samt utbedre disse for fiskevandring.

5.2 Vannbruk

I dag pumpes det 100 l/s fra Meltingen til Åfjorden hele året, som slippes videre til Mossa. I tillegg slippes restfeltet til Åfjorden nedstrøms Meltingen til Mossa (middelvannføring ca. 180 l/s). Dette vurderes til å være for lite til at gytelaks velger å gå opp til de øvre delene av elva, samtidig som gyteområder her mister verdi grunnet lav vannføring og habitatforringelse. Vi har vurdert om det ville vært hensiktsmessig å bruke dagens "vannbank" på en annen måte som ville gitt bedre egnethet for produksjonen av laks i øvre del, men både vannføringen og variasjonen i vannføring oppstrøms Lille Meltingen vurderes i dag som så lav at det ikke er noe spillerom for manipulering innenfor dagens praksis som vil ha positiv effekt. En må derfor se på økt vannbruk som tiltak.

NVE vedtok i juni 2023 at det skal gjennomføres revisjon av konsesjonsvilkårene for Mossavassdraget. Veiledere til revisjon av konsesjonsvilkår (OED 2012) og tidligere forvaltningspraksis viser at både hensynet til miljøverdier og produksjonstap står sterkt, og det er i tidligere revisjonssaker lagt opp til en praksis der en vurderer hver kubikk av minstevannføring opp mot nytten for miljø. I miljødesign skal en vurdere vannbruk opp mot hensiktsmessige minstevannføringer sett opp mot 1) miljøforbedring og 2) kraftproduksjon. Forslag til minstevannføring baserer seg på bakgrunn av hydraulisk modell, hydrologisk variasjonsanalyse og vurderinger i felt. Miljømessig vil nytten være økende med økt slipp av vannføring, opp til et visst punkt der vannhastigheter kan overstige terskelverdier for ulike livsfaser.

5.2.1 Minstevannføring

Lave vinter- og sommervannføringer anses å være en primær flaskehals i Mossa, og da spesielt i øvre del. En økning av disse forventes da å forbedre strekningens egnethet for produksjon av laks. For å redusere effekten av lave vannføringer må det slippes økt minstevannføring, da dette vil øke vannhastighet og vanndekt areal i

tørre perioder. Det er alltid usikkerhet rundt mengden av vannføring som skal slippes for at det skal ha optimal effekt, men som en tommelfingerregel antas en økning i laveste ukemiddel sommervannføring å gi en bestandseffekt som er direkte proporsjonal med økning av vanddekt areal. Dvs. 20 % økning av vanddekt areal, gir 20% økt fiskeproduksjon. Videre for vintervannføring der denne er mer enn halvert grunnet fraføring av vann, er tilsvarende at bestandseffekten av økt vintervannføring antas å være i størrelsesorden 0,1- 0,2 ganger økning i vintervannføring. Det vil si at om laveste vintervannføring øker med 150 % (1,5 ganger) så øker fiskeproduksjon med 15-30 %, men det er betydelig usikkerhet i disse antakelsene (Forseth & Harby 2013).

Basert på hydrologisk modell anses 0,4 m³/s å dekke de viktigste funksjonsområdene for laks i øvre del av Mossa, samtidig som det gir betydelig økt vannhastighet på store deler av strekningen og en viss dybde. Dette anses å bidra til noe mindre sedimentering av finstoff slik at substratet vedlikeholdes bedre i noen. Denne vannføringen er også i samme sjikt som 5- persentil for vannføring Liafossen før regulering. Det er et lite restfelt tilknyttet Åfjorden, nedstrøms dam Meltingen, med middelvannføring på ca. 180 l/s. Dette utgjør meget begrenset tilførsel i lavvannsperioder. Noe lavere vannføringer enn 0,4 m³/s vil også kunne forbedre egnetheten for lakseproduksjon i øvre del av Mossa, men forbedringen vill da være redusert. Vi antar også at vannføringen ved et slikt slipp vil være tilstrekkelig til at enkelte laks søker opp til denne stekningen for gyting.

I tabell 5-1 fremgår produksjonstap i Mosvik kraftverk ved pumping av vann fra Meltingen til Åfjorden ved forskjellige scenarier av jevnt vannslipp gjennom året, fordelt på sommer- og vinterperioder. I tillegg til produksjonstap vil konsesjonær ha utgifter knyttet til pumping av vann fra Meltingen til Åfjorden, og/evt. utbedring av reguleringsarrangement for vannslipp. Slike kostnader, samt begrensninger tilknyttet reguleringspraksis av Meltingen og tekniske installasjoner er ikke hensyntatt i disse vurderingene.

Tabell 5-1. Produksjonstap (GWh) i Mosvik kraftverk ved forskjellige scenarier av vannslipp, samt egnethet for produksjon av laksefisk. Produksjonstap er basert på at hele vannslippet pumpes fra Meltingen til Åfjorden og bidrag fra Åfjordens restfelt er ikke inkludert. Produksjonstall basert på data om energiekvivalent, tilsigstall og årsproduksjon fra NTE. Nytte baserer seg på prinsipper i ihht. Miljødesign (Forseth & Harby 2013) og vurderinger fra hydraulisk modellering.

