

Modalselva

En kunnskapsoppsummering 2024



Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI)

Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI)

NORCE Miljø LFI, Nygårdsgaten 112, 5008 Bergen, Tel: 56 10 70 00

ISSN nr: ISSN-2535-6623

LFI-rapport nr: 527

Tittel: Modalselva – En kunnskapsoppsummering 2024

Antall sider: 46

Dato: 23.04.2024

Forfattere: Sven-Erik Gabrielsen & Bjørn Barlaup

Kvalitetssikra av: Bjørnar Skår

Bilder: Fotografier er tatt av NORCE LFI med mindre andre er kreditert

Geografisk område: Modalen kommune, Vestland, Norge

Oppdragsgiver: Statsforvalteren i Vestland

Emneord: Utvikling, fiskebiologiske påvirkninger, tiltak

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	4
1. Bakgrunn og hensikt	7
2. Beskrivelse av vassdraget	7
2.1 Reguleringen av vassdraget	7
2.2 Effekter på vannføringen oppstrøms Hellandsfoss grunnet drift av Hellandsfoss kraftverk.....	10
2.3 Vannføringsdata før og etter regulering	10
2.4 Effekter på vannføringen nedstrøms Hellandsfoss grunnet drift av Hellandsfoss kraftverk.....	17
3. Vannkjemi og aluminium på fiskegjeller	22
3.1 Giftig aluminium på fiskegjeller	25
3.2 Status bunndyr	28
4 Status gytebestand	28
5 Status ungfiskbestand	31
6 Status gassovermetning	33
7 Smoltoverlevelse ved bruk av akustisk telemetri	35
8. Slep av smolt som tiltak for å bevare villaksen i Modalselva	41
9. Prioritering av videre tiltak	43
9.1 Kalkingsstrategi	43
9.2 Kultiveringsstrategi	43
9.3 Sikre vandringsveiene for laks og sjøaure.....	44
9.4 Forbedring av leveområdene for ungfisk.....	44
10. Referanser	45

Sammendrag

Det pågår et betydelig prosjekt for å gjenopprette laksebestanden i Modalselva, og behovet for en kunnskapsoppsummering er stort. Foreliggende rapport inkluderer data om effektene av vassdragsregulering, forsuring og kalking, samt tiltak som rognplanting og slep av klekkerismolt. Videre beskriver den planene for innfangning og slep av villsmolt fra 2024. Formålet er å gi et helhetlig bilde av status og å prioritere fremtidige tiltak for å støtte laksestammens gjenoppretting.

Effekter av reguleringen

Modalsvassdraget, med sitt utspring i Stølsheimen, hadde opprinnelig et naturlig nedbørfelt på 387,8 km². Etter reguleringer fra 1975 er arealet nå 381 km², hvor 38,7 km² er blitt avledet fra det naturlige nedbørfeltet, og 32 km² er tilført vassdraget. Hovedelven, Modalselva, strekker seg fra Steinslandsvatnet til Mofjorden ved Mo, med flere sideelver og bekker som er inkludert i reguleringene.

Kraftverket ved Steinsland ble satt i drift i 1981 med en installert effekt på 2x 85 MW og en slukeevne på 38,2 m³/s. Nygard pumpekraftverk ble integrert i 2005 med Skjerjavatnet som tilført magasin. Hellandsfoss kraftverk, det nederste i vassdraget, har en installert effekt på 35 MW og slukeevne på 50 m³/s, mens kraftverket ved Hellandsfossen har en effekt på 2,5 MW.

Fisketrapper ble bygget ved Hellandsfoss og Almelidfoss for å lette fiskevandring, men trappen i Hellandsfossen er for tiden stengt. Analysen viser at vannføringen i restfeltet og i hovedløpet har endret seg betydelig etter reguleringene, med hurtige endringer grunnet kraftverksdrift og sammenbrudd i gummidammen ved Almelid. Disse endringene har potensielt negative miljøeffekter på fiskebestander, spesielt når vannstandsreduksjonen er rask og omfattende. Analyser av vannføringsdata viser at reguleringen har redusert variasjonen i vannføringen og at den fører til hyppige og uforutsette stans i kraftverksdrift som fører til betydelige endringer i vannføringen både opp- og nedstrøms Hellandsfoss.

Vannkjemi og aluminium på fiskegjeller

Modalselva har gjennomgått betydelige endringer som følge av forsuring på grunn av sur nedbør, noe som resulterte i tapet av den opprinnelige laksebestanden. Overvåking av vannkvaliteten har vært utført siden 1976, med en overgang til Miljødirektoratets vannkemikontroll fra 2013. Fra 2016 har vannkvaliteten blitt nøye overvåket på seks stasjoner i elva. Historiske data viser tydelig den negative påvirkningen av forsuring, med pH- og aluminiumsverdier som indikerte dårlig til svært dårlig tilstand for ferskvannsmiljøet. Imidlertid har det vært en positiv utvikling på grunn av reduserte utslipp av sur nedbør siden 1990-tallet og innføringen av kalkingstiltak fra 2016. Kalkingsstrategien har som mål å øke pH-nivået i elva til akseptable nivåer for laksebestanden.

Undersøkelser av gjelleprøver fra 1997 til 2023 viser at elva har vært svært utsatt for ugunstige vannkemiske forhold, med høye nivåer av giftig aluminium. Kalkingstiltakene har imidlertid hatt

en umiddelbar positiv effekt på vannkvaliteten, selv om nivåene av gjelle-aluminium har variert noe de siste årene.

Analyse av bunndyrssamfunnet viser en moderat forsuringskade før kalking, men etter kalkingen har tilstanden bedret seg betydelig. Tilstedeværelsen av *Baetis rhodani*, en følsom art, ved alle stasjoner indikerer en forbedret tilstand i elva.

Samlet sett viser disse resultatene at kalking har vært effektivt for å forbedre vannkvaliteten og gjenopprette økosystemet i Modalselva, men det er fortsatt behov for nøye overvåking av tilstanden og flere tiltak kan iverksettes for å bedre situasjonen for laks og aure.

Status gyte- og ungfiskbestand

Gytefisktellingerne i Modalselva har pågått årlig siden 1999. Sjøaurens gytebestand har vist en bekymringsfull nedadgående trend siden 2005, til tross for at sportsfisket ble stoppet i 2012. På den positive siden har gytebestanden av laks vist en markant økning fra 2019, takket være kalkingen initiert i 2016 og et reetableringsprosjekt med Vossolaks. Imidlertid var innsiget i 2023 lavt, noe som trolig kan tilskrives høy dødelighet under fjordvandringen.

Tettheten av ungfisk, spesielt laks, har økt siden 2017, antagelig som følge av reetableringsprosjektet og kalkingen. Tetthetene av aure har vært generelt høyere og mer stabile, men viser en negativ trend siden 2008. Oppstrøms Hellandsfossen er det en markant økning i tettheten av laks siden 2017, trolig som et resultat av utplantingen av lakserogn.

Status gassovermetning

NORCE LFI har gjennomført gassmetningsmålinger i kraftverksutløpet ved Hellandsfossen siden 2013. Metoden baserer seg på et Weiss-Saturometer og måler metning av alle gasser i vannet relativt til atmosfærisk lufttrykk. Mellom september og november 2023 ble det gjennomført overvåking med to gassloggere, inkludert en med forbedret kalibrering og loggerintervall. Eviny har også utført overvåking med en Solu-Blu TDG-sensor. Tidligere analyser har vist høy gassmetning grunnet kraftverksdrift, særlig etter perioder med stillestående drift og fylling av vann fra bekkeinntakene. Ombygging av bekkeinntakene har redusert nivåene, men gassovermetning forekommer fortsatt, spesielt ved lav drift av kraftverket for å unngå hurtige vannstandsendringer, med nivåer opptil 112-120 %.

Smoltens overlevelse ut av vassdraget

NORCE LFI utførte undersøkelser på oppdrag fra Eviny for å kartlegge overlevelsen til laksesmolten ned Modalsvassdraget. Undersøkelsene i 2022 og 2023 med akustisk telemetri sammenlignet smoltens utvandring med tidligere forsøk fra 2019, hvor smolt ble merket med PIT-merker. Samlet sett viser undersøkelsene at minst 40 % av laksesmolten overlever ned Hellandsfossen.

Slep av smolt som et bevaringstiltak

For å gjenopprette laksebestanden i Modalselva ble det, i tillegg til rognplanting, gjennomført slep av ettårig klekkerismolt fra Voss klekkeri i årene 2016 til 2019. Smolten ble transportert fra Voss klekkeri til Modalselva og preget på elvevann før den ble slept ut. Sleperuten gikk ut gjennom Mostraumen til Manger, basert på erfaringer fra tilsvarende slep fra Vosso som viste bedre overlevelse for smolt slept ut mot kysten. Tilbakevandringen av laks fra slepeforsøkene ble registrert på et nettverk av PIT-antennene i ulike elver i Osterfjordsystemet. Total tilbakevandring varierte fra 0,7 % til 3,9 %, med 73 % av gjenfangstene registrert i Modalselva. Feilvandring av laks fra Modalslepene ble også registrert i andre elver, noe som var uønsket. I 2019 ble det i tillegg satt ut klekkerismolt direkte i Modalselva, men tilbakevandringen var lav. På grunn av den negative bestandsutviklingen, vil det fra 2024 forsøkes å fange og slepe villsmolt fra Modalselva for å bevare og å øke gytebestanden av laks.

Prioritering av videre tiltak

Kalkingsstrategien for Modalselva innebærer å kalke hovedelva fra Espeneset nedstrøms Steinslandsvatnet fra 1. desember til 1. juli påfølgende år. Målet er å opprettholde pH-verdier på 6,2 fra desember til midten av mars, og deretter på 6,4 frem til juli. Dette er for å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks. Det er også vurdert å kalke sidevassdraget Budalselva for å motvirke forsuring og mulig dannelse av giftige blandsoner av aluminium. Planene for reetablering av laks i Modalselva har involvert rognplanting og slep av klekkerismolt. Det var anbefalt å plante ut lakserogn i en tiårsperiode, dvs. tom. 2023. Imidlertid ble det plantet ut 150 000 lakserogn i 2024, og videre strategi er ikke avklart. I planene for slep av laksesmolt fra og med 2024, er det satt i gang et stort apparat for å fange inn vill laksesmolt som skal benyttes i smoltslep ut fjorden til Manger. Tiltakene evalueres og videre strategi gjøres basert på tilslag. Problemer med opp- og utvandring av fisk i Hellandsfossen har blitt identifisert, og tiltak som en rist ved Modalslag kraftverk og forbedringer av fisketrappen og andre fysiske tiltak i Hellandsfossen er foreslått. Det er også behov for å vurdere tiltak ved Eviny sitt kraftverksinntak ved Almelid for å sikre fiskens vandring. Andre forslag til tiltak inkluderer å skape mer skjul for ungfisk i elvebunnen ved å rippe og å justere terskler på restfeltstrekningen mellom Almelid og Hellandsfossen for å forbedre gyteforholdene og skjulforholdene for fiskeyngel.



Ripping av elvebunnen med en «Teleklo» har vist seg å være effektiv i mange vassdrag. Finstoff blir transportert videre vekk av elven og elvebunnen får betydelig økt skjulkapasitet og dermed plass til mer ungfisk.

1. Bakgrunn og hensikt

Det er stor interesse for prosjektet med å reetablere en laksebestand i Modalselva. Derfor er det også et stort behov for å presentere en oppdatert sammenstilling av arbeidet så langt. Det foreligger flere rapporter med relevante data fra Modalselva, men også data fra Modalselva som bare foreligger som data eller som er rapportert i enkeltstående notat. Med tanke på alt som nå pågår i Modalselva mener vi det nå er rett tidspunkt for å samle informasjonen i en rapport. Dette mener vi vil være til nytte for forvaltning og forskning med tanke på prioritering av videre tiltak for å fremme reetableringen av laksestammen.

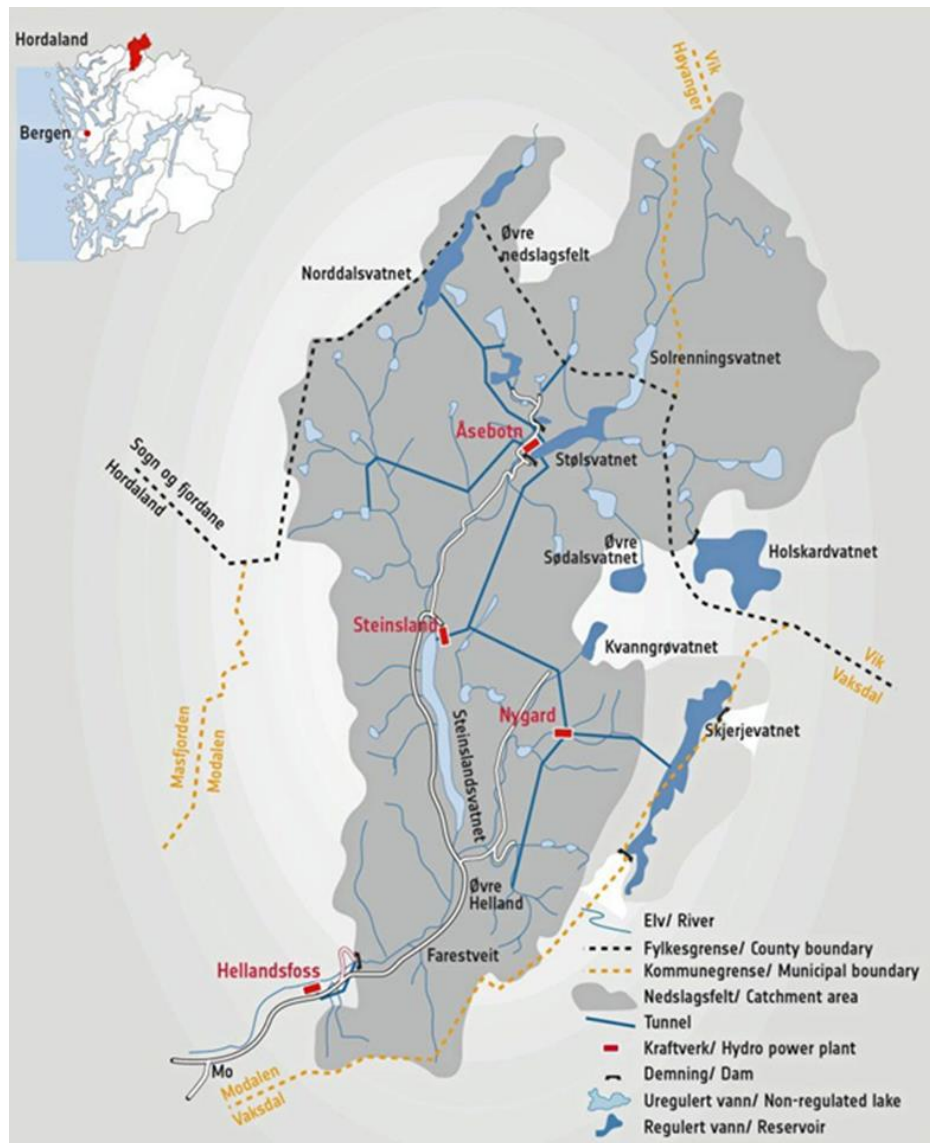
I denne sammenstillingen av kunnskap om Modalselva, vil følgende forhold bli presentert:

- 1) Effekter av vassdragsreguleringen på fiskebestandene (produksjonsareal, effektkjøring, gassovermetning) og iverksatte tiltak.
- 2) Forsuring og effekter av kalking som tiltak for å bedre vannkjemisk miljø for vannlevende organismer med fokus på smoltkvalitet (inkl. tidsserier ang vannkjemi, indikatorarter blant bunndyr, gjelle-aluminium).
- 3) Tiltak i form av rognplanting og slep av klekkerismolt og effekter på bestandsstatus målt ved tettheter av ungfisk og telling av gytefisk, herunder også en beskrivelse av mulige trusselfaktorer i smoltens utvandningsrute (vannkvalitet, oppdrett, predasjon).
- 4) Omtale av planlagt innfangning og slep av villsmolt som tiltak iverksatt fra våren 2024.
- 5) Basert på punktene ovenfor vil det bli gitt en samlet beskrivelse av status og en prioritering av videre tiltak med tanke på kalking, kultiveringstiltak, slep av villsmolt evt. andre forhold.

2. Beskrivelse av vassdraget

2.1 Reguleringen av vassdraget

Modalsvassdraget har sitt utspring i Stølsheimen og hadde et naturlig nedbørfelt på 387,8 km². Etter reguleringene som startet i 1975, er i dag arealet 381 km², herav er 38,7 km² fraført det naturlige nedbørfeltet og 32 km² er overført til vassdraget. Vassdraget består i hovedsak av Modalselva som renner fra Steinslandsvatnet og ut i Mofjorden ved Mo. Det er flere sideelver og bekker i vassdraget som inngår i reguleringene. Blant de største er Norddalselva og Stølselva som renner sammen oppstrøms Steinslandsvatnet og Krossdalselva som renner sammen med Modalselva like nedstrøms Steinslandsvatnet (**Figur 1**).



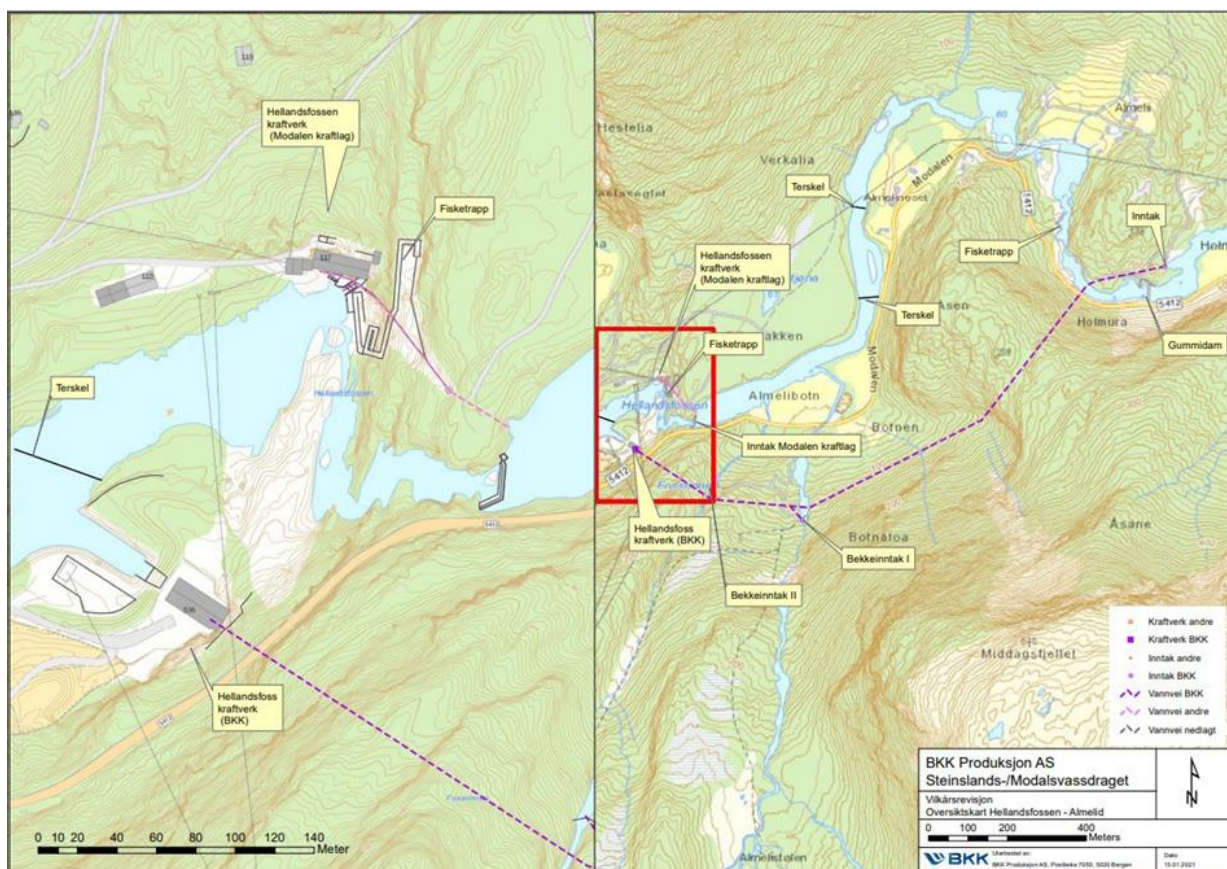
Figur 1. Oversikt over nedbørfelt og reguleringen av Modalsvassdraget

I 1975 ble det gitt konsesjon til utbygging og byggingen startet samme år. Steinsland kraftverk ble satt i drift i 1981. Steinsland kraftverk har installert effekt på 2x 85 MW og slukeevne på 38,2 m³/s. Vannet til Steinsland kraftverk kommer fra to takrennetunneler, en fra nordsiden av området inntil Stølsvatnet, og en fra sørsiden av området som leder bekker inn på driftstunnelen. Stølsvatnet ligger som sentralt magasin i systemet. Holskardvatnet ble overført til Evanger kraftverk allerede i 1976 og Kvanngrovvatnet og Øvre Sødalsvatnet ble overført til Evanger fra 1984.

Nygard pumpekraftverk ble satt i drift i 2005. Med denne utvidelsen av kraftproduksjonen i Modalen, fikk vassdraget overført magasinet Skjerjavatnet fra Eksingedalsvassdraget. Alle reguleringsmagasin ligger ovenfor Steinsland kraftverk. Åsebotn kraftverk ligger også ovenfor Stølsvatnet og utnytter de øverste reguleringene.

Hellandsfoss kraftverk ble satt i drift i 1992. Kraftverket er det nederste i vassdraget og har inntak ved Almelid. Kraftverket er et elvekraftverk som utnytter den regulerte vannføringen gjennom Steinsland kraftverk og lokaltilsiget. Ved Almelid er det en gummiluke for å sikre stabil vannstand ved inntaket. Mellom Almelid og kraftverket er det 70 m fall. Kraftverket har en slukeevne på 50 m³/s og en installert effekt på 35 MW, og har en årsmiddelproduksjon på 151 GWh. Det er to bekkeinntak på driftstunnelen til Hellandsfoss kraftverk, kalt øvre og nedre bekkeinntak. Hellandsfossen kraftverk (Modalen kraftlag) utnytter fallet i Hellandsfossen og har inntak like oppstrøms fossen. Kraftverket har en samlet slukeevne på 11 m³/s og en installert effekt på 2,5 MW. Hellandsfossen kraftverk ligger på nordsiden av elven, mens BKKs kraftverk ligger på sørsiden (**Figur 2**).

Ved bygging av fisketrappen i Hellandsfoss i 1983 og i Almelidfoss i 1993 og med justeringer i 2011, er i dag den teoretiske anadrome strekningen ca. 24 km lang med et areal på 1 287 000 m². Før fisketrappene ble bygget kunne fisk svømme opp til Hellandsfoss, en strekning på ca. 6 km og med et areal på 302 000 m². Trappen i Hellandsfossen har imidlertid vært stengt siden 2022 grunnet tilstanden og behov for vedlikehold. I tillegg til fisketrappene i Hellandsfossen og Almelidfossen, er det bygget noen terskler på strekningen mellom Almelid og Hellandsfossen.



Figur 2. Oversikt over kraftverkene og fisketrappen i Hellandsfoss samt bekkeinntakene til BKK sitt kraftverk og terskler med fisketrapp på strekningen oppstrøms Hellandsfossen opp til gummidammen ved Almelid. Kartet er laget av BKK produksjon AS.

2.2 Effekter på vannføringen oppstrøms Hellandsfoss grunnet drift av Hellandsfoss kraftverk

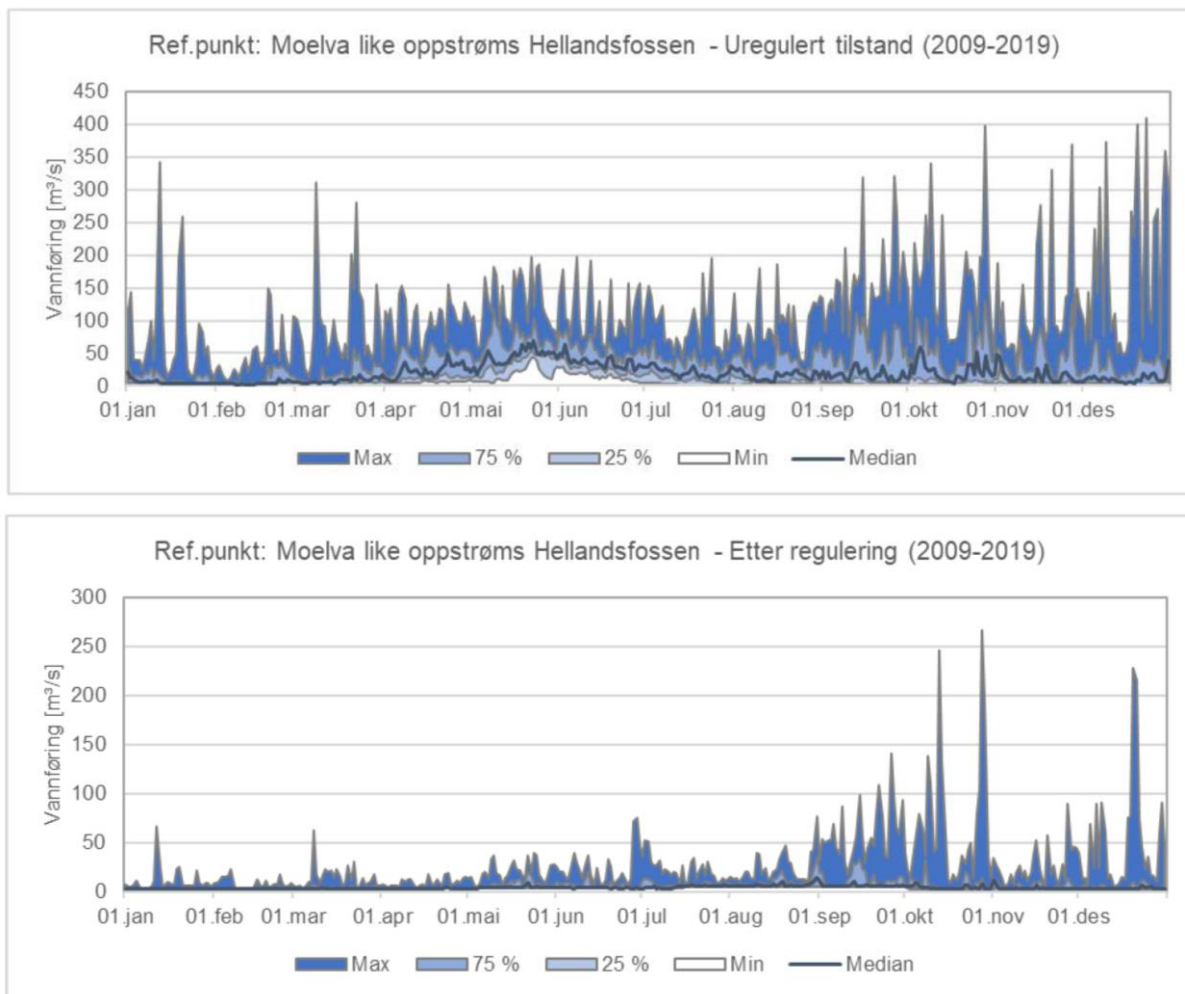
På strekningen mellom Almelid og Hellandsfossen (heretter kalt restfeltet), blir vannføringen kraftig påvirket av driften av Hellandsfoss kraftverk, og krav om slipp av minstevannføring ved gummidammen på Almelid. Hovedinntaket til kraftverket er ved Almelid som ligger ca. 2,3 km oppstrøms utløpet av Hellandsfoss kraftverk. Det er krav om minstevannføring gjennom hele året fra inntaket ved Almelid (**Figur 2**). Fra 16. juli til 30. september slippes minimum 5,0 m³/s og fra 1. oktober til 15. april slippes minimum 2,2 m³/s. I perioden 16. april til 15. juli slippes minimum 3,0 m³/s. I tillegg til fisketrappene ved Hellandsfossen og Almelidfossen, er det bygget to terskler på strekningen mellom Almelid og Hellandsfossen.