Vannslipp til Mossa fra Åfjorden	Produksjonstap i GWh (% av midlere årsproduksjon)	Nytte i forhold til konsesjonsgitt
Konsesjonskrav: Sommer 0,1 m ³ /s, Vinter 0,05 m ³ /s	1,2 (1,6%)	
Dagens praksis: Sommer 0,1 m ³ /s, Vinter 0,1 m ³ /s	1,7 (2,3 %)	Sikrer et visst vanndekt areal gjennom året, også vinterstid. Lav sommer/vinterføring har sterk bestandsregulerende effekt. Liten effekt på utvasking av sedimenter.
Laveste ukesmiddel i naturlig situasjon (målepunkt dam Meltingen-Åfjorden): Sommer 0,33 m ³ /s, Vinter 0,34 m ³ /s (NEVINA)	5,6 (7,6 %)	Økning på ca. 15 %* vanndekt areal i forhold til dagens praksis. Noe økt dybde for oppvekst. Øking av vintervannføring med 240 %.
0,4 m ³ /s gjennom året. I samme størrelsesorden som et 5 persentil (Q5) for uregulert situasjon ved dam Meltingen- Åfjorden (Sommer: 0,43, vinter: 0,41).	6,7 (9,1 %)	Økning på ca. 19%* vanndekt areal i forhold til dagens praksis. Noe økt dybde for oppvekst. Øking av vintervannføring med 300 % i forhold til dagens situasjon.
0,6 m ³ /s gjennom året.	10 (13,6 %)	Økning på ca. 25%* vanndekt areal i forhold til dagens praksis. Betydelig økt dybde for oppvekst. Øking av vintervannføring med 500 % i forhold til dagens situasjon
1,0 m ³ /s gjennom året.	16,7 (22,7)	Økning på ca. 32%* vanndekt areal i forhold til dagens. Betydelig økt dybde for oppvekst. Bidrar betydelig mindre sedimentering av finstoffer. Øking av vintervannføring med 900 % i forhold til dagens situasjon

* Økning i areal ved utvalgt strekning nedstrøms Liafossen

5.2.2 Spyleflom

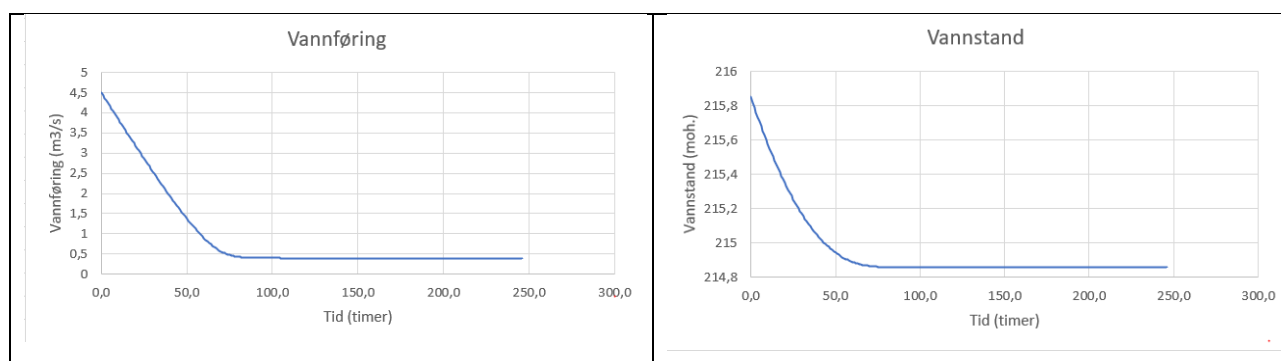
Slipp av større vannmengder for å danne spyleflommer vil bidra til å vedlikeholde den øvre strekningens habitatkvalitet. Disse spyleflommene vil kunne bidra til å rense substratet for organisk materiale og finstoff som nå dekker hulrom og gode gyteområder. Dette kan slippes årlig eller med kortere eller noe lengre mellomrom avhengig om det blir tilfeller av slike flommer uten slikt slipp. Dersom det viser seg at flommer tilsvarende middelflom uteblir kan det være aktuelt å slippe spyleflommer. Slike slipp bør gjennomføres i perioder når det allerede er flom (høst eller vår) slik at de forsterker de naturlig flomtoppene og totalvannføringen kommer opp i en flom som er i stand til å bevege bunns substratet i noen grad. Det er ikke gjennomført detaljerte beregninger

av når dette vil være i Mossa, men ofte vil dette være tilsvarende en middelflom i uregulert tilstand. Det er viktig at slike flommer ikke legges i lakseyngelens swim-up + en måned, typisk juni- tidlig august, ettersom ungelet da er i en mer sårbar fase. Det bør heller ikke sammenfalle med elvemuslingens slipp av glochidielarver i vannmassene typisk sent juli- midt august.

Basert på Nevina var middelflom oppstrøms Lille Meltingen på 17,9 m³/s før reguleringen, og med dagens fraføring av vann er det utfordrende å skape slik vannføringer tilsvarende middelflom over et visst tidsrom. Det anbefales likevel at det legges opp til spyleflommer etter behov for å rense substratet og vedlikeholde dette. Slike spyleflommer kan legges inn ved jevne mellomrom gjennom flomperiodene, eller ved lengre mellomrom avhengig av behov.