2.3 Vannføringsdata før og etter regulering

Før reguleringen var vannføringen langt høyere, dvs. den gjennomsnittlige vannføringen var 87 % høyere, hhv. 957 m³/s og 123 m³/s før og etter regulering. Før reguleringen var det også betydelig større variasjon i vannføring og dagens restfeltstrekning hadde langt høyere flomtopper (**Figur 3**).



Gummidammen og fisketrappen ved Almelid. Vannføringen i restfeltet styres via et inntak i gummidammen.



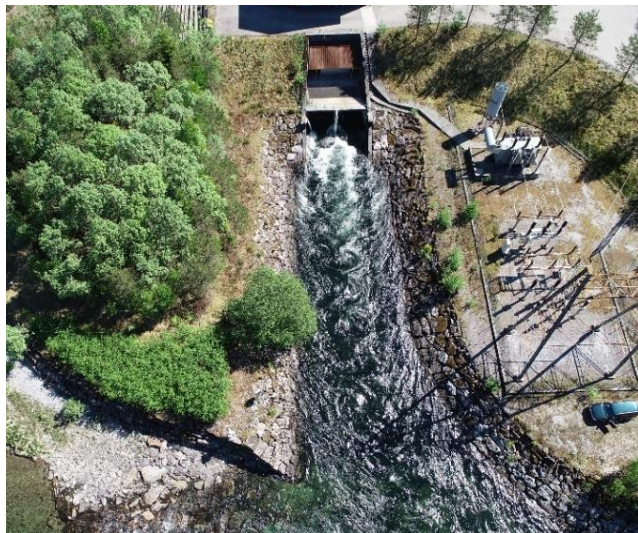
Figur 3. Vannføringsforhold oppstrøms Hellandsfossen (restfeltet mellom Hellandsfossen og gummidammen på Almelid) før regulering (øverst, referanse) og etter reguleringen (nederst). Figurene viser maksimum, 75 % og 25 % Persentil, minimum og median vannføring for perioden 2009-2019. Figurene er hentet fra Andersen og Kirkhorn 2020 (BKK notat).

Vannføringen i restfeltet har derfor blitt betydelig endret sammenliknet med uregulert tilstand (**Figur 3**). Hydrologiske analyser viser at det forekommer hurtige vannføringsendringer i restfeltet som en følge av den generelle driften av Hellandsfoss kraftverk (**Figur 4 - Figur 8**). Ved stans i kraftverket øker vannføringen raskt og ofte betydelig i restfeltet, og reduseres tilsvarende raskt ved oppstart og drift av kraftverket igjen. I perioden 2015-2020 har kraftverket hatt 23 ikke-planlagte stans der vannføringen reduseres svært raskt nedstrøms Hellandsfoss. Slike stans fører til tilsvarende rask økning i vannføringen i restfeltet oppstrøms fossen (**Tabell 1**). I tillegg er det kjent at gummidammen av og til ikke fungerer som planlagt dvs. den kollapser, slik at hurtige endringer i vannføring oppstår på grunn av dette. Endringene i vannføringen grunnet brå endringer ved gummidammen, er langt raskere enn det en normalt finner i uregulerte vassdrag.

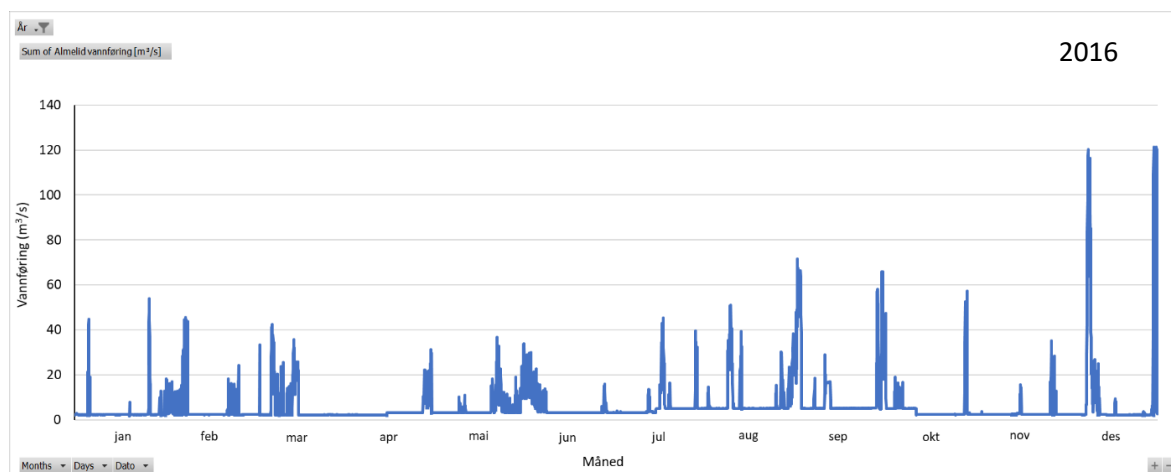
Tabell 1. Oversikt over planlagte og ikke planlagte stans i Hellandsfoss kraftverk i perioden 2015-2020. Tabellen er hentet fra Andersen og Kirkhorn 2020 (BKK notat).

År	Drifts-timer	Planlagt stans		Ikke planlagt stans		Prosent av tid med stans	Merknad
		[antall]	[timer]	[antall]	[timer]		
2015	8562	6	94	8	142	1,6 %	Opprinnelig vannføring nedstrøms kraftverket gjenopprettes alltid innen 2-3 timer da vannet renner i opprinnelig elveløp om kraftverket ikke startes innen denne tiden.
2016	8292	18	505	4	167	1,9 %	
2017	8728	6	88	1	1	0.0 %	
2018	7680	22	1265	3	32	0.4 %	
2019	6268	13	2152	5	341	3,9 %	Lav produksjon pga. arbeid med kraftledningen Modalen-Mongstad og arbeid på inntaksluke i Stølsvatnet
2020	5392	7	144	2	7	0,1 %	Til og med 20.august

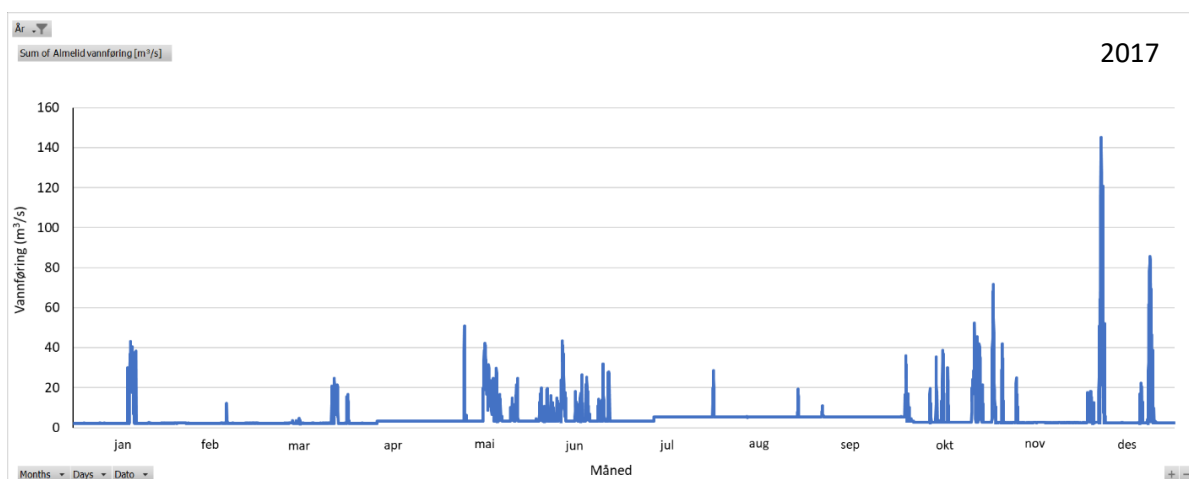
Det gjøres oppmerksom på at sammenhengen mellom vannstand og eksakt vannføring (kalibreringsmålinger for vannføringskurven) for minstevannføringsstasjonen på Almelid, gjelder bare opp til litt over minstevannføringskravet. Derfor er vannføringer over 5 m³/s beheftet med stor usikkerhet. Selv om vannføringene er unøyaktige over 5 m³/s, viser figurene tydelig unormalt hurtige endringer i vannføring.



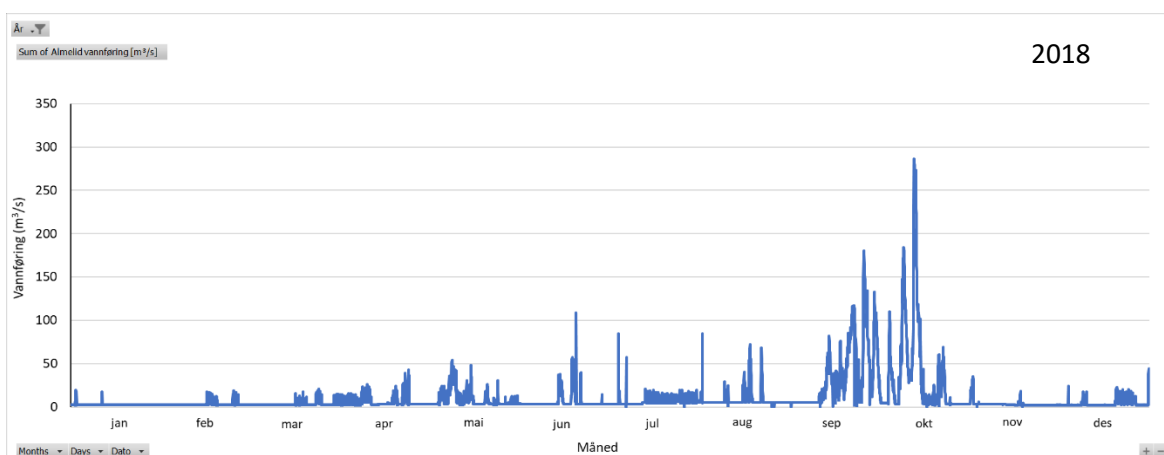
Driften av Hellandsfoss kraftverk påvirker de hydromorfologiske forholdene både oppstrøms og nedstrøms Hellandsfossen.



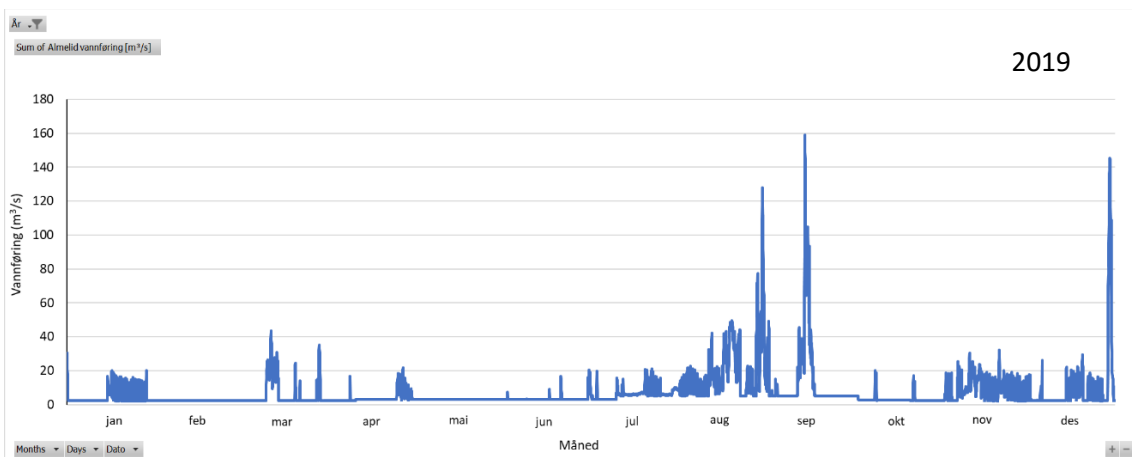
Figur 4. Vannføringsvariasjon i restfeltet målt like oppstrøms Hellandsfossen i 2016. Det er stor unøyaktighet i vannføringer over 5 m³/s, men grafen viser vannføringsvariasjonen i restfeltet grunnet driften av kraftverket.



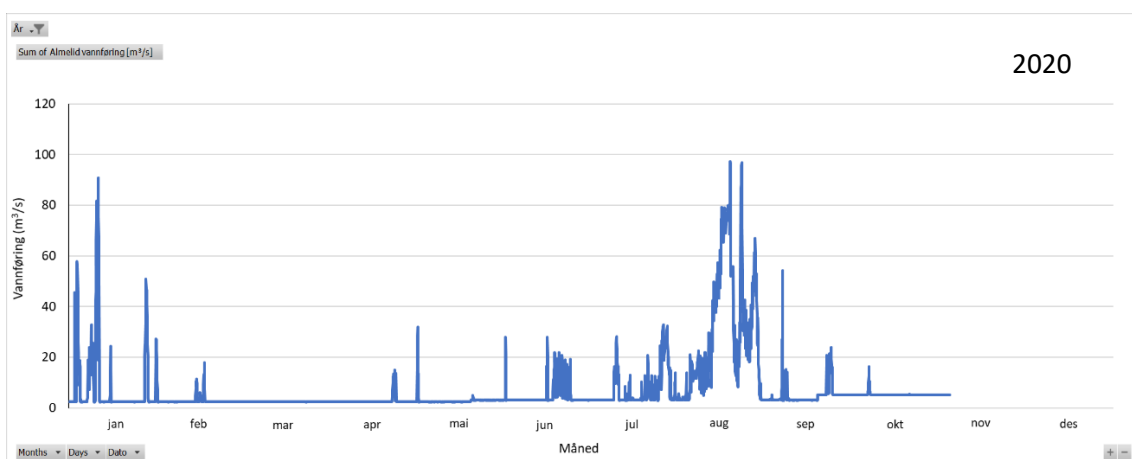
Figur 5. Vannføringsvariasjon i restfeltet målt like oppstrøms Hellandsfossen i 2017. Det er stor unøyaktighet i vannføringer over 5 m³/s, men grafen viser vannføringsvariasjonen i restfeltet grunnet driften av kraftverket.



Figur 6. Vannføringsvariasjon i restfeltet målt like oppstrøms Hellandsfossen i 2018. Det er stor unøyaktighet i vannføringer over 5 m³/s, men grafen viser vannføringsvariasjonen i restfeltet grunnet driften av kraftverket.



Figur 7. Vannføringsvariasjon i restfeltet målt like oppstrøms Hellandsfossen i 2019. Det er stor unøyaktighet i vannføringer over 5 m³/s, men grafen viser vannføringsvariasjonen i restfeltet grunnet driften av kraftverket.



Figur 8. Vannføringsvariasjon i restfeltet målt like oppstrøms Hellandsfossen i 2020. Det er stor unøyaktighet i vannføringer over 5 m³/s, men grafen viser vannføringsvariasjonen i restfeltet grunnet driften av kraftverket.

I en kunnskapsoppsummering av miljøeffekter av effektkjøring utført av Bakken mfl. (2016), ble det konkludert med at miljøeffekten av hurtige vannføringsreduksjoner er avhengige av en rekke forhold, som senkningshastigheten, hvor stort areal som tørrlegges, hvor stor endringen i vannføringen er, hvor ofte de forekommer og hvordan de er fordelt gjennom året, og når i sesongen/døgnet de forekommer. I følge Bakken mfl. (2016) kan den negative effekten av hurtige vannstandsreduksjoner vurderes som svært stor når senkningshastigheten, gitt som endring i vannstand per tidsenhet, overstiger 20 cm/t, stor ved senkningshastigheten mellom 13-20 cm/t og moderat ved senkningshastigheten mellom 5-13 cm/t og liten ved < 5 cm/t. Tilsvarende vurderes miljøeffekten i form av stranding av ungfisk som svært stor dersom mer enn 20 % av elvearealet tørrlegges ved nedkjøring, stor dersom 10-20 % tørrlegges, moderat dersom 5-10 % tørrlegges og lite dersom < 5 % tørrlegges. Resultatene ovenfor viser at det forekommer hurtige vannføringsreduksjoner på elvestrekningen oppstrøms Hellandsfoss kraftverk. Hvor stor effekt

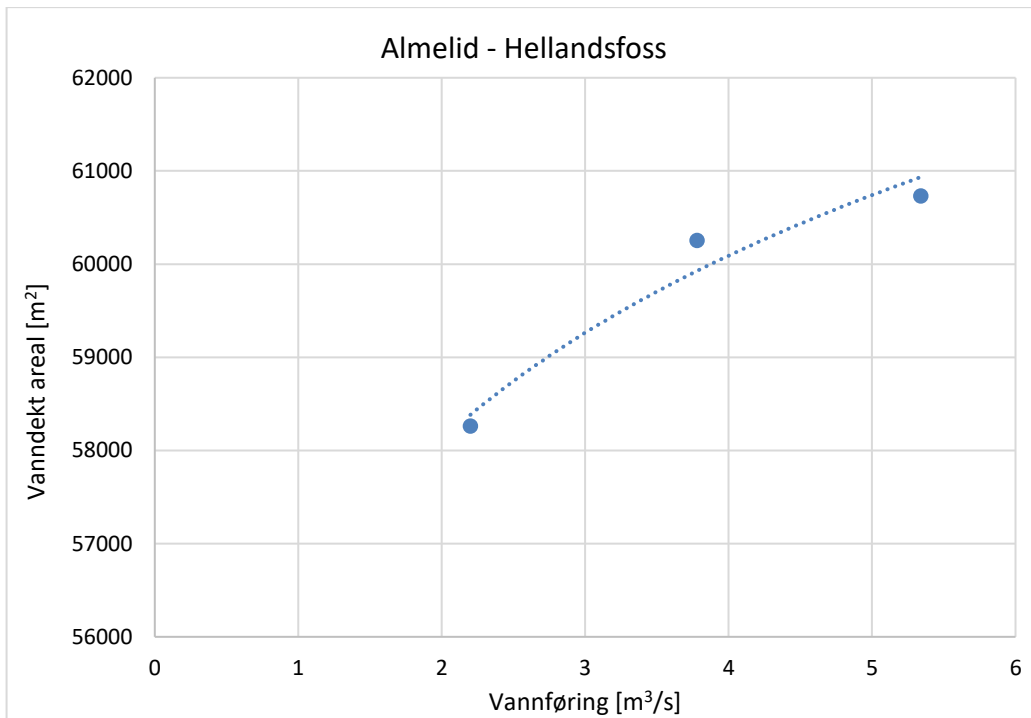
dette har på fiskeproduksjonen på bestandsnivå, må utredes nærmere ved å utføre mer detaljerte analyser av vannføring.

For å kunne belyse forholdet mellom vanddekt areal og vannføring, ble strekningen fotografert med en såkalt RTK-drone. Bilder fra en slik RTK-drone gjør det mulig å GEO referere bildene til bruk i f.eks. ArcGis. Det ble utført droneflyvning på tre ulike vannføringer (2,2 m³/s, 3,8 m³/s og 5,3 m³/s) som dekker minstevannføringskravene på strekningen (2,2 m³/s, 3,0 m³/s og 5,0 m³/s). Sammenhengen mellom vannføringer og vanddekt areal basert på dronebildene, er vist i **Figur 9** og **Figur 11**. Basert på analysen av dronefotoene, er 93,3 % av full elveseng (FKB data) vanddekt ved en vannføring på 2,2 m³/s (**Figur 10** og **Figur 11**). Tilsvarende for 3,8 m³/s og 5,3 m³/s, er 96,5 % og 97,3 %. Videre viser analysen at vanddekt areal øker med ca. 1 262 m² pr. m³/s fra 2,2 m³/s til 3,8 m³/s og tilsvarende med ca. 305 m² pr. m³/s fra 3,8 m³/s til 5,3 m³/s . Analysen viser at vannføringen på 2,2 m³/s i praksis dekker nesten hele elvesengen med vann.

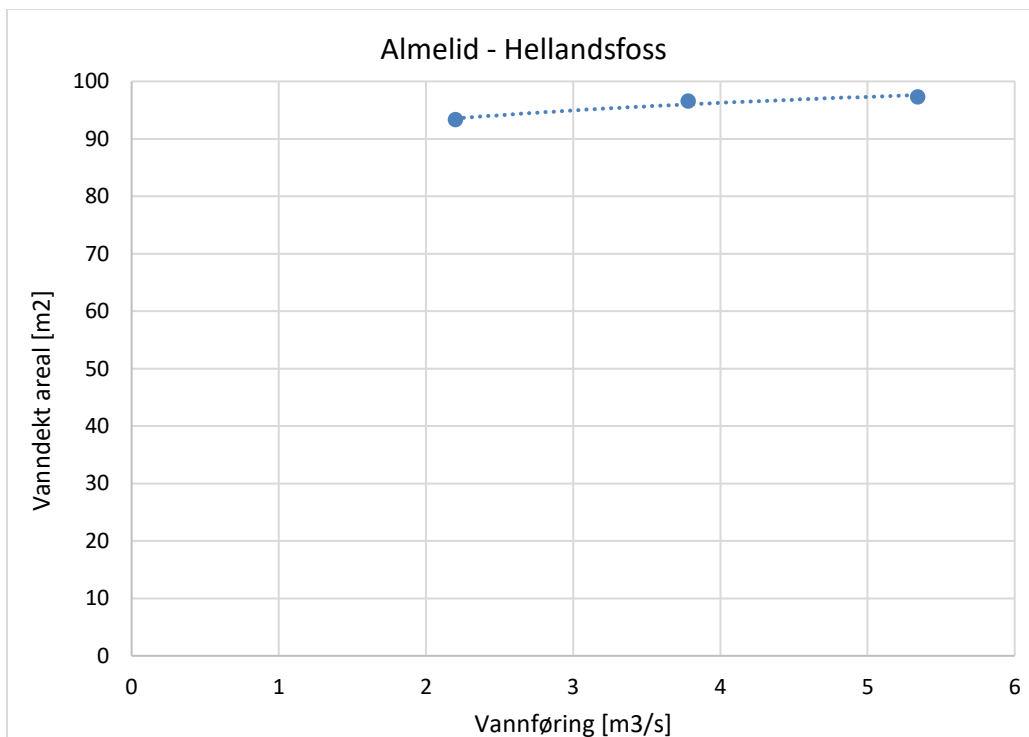
Analysen i nedre del viste seg å bli påvirket av varierende vannføring i to sidebekker som renner inn fra sørøst ved Almelibotn og som er påvirket ved at de er overført til kraftverket som bekkeinntak, samt driften av det lokale kraftverket Hellandsfossen kraftverk (Modalen kraftlag) med inntak rett oppstrøms Hellandsfoss. Dette førte til at det var høyere vanddekt areal i den helt nedre delen ved 3,8 m³/s i forhold til 5,3 m³/s. Derfor er grunnlaget for analysen av vanddekt areal i forhold til vannføring, basert på elvestrekningen fra terskelen som ligger ca. 250 m oppstrøms utløpet av disse bekkene og opp til gummidammen ved Almelid.



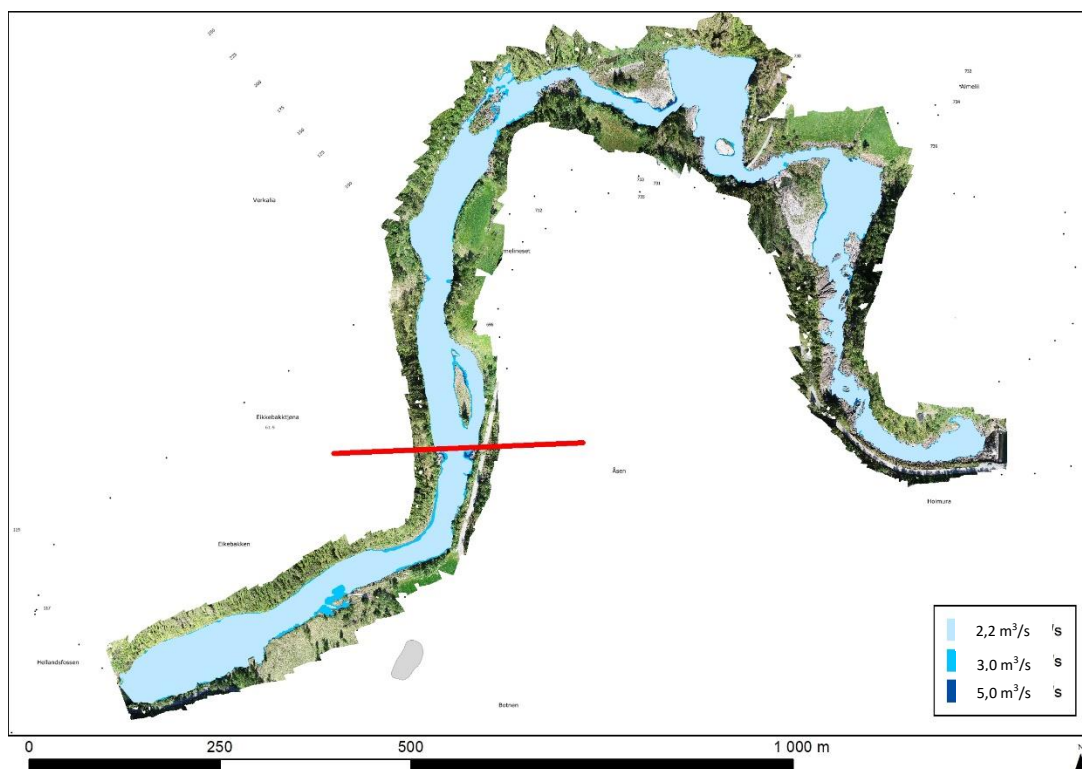
De to bekkene som renner inn i restfeltet ved Almelidbotn sammen med driften av det lokale kraftverket Hellandsfossen kraftverk (Modalen kraftlag), påvirker det vanddekte arealet fra Hellandsfossen og opp til første terskel. Bildet til høyre burde ha et større vanddekt areal siden vannføringen er 5,3 m³/s mens bildet til venstre er 3,8 m³/s, men har høyere vanddekt areal. Analysen av vanddekt areal i forhold til vannføringen har av den grunn utelatt arealer i restfeltet som blir påvirket av dette.