Magasinet i Åfjorden ble etablert med den hensikt å slippe lokkeflom for oppvandrende laks. Det har en kapasitet på vel 0,5 mill. m³ vann ved dagens regulerings høyde, og dagens luke har kapasitet på 4,5 m³/s ved HRV og synker gradvis ved lavere vannstand ettersom vanntrykket reduseres. Den begrensede høyden mellom reguleringssonen og luken medfører at det er utfordrende med slipp av høye vannføringer uten at vanntrykket ved luke raskt avtar. Eventuelt kan det bygges en regulerbar luke med slipp fra bunn. Fra eksempelet i figur 5-1 vil vannføringen til Mossa ved full åpning av dagens luke starte på 4,5 m³/s for så å reduseres etter hvert som vannstanden synker. En vil i dette tilfellet kunne holde vannføring over 4,0 m³/s i 8 timer, og 3,0 m³/s i 23 timer. Hvis en benytter en regulerbar luke som øker åpning ved mindre vanntrykk for å opprettholde en jevn tilførsel av eks. 5,0 m³/s, så vil dette kunne vare i vel 12 timer. Restfeltet til Åfjorden vil fylle opp magasinet igjen, men dette kan ta betydelig tid avhengig av nedbør i etterkant. Innordning for slipp av minstevannføring må endres fra i dag slik at det kan opprettholde minstevannføringskravet ved alle vannstander i Åfjorden. Samtidig må lukene endres slik at en kan slippe spyleflommer i tillegg til tilsigsflommen uten at sistnevnte reduseres grunnet tapping av spyleflom fra magasinet.

Hvis ambisjonen for vassdraget er å forbedre egnethet for lakseproduksjon oppstrøms Lille Meltingen, anbefales at magasinet i Åfjorden benyttes til slipp av spyleflommer ved fravær av slike gjennom året. Det bør årlig skapes flommer av slik størrelse og varighet at overflaten av substratet renses for finsediment (< 2 mm), og med noe lengre intervall flommer som beveger bunns substrat, større grusfraksjoner og mindre stein hvis dette er mulig. Dette bør kjøres i en testperiode. Det anbefales å legge denne i forbindelse med vårfloppen som vanligst forekommer i april måned og/eller ved høstfloppen.



Figur 5-1 Eksempel på vannstandsreduksjon i Åfjorden og vannføring gjennom flomluken til Mossa ved full åpning av dagens luke, gitt Åfjorden på HRV og tilførsel av 400 m³/s.

5.2.3 Lokkeflom

Erfaringer basert på tidligere fiske og fangst av laks i fiskefellen har vist at laksen i Mossa vandrer på vannføringer over 1,5 m³/s i nedre del (Berger 2011). Likevel er det betydelige utfordringer for laksen å vandre til øvre deler for gyting. Vedvarende lave vannføringer i gytevandingsperioden vil medføre redusert vandringssuksess til gyteområder i øvre del, og det vil være positivt å slippe ekstra vann over en periode på

to - tre døgn i forkant av gyteperioden. Basert på kunnskap fra andre vassdrag tilsvarende Mossa i regionen, starter gytetidspunktet med sjørret fra tidlig oktober og varer utover november for laks. Ved vedvarende lave vannføring gjennom siste to uker i september bør en derfor slippe lokkeflommer til vassdraget.

Opprinnelig ble Åfjorden etablert for slipp av slike lokkeflommer til Mossa, men dette er ikke praktisert de siste 10-årene. Ved bruk av en regulerbar luke som slipper jevnt 3 m³/s, vil Åfjorden ha kapasitet til å slippe dette i litt over to døgn, mens slipp av 2 m³/s kan vare i 3,5 døgn. Det er fortsatt usikkerhet rundt hvilke vannføringer som er nødvendig og varigheten av disse for at laksen vil ha økt vandresuksess til de øvre elvestrekningene. Dette avhenger av vannføring ellers i restfeltet, men det antas å være i størrelsesorden som vist i eksemplene over. Dette bør likevel utprøves nærmere, og evalueres etter en testperiode hver sesong.

5.3 Kultivering i Mossavassdraget

I dette kapittelet går vi igjennom dagens kultiveringspraksis, kvalitetsvurdering av stamfiskmaterialet, nytteverdien av utsettingene, og forslag til framtidige kultiveringsstrategier.

5.3.1 Eksisterende praksis

Med hjemmel i konsesjonsvilkårene har det etter idriftsettelse av kraftverket vært pålegg om utsetting av laks i Mossa. Fram til og med 2009 ble det kun satt ut smolt. Fra og med 2010 er det også satt ut startforet yngel. Fra og med 2015 er yngelen foret over sommeren og satt ut i september. I henhold til dagens pålegg skal det settes ut 70 000 sommerforet yngel. Det er ikke satt ut smolt etter 2018.

For å produsere fisk for utsetting ble det hentet inn stamfisk fra vassdraget hvert år fram til 2011. Antall oppvandrende fisk har enkelte år vært for lite til å tilfredsstille utsettingspålegget. Etter 2011 er utsettingsmaterialet produsert fra stamfiskbeholdningen av Mossa-stamme ved fiskeanlegget på Lundamo. Det ble hentet inn og supplert ny stamfisk fra Mossa til anlegget på Lundamo i 2019 og 2020. Det trengs 35-40 par stamfisk for å få stort nok individtall for å oppfylle dagens utsettingspålegg.