Figur 9. Sammenhengen mellom vannføring og vanddekt areal på strekningen mellom Almelid og Hellandsfossen i Modalselva basert på dronekartlegging.



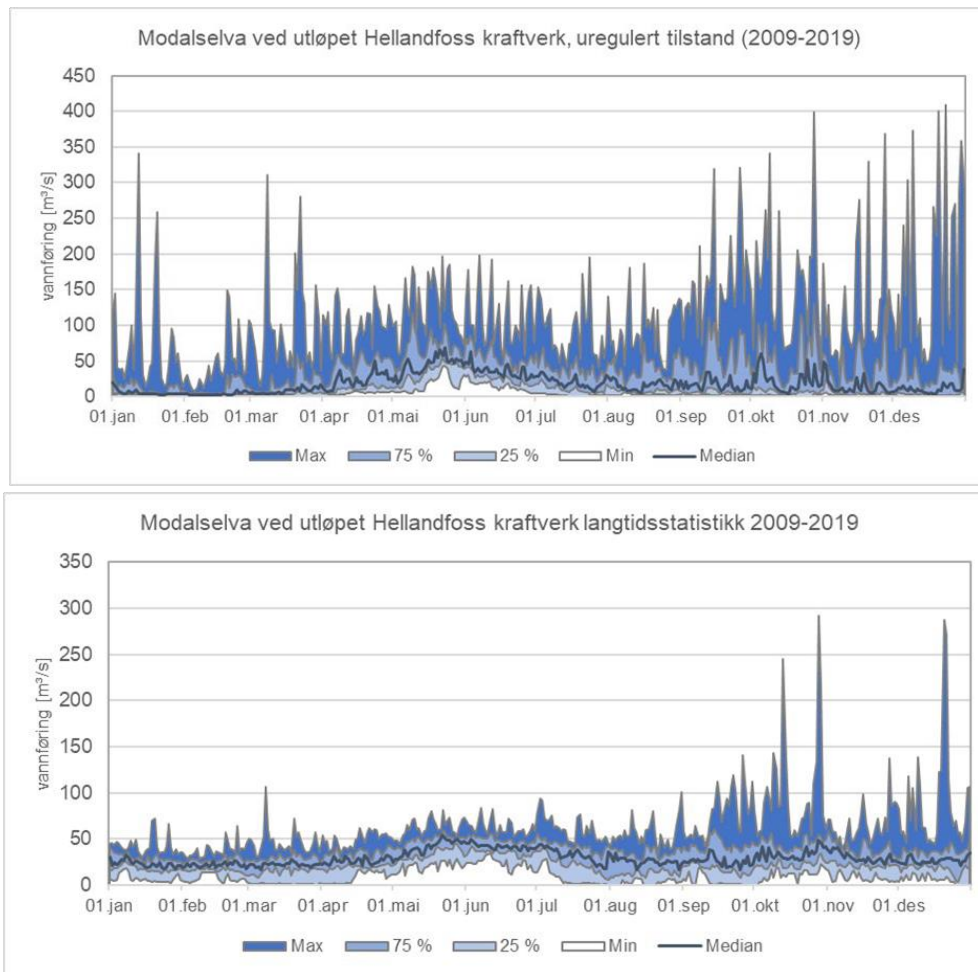
Figur 10. Sammenhengen mellom vannføring og vanddekt areal i prosent (%) på strekningen mellom Almelid og Hellandsfossen i Modalselva basert på dronekartlegging.



Figur 11. Vanddekt areal ved 2,2 m³/s, 3,8 m³/s og 5,3 m³/s på strekningen mellom gummidammen ved Almelid og Hellandsfossen basert på foto fra en RTK-drone. Strekningen nedstrøms rød strek ble påvirket av varierende vannføringer i to sidebekker som kommer inn fra sørøst samt driften av det lokale kraftverket Hellandsfossen kraftverk (Modalen kraftlag) med inntak rett oppstrøms Hellandsfossen, og ble av den grunn utelatt i analysen.

2.4 Effekter på vannføringen nedstrøms Hellandsfoss grunnet drift av Hellandsfoss kraftverk

Driften av Hellandsfoss kraftverk påvirker vannføringsforholdene på strekningen både mellom inntak og utløp av kraftverket, og på strekningen nedstrøms kraftverket ned til utløpet av hovedelva ved Mo. I det påfølgende omtales vannføringsforholdene nedstrøms kraftverket. Hovedinntaket til kraftverket er ved Almelid som ligger ca. 2,3 km oppstrøms utløpet av kraftverket. Strekningen fra utløpet av kraftverket og ned til utløpet av Modalselva i sjøen ved Mo er 6,3 km lang inkludert en brakkvannssone på 700 m. Denne strekningen blir heretter omtalt som hovedløpet. Reguleringen av vassdraget påvirker vannføringsforholdene i hele elven, mens driften av Hellandsfoss kraftverk påvirker vannføringsforholdene både nedstrøms og oppstrøms kraftverket ved unormale hurtige endringer. Reguleringen har ført til mindre variasjon, reduserte flomtopper og generelt høyere median vannføring i hovedløpet. De høye flomtoppene og endringene i vannføringen om våren og høsten er dempet (**Figur 12**).



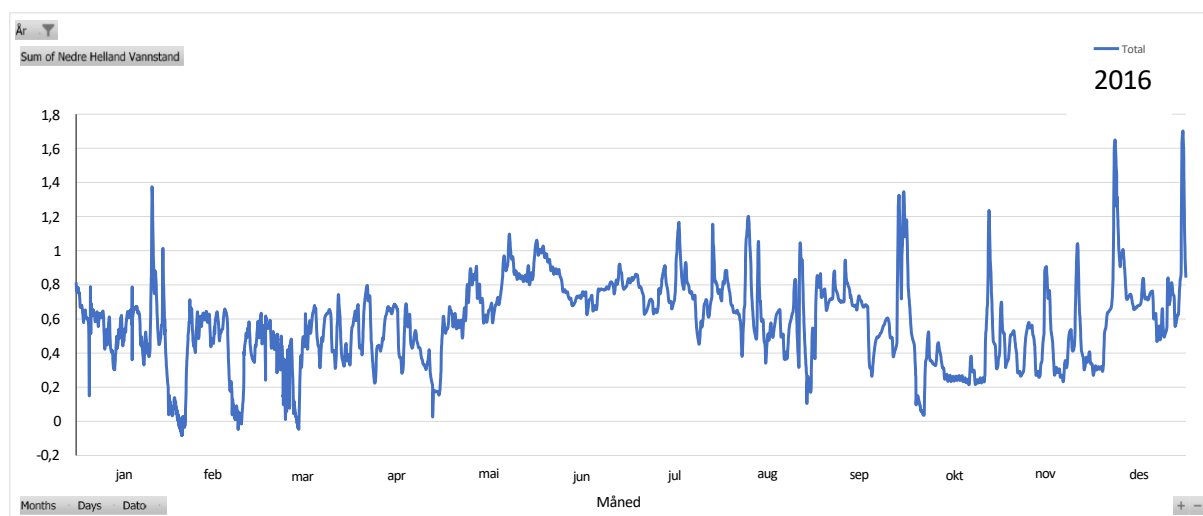
Figur 12. Vannføringsforhold for uregulert (øverst) og regulert (nederst). Figurene viser maksimum, 75 % og 25 % persentil, minimum og median vannføring for perioden 2009-2019. Figurene er hentet fra Andersen og Kirkhorn 2020 (BKK notat).

BKK har montert en egen vannstandslogger (Nedre Helland) som har logget vannstanden siden 2015. I perioden 2015-2020 har kraftverket hatt 23 ikke planlagte stans der vannføringen reduseres svært raskt (**Tabell 1**). Det er i denne perioden registrert episoder der vannstanden reduseres med over 20 cm/t ved flere anledninger og den raskeste reduksjonen er 44 cm i timen (**Tabell 2**).

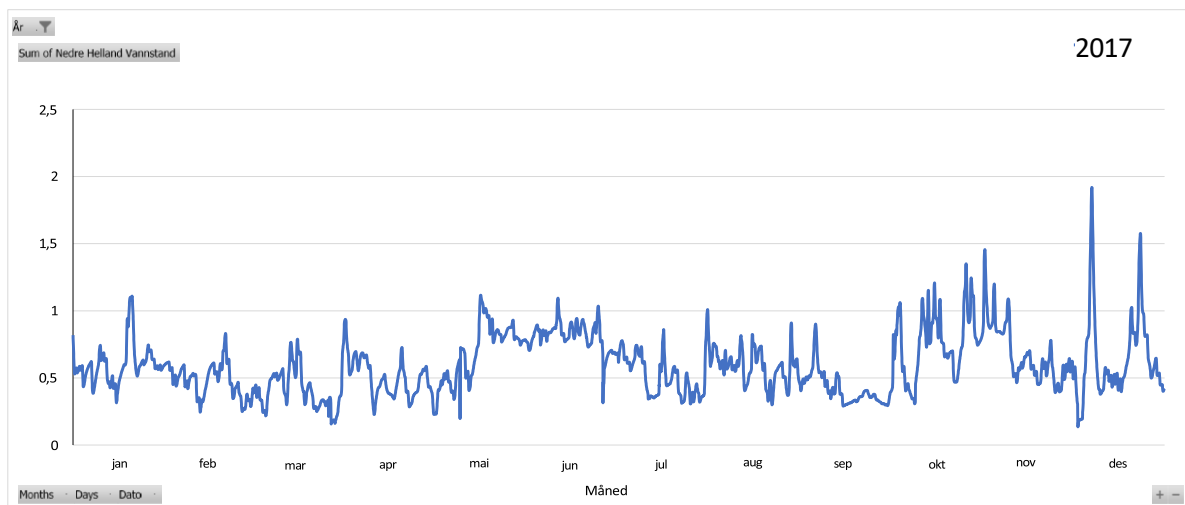
Tabell 2. Oversikt over episoder med vannstandsreduksjoner som har forekommet i hovedløpet i perioden 2016 - 2019. For hver episode er det angitt dato og klokkeslett, vannstand ved Nedre Helland ved start og slutt ved ikke planlagt stans i kraftstasjonen, antall timer for stans (basert på timesverdier), vannstandsending i elv fra start til slutt og hurtigste senkningshastighet per time i løpet av hendelsen.

Dato klokkeslett	Vannstand		Antall timer	Vannstands- ending (cm)	Hurtigste senknings- hastighet (cm/t)
	Start	Slutt			
05.01.2016 06:00	0.48	0.15	2	-33	-20
19.01.2016 11:00	0.79	0.36	1	-43	-43
11.03.2016 06:00	0.30	0.08	3	-22	-13
27.04.2016 13:00	0.20	0.03	1	-17	-17
28.08.2016 22:00	0.27	0.11	1	-16	-16
10.05.2017 08:00	0.64	0.20	1	-44	-44
27.06.2017 03:00	0.68	0.32	2	-36	-26
11.01.2018 07:00	0.49	0.34	1	-15	-15
29.06.2018 13:00	0.43	0.19	1	-24	-24

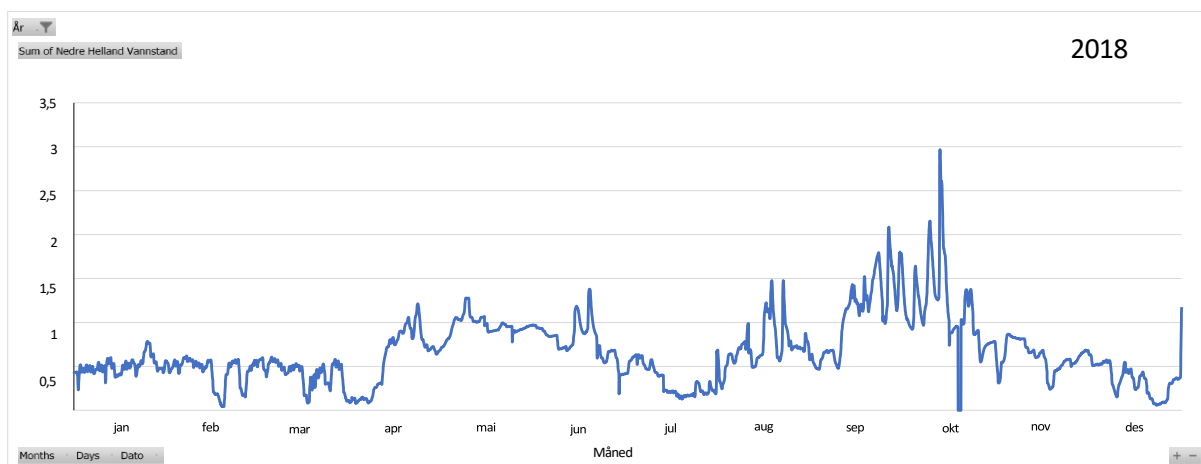
Analyse av den generelle driften av Hellandsfoss kraftverk, viser at det forekommer hurtige vannføringsendringer i hovedløpet som en følge av denne driften (**Figur 13 - Figur 17**).



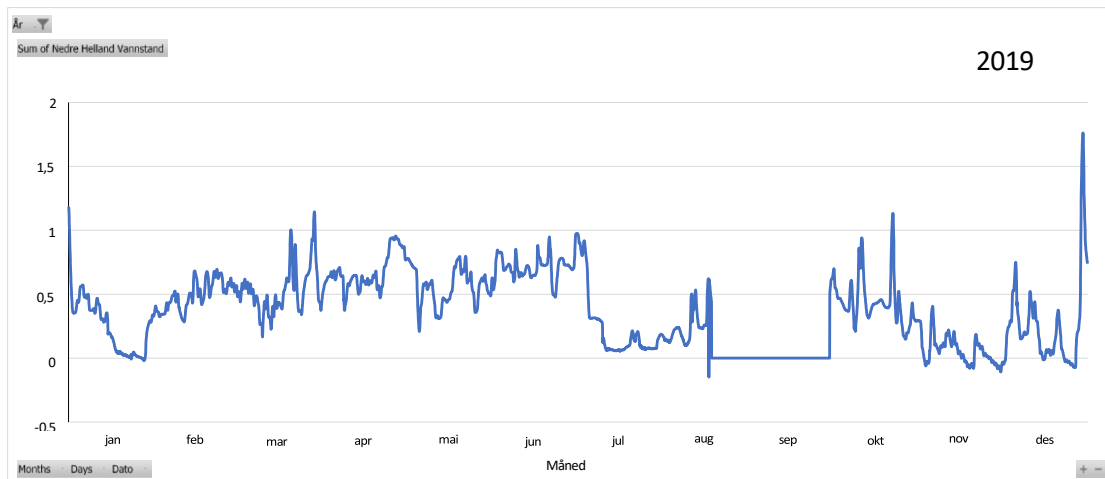
Figur 13. Vannstandsvariasjon målt ca. 700-800 m nedstrøms utløpet av Hellandsfoss kraftverk i 2016. Det absolute nivået på vannstanden kan være unøyaktig, men grafen viser vannføringsvariasjonen i hovedløpet grunnet driften av kraftverket.



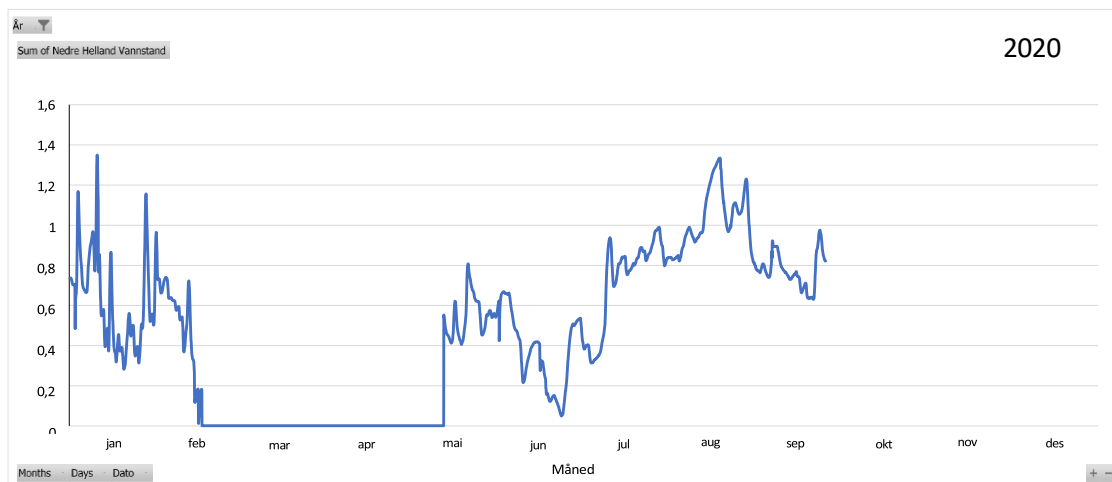
Figur 14. Vannstandsvariasjon målt ca. 700-800 m nedstrøms utløpet av Hellandsfoss kraftverk i 2018. Det absolutte nivået på vannstanden kan være unøyaktig, men grafen viser vannføringsvariasjonen i hovedløpet grunnet driften av kraftverket.



Figur 15. Vannstandsvariasjon målt ca. 700-800 m nedstrøms utløpet av Hellandsfoss kraftverk i 2018. Det absolutte nivået på vannstanden kan være unøyaktig, men grafen viser vannføringsvariasjonen i hovedløpet grunnet driften av kraftverket.



Figur 16. Vannstandsvariasjon målt ca. 700-800 m nedstrøms utløpet av Hellandsfoss kraftverk i 2019. Det absolute nivået på vannstanden kan være unøyaktig, men grafen viser vannføringsvariasjonen i hovedløpet grunnet driften av kraftverket.



Figur 17. Vannstandsvariasjon målt ca. 700-800 m nedstrøms utløpet av Hellandsfoss kraftverk i 2020. Det absolute nivået på vannstanden kan være unøyaktig, men grafen viser vannføringsvariasjonen i hovedløpet grunnet driften av kraftverket.

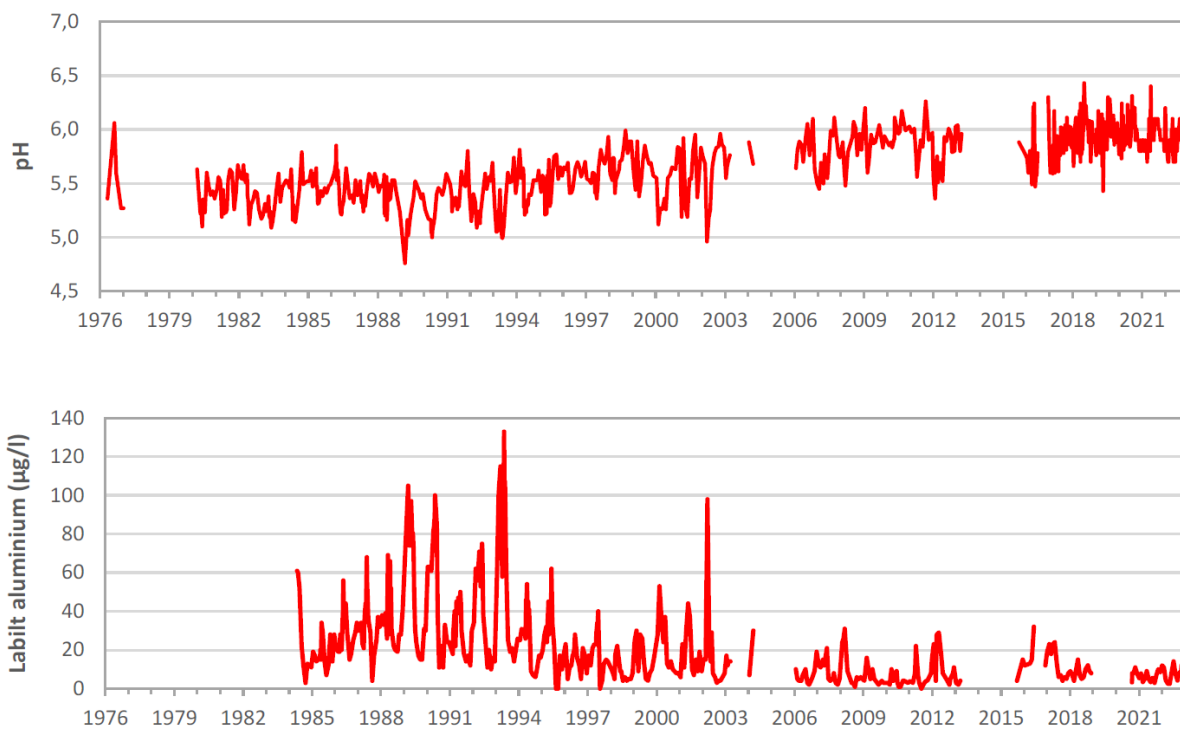
Resultatene ovenfor viser at det forekommer hurtige vannføringsreduksjoner på elvestrekningen nedstrøms Hellandsfoss kraftverk som kan føre til økt dødelighet som følge av at ungfisk strander. Hvor stor effekt dette har på fiskeproduksjonen på bestandsnivå, må utredes nærmere ved å utføre mer detaljerte analyser av vannføring, og å kartlegge hvor stor del av elvearealet som tørrlegges ved ulike vannføringer. Det sistnevnte kan for eksempel undersøkes ved å utvikle en terrengmodell eller ved å kartlegge vanddekt areal på ulike vannføringer med drone. Ved generelle hurtige vannstandsfluktasjoner ved høy vannstand, vil trolig ikke effekten på ungfiskproduksjonen være stor siden det vanddekte arealet da vil være tilnærmet 100 % i en slik situasjon.

3. Vannkjemi og aluminium på fiskegjeller

Modalselva har vært sterkt påvirket av forsurening på grunn av sur nedbør, og den opprinnelige laksebestanden døde ut som følge av dette. Overvåkingen av vannkvaliteten i elven har blitt gjennomført i ulike statlige programmer siden 1976. Fra sommeren 2013 har overvåkingen blitt innlemmet i Miljødirektoratet sin vannkemikontroll, og siden 2016 har vannkjemien blitt overvåket på seks stasjoner i vassdraget (Miljødirektoratet 2023).

Historiske data viser at Modalselva tydelig var påvirket av forsurening, med pH og giftig aluminiumsverdier som tilsvarte dårlig/svært dårlig tilstandsklasse for miljøtilstand i ferskvann (Haraldstad et al. 2012) (**Figur 18**). Gjennom årene har det imidlertid vært en klar forbedring av vannkvaliteten både på grunn av reduserte utslipp av sur nedbør fra 1990-tallet og deretter kalking fra 2016. På 1980-tallet lå pH-nivået mellom 5,2 og 5,5. I 1997 ble elven karakterisert som sur, aluminiumsrik og med en uakseptabel vannkvalitet for laks (Hindar et al. 1997). Reduserte utslipp førte deretter til en gradvis økt pH og i årene 2006 – 2009 hadde pH-nivået økt til 5,7-5,9. Samtidig med de økte pH verdiene sank konsentrasjonen av skadelig aluminium. Etter 2006 har pH og mengden skadelig aluminium i elven holdt seg ganske stabile. Før 2003 var gjennomsnittlig konsentrasjon av skadelig aluminium 29 µg/l, med årlige maksverdier på 60 µg/l. Etter 2010 har gjennomsnittlig konsentrasjon av skadelig aluminium vært 9 µg/l, med et årlig maksimum på 19 µg/l. Fra september til desember 2020, dvs. etter at kalkingen kom i gang i 2016, varierte konsentrasjonen av skadelig aluminium mellom 3 og 11 µg/l. I både 2021 og 2022 var gjennomsnittlig konsentrasjon av skadelig aluminium henholdsvis 6 og 7 µg/l, med variasjon mellom 3 og 14 µg/l.

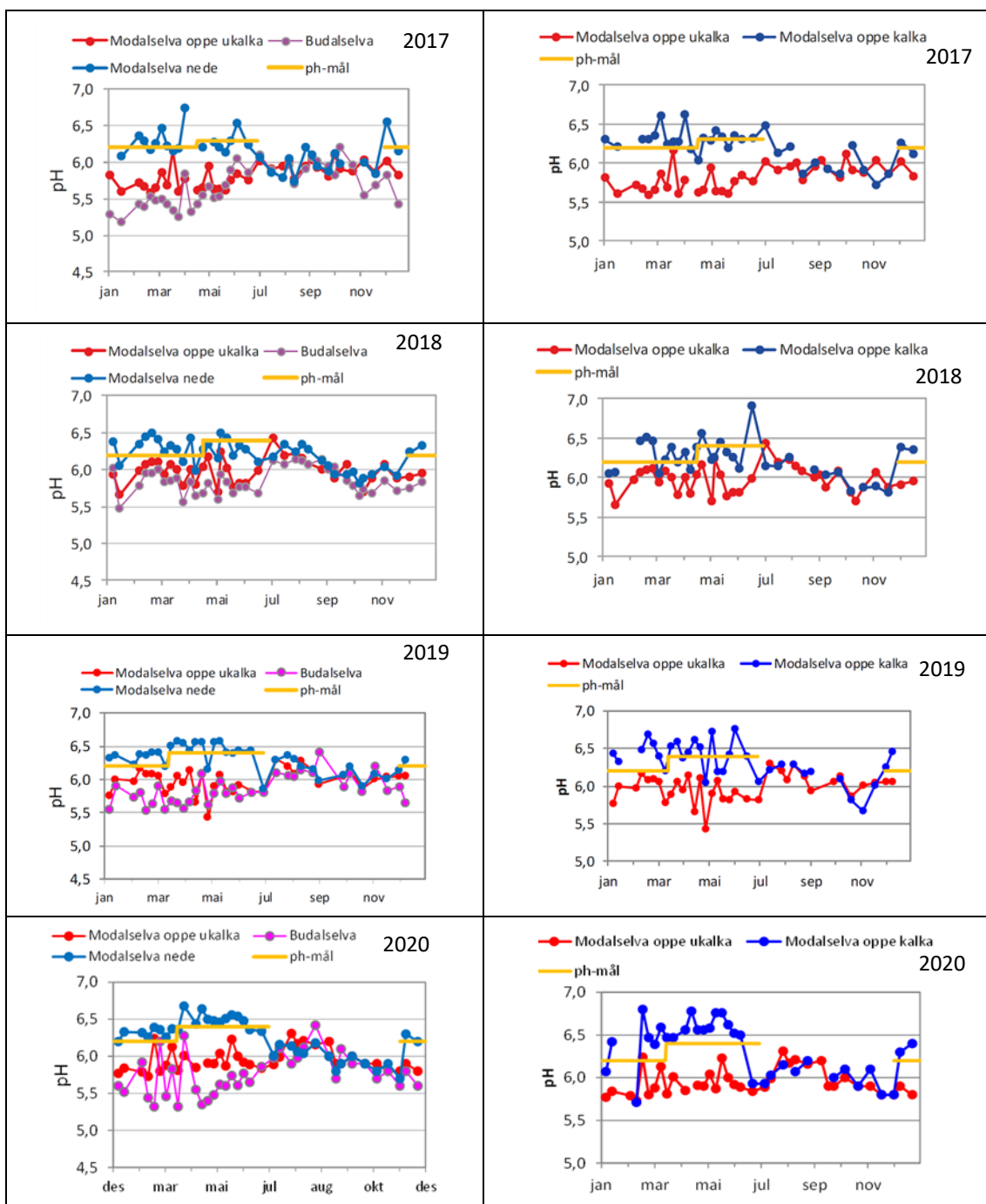
Kalkingsstrategien er å kalke hovedelva ved Espeneset nedstrøms Steinslandsvatnet med en doser fra 1. desember til 1. juli påfølgende år. Vannkvalitetsmålet er pH 6,2 i perioden 1. desember - 15. mars, og pH 6,4 i perioden 15. mars – 01. juli. Biologisk mål er å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks. Årlige pH-forhold i vassdraget for 2017-2022 er vist i **Figur 19**.