Øyerogn fra Lundamo blir hvert år overført til Mosvik klekkeri for oppforing. En oversikt over utsettingene fra og med 1998 er vist i tabellen nedenfor.

Tabell 5-2 Oversikt over utsatt fisk i Mossa fra og med 1998. (kilde: Trond Staberg, Mosvik klekkeri)

År	Smolt	Yngel
1998	20 000	
1999	17 000	
2000	18 000	
2001	20 000	
2002	23 000	
2003	20 000	
2004	18 000	
2005	11 000	
2006	16 000	
2007	10 000	
2008	8 000	

2009	3 500	
2010	5 000	2 500
2011	1 700	60 000
2012	7 000	48 000
2013	9 000	52 000
2014	8 500	56 000
2015	11 000	52 000
2016	5 500	80 000
2017	4 000	126 800
2018	8 000	40 000
2019	0	85 000
2020	0	78 000
2021	0	89800
2022	0	107087

Som det framgår av tabellen ovenfor ble det i mange år satt ut mindre smolt enn det som var bestemt i pålegget. Utsettingspålegget på 70 000 sommerforet yngel er oppfylt alle år etter at man gikk bort fra utsetting av smolt. Det meste av fisken har blitt satt ut høyt oppe i vassdraget. Utsettingssteder har vært nedstrøms Liafossen, utløpet fra Gåsbekken, ved Lille Meltingen, Prestseterfossen i Tverrelva (også noen på oversiden av fossen) og noen ved Oppgrande (Staberg, pers. med.).

5.3.2 Kvalitetsvurdering av stamfiskmaterialet

En kvalitetsvurdering av stamfiskmaterialet er gjennomført av Veterinærinstituttet (Karlsson m.fl., 2021) (Vedlegg 7). Stamfisken på Lundamo som har gitt opphav til det meste av utsettingsmaterialet de siste årene er basert på 21 hunner og 7 hanner som ble fanget i felle i Mossa i årene fra 2008 til 2011. Dette er et lavt antall stamfisk og den effektive stamfiskstørrelsen ble beregnet til åtte. For å få inn nytt genetisk materiale til stamfiskbeholdningen ble det fanget inn 134 ungfisk av laks i 2020. Stamfiskbeholdningen har også blitt supplert med fem nye voksne fisk i 2019 og åtte fisker i 2020. Ut fra antall stamfisk, størrelsen på utsettingene og tilslaget på utsatt fisk, konkluderer veterinærinstituttet med at bidraget fra stamfiskmaterialet har blitt uforholdsmessig stort. Veterinærinstituttet anbefaler, med fokus på genetisk struktur, ikke videre bruk av den eksisterende stamfiskbeholdningen.

5.3.3 Nyttevurdering av utsettingene

Med hensyn til at utsettingsmaterialet ikke skal ha negative genetiske effekter på laksebestanden i Mossa, er det fordelaktig om utsatt fisk utgjør kun en liten del av gytebestanden. På den andre siden ønskes det naturligvis at den utsatt fisken skal ha god overlevelse og dermed ha stor nytte ved at den øker gytebestandens størrelse som kompensasjon for bortfall av oppvekstområder etter fraføring av vann.

Av det innsamlede ungfiskmaterialet i 2018 viste genetiske undersøkelser at 10,7% av disse var utsatt fisk. Det understrekes at dette er minimumstall fordi det er sannsynlig at den utsatte fisken smoltifiserer ved yngre

alder enn villfisk (Karlsson m.fl. 2021). Dette skyldes at de har hatt bedre vekst enn villfisk den sommeren de ble foret opp i anlegg.

Av oppvandrede voksen laks i 2019 og 2020, ble det gjort genetiske undersøkelser av de som skulle benyttes som stamfisk (17 fisk). To av disse viste seg å være kultivert fisk. Selv om dette er små tall med store feilmarginer, viser de genetiske undersøkelsene av ungfisk og voksen fisk at kultivering gir et begrenset bidrag til bestanden, og at utsettingene ikke på noen måte kompenserer for reduksjonen i fiskeproduksjon etter fraføringen av vann til kraftverket.

Dersom utsettingen av fisk skal fortsette gir Veterinærinstituttet råd, ut fra genetiske hensyn, om at det eksisterende stamfiskmaterialet ikke bør benyttes videre, og at det må bygges opp en ny stamfiskbeholdning. Dette forutsetter at det må tas ut villfisk fra Mossa over en periode på fire til fem år. Det vil innebære at det samles inn materiale til fire til fem familier (8-10 fisker) hvert år i denne perioden, og at det i løpet av fem år vil være bygget opp en ny stamfiskbeholdning som kan benyttes til produksjon av utsettingsmateriale. Alternativet til dette mener de må være at utsettingspålegget reduseres eller fjernes, og erstattes med andre tiltak som kan forbedre forholdene for naturlig produksjon av fisk i vassdraget.

Det blir da en avveining av om det å hente inn stamfisk, som reduserer den naturlige gytinga, totalt sett er mer positivt enn å la disse fiskene få gyte i vassdraget. Dersom det hadde vært potensielle oppvekstområder ovenfor anadrom strekning, ville dette ha vært en mulighet som ville ha gitt en netto gevinst for bestanden, men slik er det ikke i Mossa.

5.3.4 Forslag til fremtidig praksis

Det er mange forhold som må veies opp mot hverandre når det skal tas stilling til framtidig kultiveringspraksis i Mossa. Det er helt klart at det ikke er mulig å kompensere fullt ut for reduksjon i vannføring gjennom biotopiltak, og det er urealistisk å gjøre så mye med den hydrologiske flaskehalsen at lakseproduksjonen nærmer seg det nivået som var før idriftsettelse av kraftverket.

I henhold til råd fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning og DN-utredning 11-2011 er Mossa et slikt vassdrag hvor utsetting av fisk kan foregå. Mossa må karakteriseres som «et vassdrag som har nedsatt produksjon eller har bestander som er sårbare på grunn av trusselfaktorer» (kategori 3). Av DN-utredning 11-2011 om kultivering av anadrom laksefisk framgår det at: «Trusselfaktorene skal identifiseres og om mulig elimineres. Samtidig bør det gjennomføres overvåking i vassdraget for å følge utviklingen. Hvis det ikke er mulig å eliminere trusselfaktorene, bør det utarbeides beredskapsplaner for å motvirke skadevirkningene. Fiskeutsettinger kan her være et relevant virkemiddel. I vassdrag med reduserte naturlige gyte- og oppvekstområder som følge av vassdragsregulering eller andre inngrep, kan utsetting av smolt være et relevant tiltak for å opprettholde fisket og for å sikre den stedegne stammen». Utsetting av fisk i Mossa er altså i tråd med generell forvaltningspraksis for laksebestander.

Dersom det er tilstrekkelig med gytefisk i et vassdrag, har det normalt ingen hensikt å sette ut fisk på anadrom strekning. I Mossa er det i dag svært liten beskatning av laksen. Det er ingen beskatning i elva og svært lav beskatning i sjøfasen. Sjøfisket er i dag sterkt redusert gjennom en mer restriktiv praksis for åpning av fisket. Laksen i Mossa er i tillegg småvokst, og fanges derfor dårlig med lovlig redskap i sjøfasen (kilenot). Det er selvsagt ønskelig med et overskudd i bestanden slik at det kan åpnes for fiske, men med den reduserte vannføringen som er i Mossa etter byggingen av kraftverket, vil vassdraget ikke kunne bli særlig attraktivt for sportsfiske. Hensikten med framtidig kultivering vil derfor måtte være å sikre bestanden som en del av det genetiske mangfoldet hos norsk laks, og for å trygge tilstedeværelsen av elvemusling som på anadrom strekning i Mossa prefererer å ha laks framfor ørret som vertsfisk for muslingelarvene.

Til tross for stor variasjon i årsklassestyrke og forekomst av laks, er det de fleste år relativt stabilt med laks i nedre del av elva, mens det i øvre del er kun sporadisk gyting av laks. Sjøørreten derimot har ikke samme

krav til vannføring og vassdragsstørrelse for å utnytte vannforekomster til gyting og oppvekst. Øvre del av elva er derfor i dag i hovedsak et sjøørretvassdrag.

Nedenfor følger vurderinger av fordeler og ulemper ved ulike kultiveringsstrategier for Mossa:

Tabell 5-3. Fordeler og ulemper ved ulike strategier for videre kultivering av laksebestanden i Mossa

Kultiveringsstrategi	Fordeler	Ulemper
1) Fortsett som i dag med utsetting av ensomrig settefisk i øvre del av elva basert på eksisterende stamfisk supplert med innsamlet fisk etter 2019	Bidrar til å sikre forekomst hos elvemusling. Bidrar til med produksjon av smolt i øvre del av Mossa	Negativ genetisk effekt på bestanden. Liten gevinst i form av økt gytebestand (10-20%) i vassdraget. Kultivert fisk konkurrerer med naturlig gytt laks og sjøørret i elva.
2) Kutte ut bruk av eksisterende stamfiskbeholdning og bygge opp ny stamfisk ved uttak av ca. 10 fisk pr år i fem år (forslag fra VI, hvis kultivering)	Bidrar til å sikre forekomst hos elvemusling. Medfører ikke negative genetiske effekter på bestanden. Bidrar til med produksjon av smolt i øvre del av Mossa.	Manglende utsetting i fem år. Uttak av 10 fisk pr. år gjør at færre fisk deltar i naturlig gyteprosess. Stamfiskbeholdningen må vedlikeholdes på litt lengre sikt. Kultivert fisk konkurrerer med naturlig gytt laks og sjøørret i elva.
3) Gå tilbake til utsetting av smolt basert på ny stamfiskbeholdning.	Tiltaket bidrar til økt tilbakevandring av voksen fisk. Øker sannsynligheten for at det kan åpnes for fiske. Ingen konkurranse mellom naturlig fisk og kultivert fisk på oppvekstområdene.	Manglende utsetting i fem år. Utsetting av smolt er på generell basis uheldig fordi det ikke utsetter fisken for naturlig seleksjon de første leveårene. Må forventes økt feilvandring til andre vassdrag. Uttak av 10 fisk pr. år gjør at færre fisk deltar i naturlig gyteprosess under oppbygging av stamfiskbeholdningen.
4) Kutte ut all utsetting av laks	All tilbakevandrende fisk får gyte naturlig i elva. Slipper konkurranse mellom sjøørret og kultivert laks. Fiskebestandene tilpasser seg situasjonen med lavere produksjon i et vassdrag som er redusert i størrelse.	Lite eller ingen laks i øvre del av elva gir dårligere rekrutteringsforhold for elvemusling. Færre voksne laks returnerer til Mossa. Dette gjør det mindre sannsynlig at det kan åpnes for fiske. Ingen sikkerhet i form av at laksebestanden er ivaretatt gjennom stamfiskbeholdningen i anlegg