Figur 18. pH og konsentrasjon av labilt (giftig) aluminium i ukalket del av Modalselva siden 1976. Figurene er hentet fra Miljødirektoratet rapport M-2606.

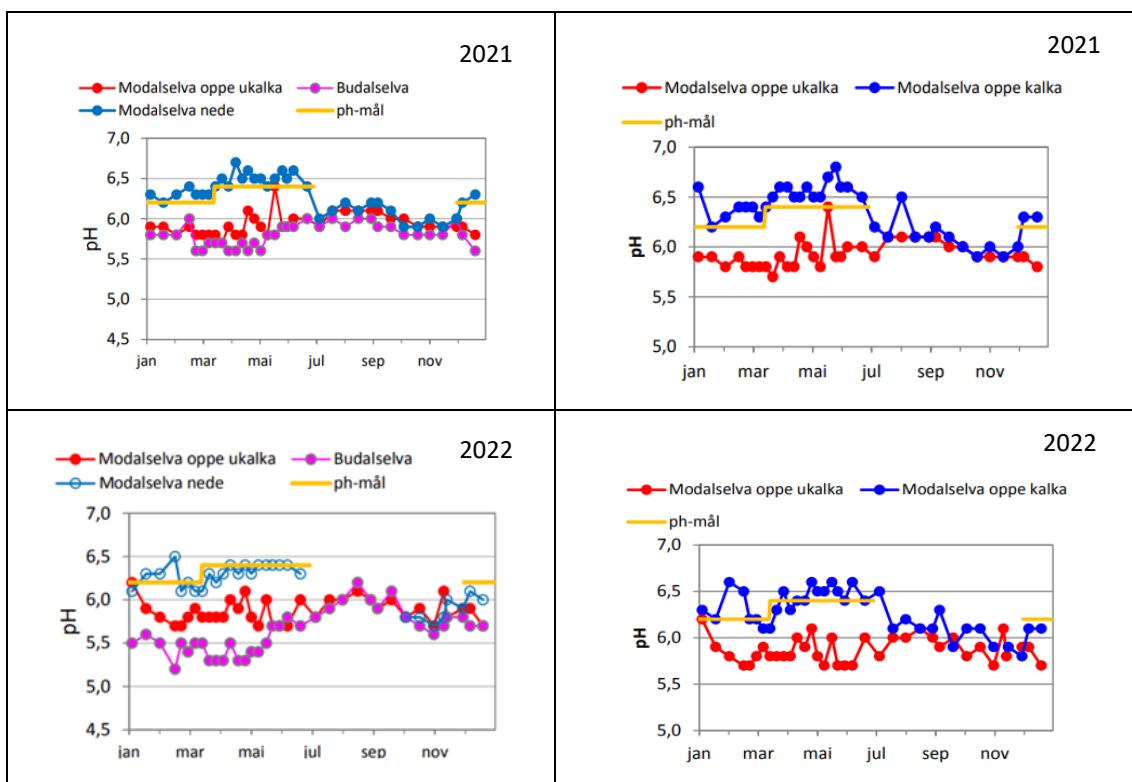


Gjelleprøver: Prøven tas ved at andre gjellebue på fiskens høyre side klippes ut.



Figur 19. pH-forløp i Modalselva gjennom årene 2017-2020, ovenfor kalkdoser (oppe ukalka), nedstrøms kalkdoser (oppe kalka), i sideløpet Budalselva og helt nederst i Modalselva. Gul linje indikerer pH-mål for kalkete strekninger. Figurer hentet fra Miljødirektoratet 2018, 2019, 2020, 2021.

(<https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/overvaking-arealplanlegging/miljoovervaking/overvakingprogrammer/ferskvann-hav-og-kyst/kalkede-laksevassdrag/>).



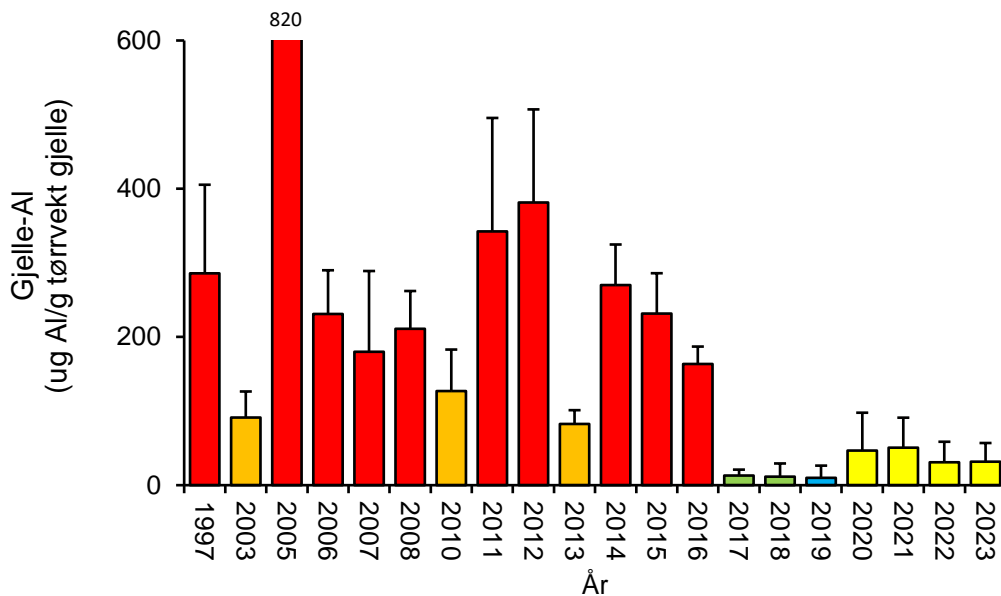
Forts. Figur 19. pH-forløp i Modalselva gjennom årene 2021-2022, ovenfor kalkdoser (oppe ukalka), nedstrøms kalkdoser (oppe kalka), i sideløpet Budalselva og helt nederst i Modalselva. Gul linje indikerer pH-mål for kalkete strekninger. Figurer hentet fra Miljødirektoratet 2022, 2023. (<https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/overvaking-arealplanlegging/miljoovervaking/overvakingsprogrammer/ferskvann-hav-og-kyst/kalkede-laksevassdrag/>).

3.1 Giftig aluminium på fiskegjeller

Undersøkelser av gjelleprøver tatt av både aure og laks i perioden 1997-2023, viser at vassdraget er svært utsatt for episoder med uheldige vannkjemiske forhold for fisk hvor det er blitt avsatt fra 91 til 820 µg aluminium per g tørrvekt gjelle (**Figur 20**). Imidlertid viser resultatene av utviklingen i aluminium på fiskegjeller i Modalsvassdraget at kalkingen hadde en dramatisk og umiddelbar positiv effekt mht. forbedring av vannkvaliteten.

Tabell 3. Klassegrenser for gjelle-aluminium (mikrogram aluminium pr gram tørrvekt gjelle) for laks i ferskvann (Veileder 2018).

Parameter	Enhet	Stadium	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Gjelle-Al	µg/g	Parr	<100	100-200	200-400	400-800	>800
		Smolt	<10	10-30	30-60	60-150	>150



Figur 20. Gjelle-aluminium ($\mu\text{g/g} \pm \text{SD}$) på gjeller av lakse- og aureunger fra Modalselven i perioden 1997-2023. Farger på søyler korresponderer med farger i **Tabell 3**.

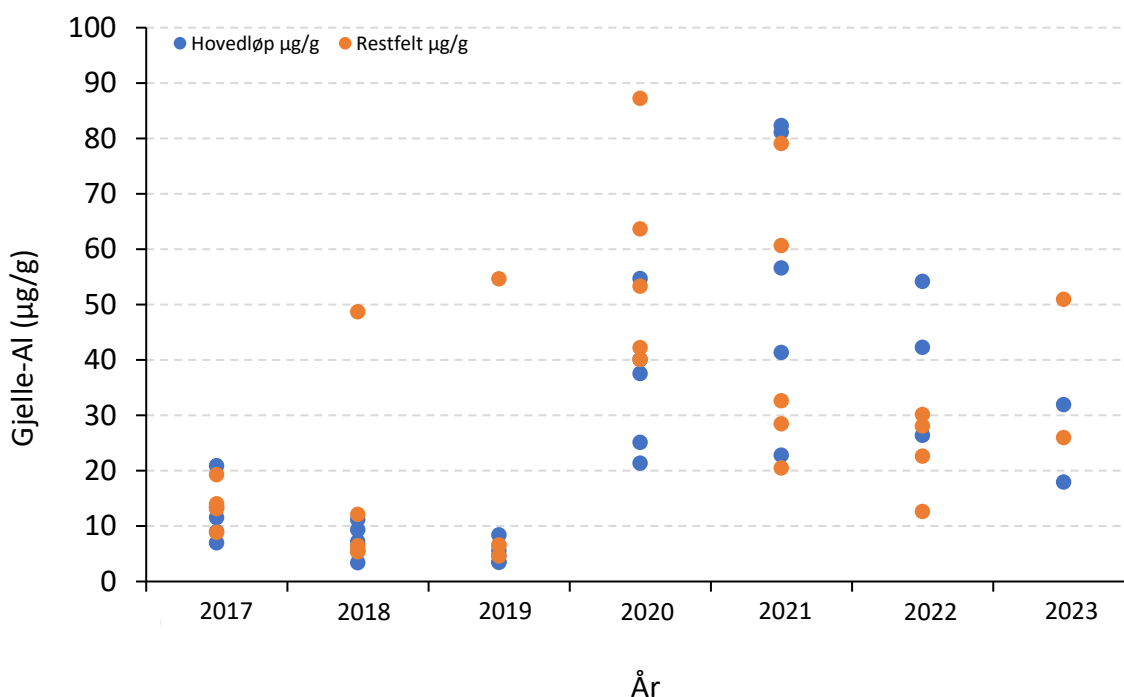
I 2023 ønsket Statsforvalteren i Vestland å få anskueliggjort senere års verdier av gjelle-aluminium hos ungfisk i Modalselven (Lehmann 2023). Det var ønskelig å skille mellom verdier hos fisk prøvetatt oppstrøms samløpet med Budalselven (strekningen mellom samløpet og eksisterende kalkingsanlegg på Espeneset), og fisk prøvetatt nederst i Modalselven (strekningen fra samløpet til utløpet i fjorden) (**Figur 21**). Hensikten med dette var å undersøke om fisk som er prøvetatt nedstrøms Budalselven generelt har høyere nivåer av gjelle-aluminium enn fisk fra områdene ovenfor.



Figur 21. Modalselven med samplingslokaliteter for fisk/gjelleprøver ved Almeland (oransje punkt) og ved Mo (blått punkt), samt innløpet fra sidevassdraget Budalselven (rød sirkel). (© Kartverket)

Norce LFI har data på gjelleprøver fra vill laksesmolt ved lokalitetene Almelid (restfelt) som ligger oppstrøms Budalselven og Mo (hovedelv) som ligger nedstrøms, for perioden 2017-23 (**Figur 21**). Gjelleprøvene har i all hovedsak vært tatt fem ganger i løpet av mai-juni hvert år, og sampling har skjedd på de samme datoer på Almelid og Mo.

I årene 2017 – 2023 da det ble gjennomført parallell prøvetaking av gjelle-aluminium ved Almelid og Mo, skiller imidlertid situasjonen seg i perioden 2017-19 fra perioden 2020-23 ved at spredningen og gjennomsnittet i aluminiumsverdier var høyere i 2020-23 enn i 2017-19 (**Figur 22**). I 2017 var høyeste gjennomsnittsverdi av aluminium 20,9 $\mu\text{g/g}$ den 6. juni.



Figur 22. Gjelle-aluminium hos laksesmolt i Modalsvassdraget 2017-23. Hvert punkt representerer en prøvetakingsdato. Restfelt er oransje punkter og hovedelv er blå punkter. Hovedelv er nedstrøms utløp Budalselva.

Fordelingen av verdiene for gjelle-aluminium viser ikke en entydig forskjell i nivå mellom lokalitetene Almelid og Mo og det synes å være en viss grad av samvariasjon, f.eks. at lave aluminiumsverdier ved Almelid tenderer til å opptre samtidig med lave verdier ved Mo. Disse resultatene kan indikere at vannkvaliteten i Budalselva ikke gir særlig mye utslag på gjelle-aluminium hos fisk nedstrøms samløpet i mai-juni. Det tydeligste bildet er imidlertid at nivåene av gjelle-aluminium økte ganske mye både i restfeltet og i hovedløpet i de fire siste årene sammenlignet med 2017-2019 (**Figur 20** og **Figur 22**). Det er derfor nærliggende å tro at de vannkjemiske forholdene fremdeles kan ha en negativ påvirkning på rekruttering og vekst for både aure og laks i vassdraget på tross av en bedring av forsyningssituasjonen i senere tid.