Veterinærinstituttets rapport om kultivering i Mossa (Karlsson m.fl. 2021) gir råd til videre kultiveringspraksis, og at det ved videre kultivering bør det bygges opp en ny stamfiskbeholdning. Alternativet til dette mener de må være at utsettingspålegget reduseres eller fjernes, og erstattes med andre tiltak som kan forbedre forholdene for naturlig produksjon av fisk i vassdraget. Det eneste alternativet i tabellen over som synes

uaktuelt i årene som kommer er dermed å fortsette utsetting av ensomrig settefisk på anadrom strekning med eksisterende stamfiskbeholdning (alternativ 1).

For å sikre laksebestanden kan det bygges opp en ny stamfiskbeholdning. Dette vil medføre betydelig uttak av gytefisk og naturlig ungfiskproduksjon vil reduseres betraktelig over en tidsperiode på fem år, samtidig som det ikke settes ut fisk i vassdraget. Alternativt kan en avsluttet kultiveringsarbeidet og se hvordan laksebestanden utvikles ved innføring av eventuelt nye krav til minstevannføring og/eller flommer. Dette kan medføre at laksebestanden svekkes ytterligere hvis nye miljøkrav ikke fungerer, og det blir mer utfordrende ved oppbygging av ny stamfiskbeholdning. Ved genetiske undersøkelser av gytefisk og ungfisk viste det seg at en begrenset andel av ungfisk og gytefisk stammet fra kultivert fisk. Ved innførsel av nye miljøkrav er det rimelig å anta at laksen får bedre forhold enn i dag, og at naturlig rekruttering vil øke på sikt. Det vil dermed være begrenset sannsynlighet for at bestanden svekkes i forhold til dagens praksis med utsett. Likevel kan eksterne faktorer som eksempelvis beskatning og/eller overlevelse i sjø bidra til negativ bestandsutvikling, tross innføring av tiltak. Basert på dette er det en avveining om en vil sikre stamfiskbeholdningen gjennom uttak av gytefisk eller om en skal avslutte dagens kultivering og følge bestandens utvikling fremover over en femårs periode. Deretter må det evalueres om eventuelle skjerpede miljøkrav er nok til å utvikle bestanden i positiv retning.

Hvis det besluttes å fortsette kultivering av vassdraget bør en følge Veterinærinstituttet råd (Karlsson m.fl. 2021) om å kombinere årlig fangst av ny stamfisk, kombinert med fangst av parr for oppføring hvis det er fasiliteter for dette. En bør videre sette ut yngelen noe tidligere enn i dag for en bedre akklimatisering av yngelen. Det er fordelaktig om det benyttes flere strategier parallelt; både øyerogn, uforet yngel, startforet yngel og sommerforet yngel som settes ut. Dette vil gi bedre sikkerhet for at den aktuelle årgangen av settefisk blir godt representert i bestanden hvis forholdene i elva ved utsetting varierer mye.

5.4 Konklusjoner vedrørende fremtidig tiltak og kultivering

I en vurdering av nye vilkår for Mossa-vassdraget vil det være en avveining mellom å forbedre hele eller deler av anadrom streknings egnethet for produksjon av laks, og opprettholdelse av kraftproduksjon i Mosvik kraftverk. Hvis en ønsker videre laksebestand i Mossa er det naturlig at målsetningen vil være å ha en selvrekrutterende laksebestand med nok gytefisk til å opprettholde den genetiske variasjonen. Eventuelt må laksebestanden styrkes gjennom utsetting.

Basert på tidligere beskrevne flaskehals og tiltaksvurderinger er det skissert tre aktuelle ambisjonsnivåer for vassdraget, der en videre må vurdere fordeler og ulemper ved pålegg av eventuelle miljøtiltak i form av habitattiltak, vannbruk eller kultivering. Dette fremgår av tabell 5-4.

Her blir det opp til forvaltningen å vurdere hvilket ambisjonsnivå en skal legge seg på og hvilken strategi som er den beste for ivaretagelse av laksebestanden i Mossa, og hvor stor samfunnsnytte som oppnås i forhold til ressursbruken.

Tabell 5-4. Tre skisserte ambisjonsnivåer for Mossavassdraget, som eksempel for pålegg av miljøtiltak og videre forvaltning av vassdraget.

Amb.nivå	Beskrivelse	Innebærer
1	Ingen habitattiltak eller vannbruk	Legges ikke til rette for naturlig produksjon av laks oppstrøms Lille Meltingen og evt. laksebestand her må vedlikeholdes gjennom kultivering. Denne delen av vassdraget vil utvikle seg i retning av ørretvassdrag grunnet lave vannføringer. Lakseproduksjon i nedre del vil opprettholdes i noe grad.
		Bestand av elvemusling vil fortsette negativ bestandsutvikling.
		Ingen tap av kraftproduksjon i forhold til dagens praksis
2	Habitattiltak i- og nedstrøms Lille Meltingen	Tilsvarende ambisjonsnivå 1, men det legges til rette for å øke egenhet for lakseproduksjons nedstrøms Lille Meltingen.
3	Gjennomføre habitattiltak og vannslipp (400 l/s i årlig slipp, samt spyle og lokkeflom)	Legges til rette for å øke egnethet for lakseproduksjon på hele anadrom strekning, opp til Liafossen.
		Økt sannsynlighet for at kultiveringsarbeidet kan avsluttes grunnet selvproduserende laksebestand.
		Det legges til rette for forbedret egnethet for elvemusling i øvre del av vassdraget.
		Medfører tap av kraftproduksjon. Størrelse på tapet er avhengig av pålagt slipp av vann.

5.5 Oppfølgende undersøkelser og tiltaksvurdering

I arbeidet med naturlige prosesser vil det alltid være usikkerheter tilknyttet vurdering av habitat- og hydrologiske flaskehalsar og virkning av eventuelle tiltak. I tillegg til metodisk usikkerhet rundt hydrologiske- og habitatmessige utfordringer i vassdraget, kan eksterne påvirkningar som eksempelvis beskatning av laks og overlevelse i sjøfase være viktige momenter i utvikling av laksebestanden i Mossa.

Hvis forvaltningen legger seg på en strategi tilsvarende ambisjonsnivå 2 eller 3 foreslås det å følge utviklingen av laksebestanden gjennom nye overvåkingsperioder. Det vil være nødvendig å evaluere om de gjennomførte tiltakene i form av habitattiltak, eventuelt kombinert med vannslipp, har den effekten som er forventet, eller om en må vurdere ytterligere habitattiltak eller kultiveringstiltak.

6 Referanser og kilder

6.1 Litteratur

- Andersen, L.E. 2019.** Mossa: Ungfiskundersøkelse – 2018. Sweco rapport 10206800 – R 01
- Andersen, L.E. 2023.** Elvemuslingundersøkelser i Mossa – Inderøy kommune. Sweco rapport 10206800- R05
- Arnekleiv Ø.L 2021.** Mossa: Ungfiskundersøkelser – 2020. Sweco rapport 10206800- R03
- Bergan, M.A., Nøst, T.H., Berger, H.M. 2011.** Laksefisk som indikator på økologisk tilstand og miljøkvalitet i lavereliggende småelver og bekker: Forslag til metodikk iht. Vanddirektivet. NIVA Rapport.
- Berger, H.M. 2011.** Mossa, status og vurdering av tiltak for anadrom fisk 2010. Sweco.
- Berger, H.M., Arnekleiv, J.V., Lehn, L.O., Bergan, M.A., Rønning, L. & Korsen, I. 2007.** Bonitering av fysiske forhold og egnethet for fiske i Stjørdalselva, Nord-Trøndelag 2006. NTNU Vitenskapsmuseet Rapp. Zool.Ser. 2007,4:1-47.
- 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.
- Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018.** Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. - Direktoratgruppen for gjennomføringen av vannforskriften. Veileder 02:2018
- Dolmen D & Kleiven E. 1997.** Elvemuslingen *margaritifera margaritifera* i Norge 2. – Vitenskapsmuseet Zool. Notat 2-1997
- Finstad AG., Armstrong JD. & Nislow KH. 2011.** Freshwater habitat requirements of Atlantic salmon. Atlantic salmon ecology (Aas , Einum Klementsens og Skurdal, red) Blackwell Publishing Ltd.
- Finstad, A.G., Hedger, R., Jonsson, B., Kvambekk, Å.S, Ekker, R., Forseth, T., Ugedal, O., Sundt-Hansen, L. & Diserud, O.H. 2010** Laks i framtidens klima: Kunnskapsoppsummering og scenario med vekt på temperatur og vannføring – NINA Rapport 646. 99 pp
- Forseth, T. (red.), Harby, A. (red.), Ugedal, O., Pulg, U., Fjeldstad, H. P., Robertsen, G., Barlaup, B. T., Alfredsen, K., Sundt, Håkon, Saltveit, S.J., Skoglund, H., Kvingedal, E., Sundt-Hansen, L.E., Finstad, A.G., Einum, S. & Arnekleiv, J.V 2013.** Håndbok for miljødesign i regulerte laksevasdrag. – NINA temahefte 52, 90 s.
- Gabrielsen SE., Barlaup BT., Skoglund H., Wiers T., Lehmann G., Sandven OR. & Gladsø JA. 2009** Utlekking av rogn som alternativ kultiveringsmetode i Vikja og Daleelva – resultater fra undersøkelser 2002-2008. LFI-rapport nr.153
- Gorseth, S. 2008.** Bestandsovervåking av laks og aure i små laksevasdrag i Nord-Trøndelag 1999 – 2008. Allskog rapport 2 - 2008:1-76.
- Hvidsten, N.A. & Johnsen B.O. 1984.** Fiskeribiologiske undersøkelser i den lakseførende delen av Mossa i Nord-Trøndelag. - DVF-Reguleringsundersøkelsene Rapp. 10 – 1984. 34 s.
- Hvidsten, N.A., Bremseth, G. & Johnsen, B.O. 1992.** Fiskeribiologiske undersøkelser i den lakseførende delen av Mossa i Nord-Trøndelag etter regulering. Vurderinger av reguleringen og forslag til kompensasjonstiltak for laks og sjøaure. NINA Oppdragsmelding 186:1-32.
- Hvidsten, N.A., Ugedal, O. & Johnsen B. O. 1987.** Fiskeri-biologiske undersøkelser i den lakseførende delen av Mossa i Nord-Trøndelag etter regulering. DN- Reguleringsundersøkelsene Rapp.. 5 – 1987. 26 s.

- Johnsen, B.O. & Hvidsten, N.A. 2004.** Krav til vannføring i sterkt regulerte småvassdrag. NVE Rapp nr. 4 - 2004:1-68.
- Karlsson, S., Hagen, I., Lo, H. 2021** Evaluering av kultiveringsarbeidet på laks i Mossa ved hjelp av molekylærgenetiske metoder. VI- rapport 47-2021.
- Karlsson, S., Diserud O. H., Fiske, P., Forseth, T., Hagen, I.J., Hindar K., Raunsgard, A., Skaala, Ø., Skoglund, H. & Sægrov, H. 2023.** Forslag til definisjon av laksebestander. NINA Rapport 2266. Norsk institutt for naturforskning.
- Klausen, T.R. & Bjølstad, O.K.H. 2013.** Mossa, status for anadrom fisk 2012. Sweco.
- Klausen, T.R. 2014.** Mossa, status for anadrom fisk 2014. Sweco.
- Klausen, T.R 2016.** Mossa, status for anadrom fisk 2016. Sweco-rapport.
- Korsen, I. 1980.** Fiskeribiologiske undersøkelser i den lakse-førende delen av Mossa, Mosvik kommune. - Rapp. Fiskerikons. Midt-Norge. 27 s.
- Larsen BM., Dunca E., Saksgård R., Østerling M. 2012.** Elvemusling og konsekvenser av vassdragsreguleringer- En kunnskapsoppsummering. NVE rapport 8-2012.
- Larsen, B.M. 2017.** Overvåking av elvemusling i Norge. Oppsummering av det norske overvåkingsprogrammet i perioden 1999-2015. - Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 1350.
- Larsen, B.M. & Magerøy, J.H. 2022.** Overvåking av elvemusling i Norge. Årsrapport for 2020. NINA Rapport 2123. Norsk institutt for naturforskning.
- Nilsen, F., Ellingsen, I., Finstad, B., Jansen, P.A., Karlson, Ø., Kristoffersen, A., Sandvik, A.D., Sægrov, H., Ugedal, O., Vollset, K.W., Myksvoll, M.S. 2017.** Vurdering av lakselusindusert villfiskdødelighet per produksjonsområde i 2016 og 2017. Rapport fra ekspertgruppe for vurdering av lusepåvirkning.
- NTE 2020.** Mossavassdraget: Utbedring av terskler. NTE - notat
- Pulg U., Barlaup BT., Skoglund H., Velle G. Gabrielsen SE., Stranzl S., Olsen EE., Postler C., Lehmann BG., Wiers T., Skår B., Nordmann E., Fjeldstad HP., Kroglund F, Halleraker J 2023:** Tiltakshåndboka for bedre fysisk vannmiljø: God praksis ved miljøforbedrende tiltak elver og bekker. NORCE LFI rapport nr. 470
- Rikstad A & Julien K 2016.** Elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i Nord-Trøndelag. Utbredelse og status. Fylkesmannen i Nord-Trøndelag. Rapport 5-2016.
- Ugedal O, Kroglund F, Barlaup B, Lamberg A. 2014.** Smolt – En kunnskapsoppdatering. Miljødirektoratet (M-nr: M136-2014)
- Ugedal O, Barlaup B, Finstad B, Skaala Ø, Sægrov H og Vollset K 2019.** Utvandringstidspunkt for laksesmolt i Norge ved vurdering av lakselusindusert dødelighet på smolt av villaks.
- Zippin, C.1958.** The Removal Method of population estimation. - J. Wildl. Manage. 22: 82-90.

7 Vedlegg

1. Oversiktskart over Mossa
2. Kart miljødesign: Elveklasser og substrat, skjulmålinger, gyteområder
3. Vannføringsbilder
4. Ungfiskundersøkelse – stasjonsbeskrivelse
5. Ungfiskundersøkelser – resultat
6. Utsatt laks – Informasjon fra Mosvik klekkeri
7. Veterinærinstituttet. Rapport 47-2021. Evaluering av kultiveringsarbeidet på laks i Mossa ved hjelp av molekylærgenetiske metoder.