3.2 Status bunndyr

Bunndyr blir samlet inn for å avklare den vannkjemiske tilstanden i Modalselva, og innsamling har vært utført siden 2005. Undersøkelsene av bunndyr før kalkingen, viste at bunndyrsamfunnet var moderat forsuringskadet (Gabrielsen et al. 2019). Etter kalkingen viste bunndyrundersøkelsen utført høsten 2023, en forsuringsindeks på 1.0 som indikerer svært god tilstand. Dette støttes av tilstedeværelsen av *Baetis rhodani* ved alle stasjoner. I 2016 ble det registrert *Baetis rhodani* ved bare en av stasjonene (St. 1). RAMI indeksen (tilstedeværelse og relativ mengde forsuringsensitive taksa) i 2023 viser midlertidig sprikende resultater og gav stasjonsnettet en gjennomsnittsverdi på 3,54 som gir klassen «moderat tilstand». Sammenlignet med resultater fra 2016 indikerer resultatene for 2023 en forbedret tilstand i Modalselva. Tilstedeværelsen av *Baetis rhodani* ved alle stasjoner i 2023 er et tydelig tegn på at vassdraget ikke er påvirket av forsurening.



Døgnfluen *Baetis rhodani*. Den er svært følsom mot forsurening, og er kanskje den viktigste indikatorarten vi har i Norge i dag.



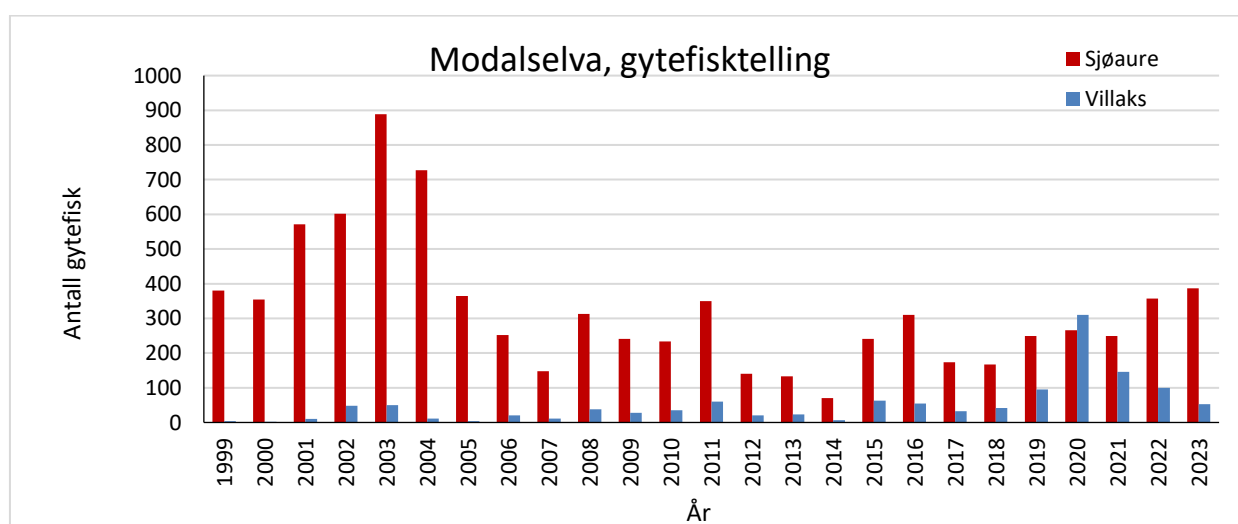
Vårfluen *Rhyacophila nubila*. I motsetning til *B. rhodani*, har *R. nubila* høy tålegrense mot forsurening.

4 Status gytebestand

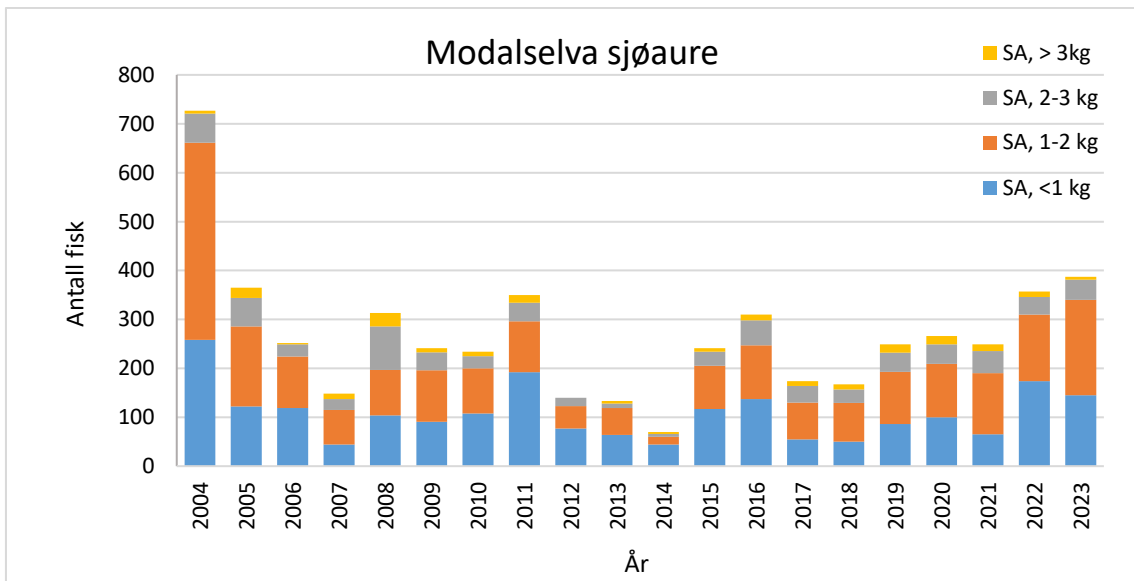
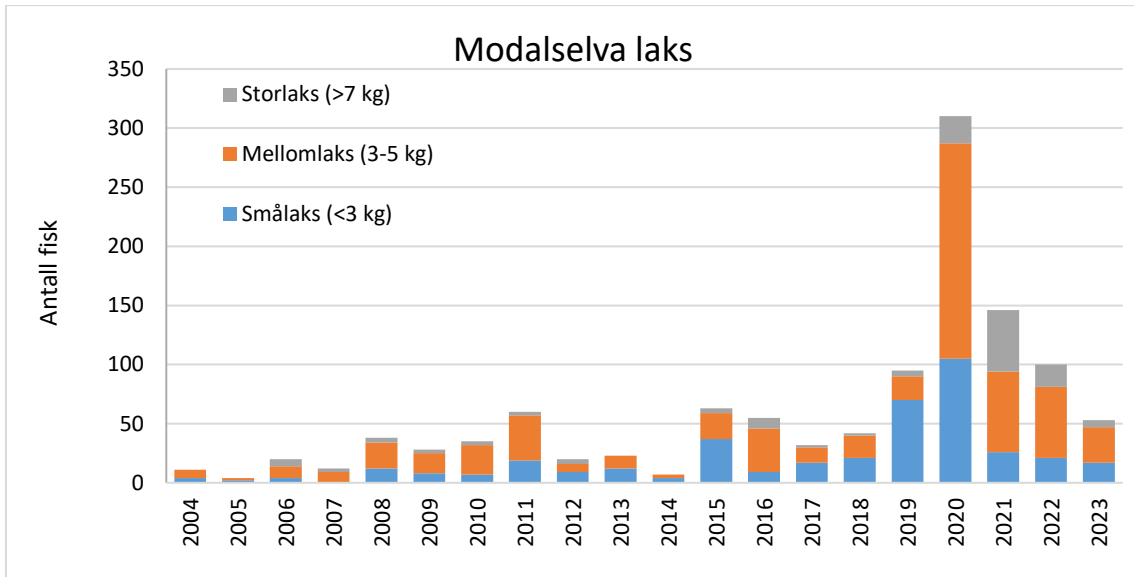
Gytefisktellingerne er utført årlig siden 1999 i Modalselva. Sjøaure ble først delt opp i størrelseskategorier fra og med 2004. Det er tidligere observert en relativ høy gytebestand av sjøaure i Modalselva, men fra og med 2005 har gytebestanden avtatt (**Figur 23**). Basert på de siste års gytefisktellinger, er bestandsstatusen til sjøauren i Modalsvassdraget dårlig. Dette underbygges med at sportsfiske etter sjøaure ble stoppet fra og med 2012, uten at det har økt gytebestanden i perioden etter. I perioden med sportsfiske har totalinnsiget av sjøaure vært langt

høyere, og i 2003 var innsiget på 1093 fisk. Modalselva var tidligere kjent for å huse relativt stor sjøaure.

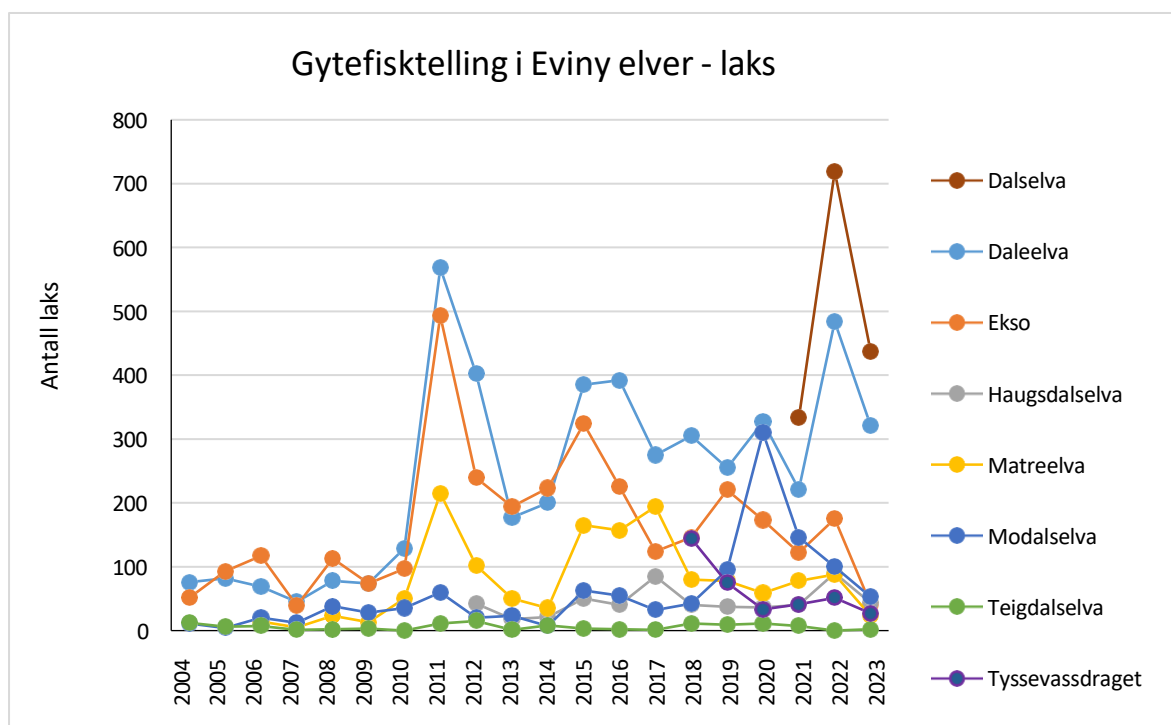
Antallet gytefisk av laks observert i perioden 2004 til 2018 har vært lavt, men viser en tydelig positiv endring fra 2019 (**Figur 24**). Den positive endringen skyldes kalkingen igangsatt i 2016 og det tilhørende reetableringsprosjektet for å få laks tilbake i Modalselva (Gabrielsen et al. 2021). Vossolaksen er valgt som genetisk materiale i denne reetableringen og det er i snitt plantet ut ca. 500 000 øyerogn av laks hvert år i perioden 2016-2023. Dette har ført til en økt produksjon av laksesmolt fra og med 2019 med forventninger om et vedvarende økt årlig innsig fra og med 2020. Det er i tillegg i perioden 2016- 2019 utført smoltslep med ettårig klekkerismolt produsert ved Voss klekkeri som har vært merket med klipt fettfinne. Siden sleping av smolt nå er faset ut, kommer det kun tilbake laks som er produsert i elva. Basert på en relativ høy forekomst av fettfinneklipt laks i innsiget, er det naturlig å anta at økningen i laksebestanden i årene 2019-2022 i hovedsak stammet fra klekkerismolt som ble slept ut fjorden. Det betyr igjen at laks som stammer fra rognplantingen i mindre grad har bidratt til å bygge opp gytebestanden. Dette speiles også i den fåtallige gytebestanden i 2023 som var tilbake på samme lave nivå som i årene før kalking og utplanting av rogn. Nedgangen i antall tilbakevandret laks er svært uheldig, og dersom en sammenlikner Modalselva med andre vassdrag i området ser en dessverre samme negative utviklingstrend med spesielt lavt innsig i 2023 (**Figur 25**). Merkeforsøk med grupper av klekkerismolt fra Vosso har vist at grupper sluppet inne i fjordene har betydelig lavere overlevelse enn grupper sluppet lengre ut mot kysten. Høy dødelighet under fjordvandringen er derfor trolig også noe som har en negativ effekt på reetableringen av laks i Modalselva. Den høye mortaliteten under den første delen av vandringen kan delvis skyldes høy predasjon og andre utfordringer knyttet til en lang fjordvandring med mye brakkvann og forhøyet konsentrasjon av aluminium. Når smolten kommer lenger ut i vandringsruta er det godt dokumentert at lakselus fører til en ekstra dødelighet som følge av at smolten må vandre gjennom et svært oppdrettsintensivt område.



Figur 23. Oversikt over antall laks og sjøaure registrert ved drivtelling i Modalselva i perioden 1999- 2023.



Figur 24. Oversikt over størrelsesfordeling og antall laks (øverst) og sjøaure (nederst), registrert ved drivtelling i Modalselva i perioden 2004-2023.

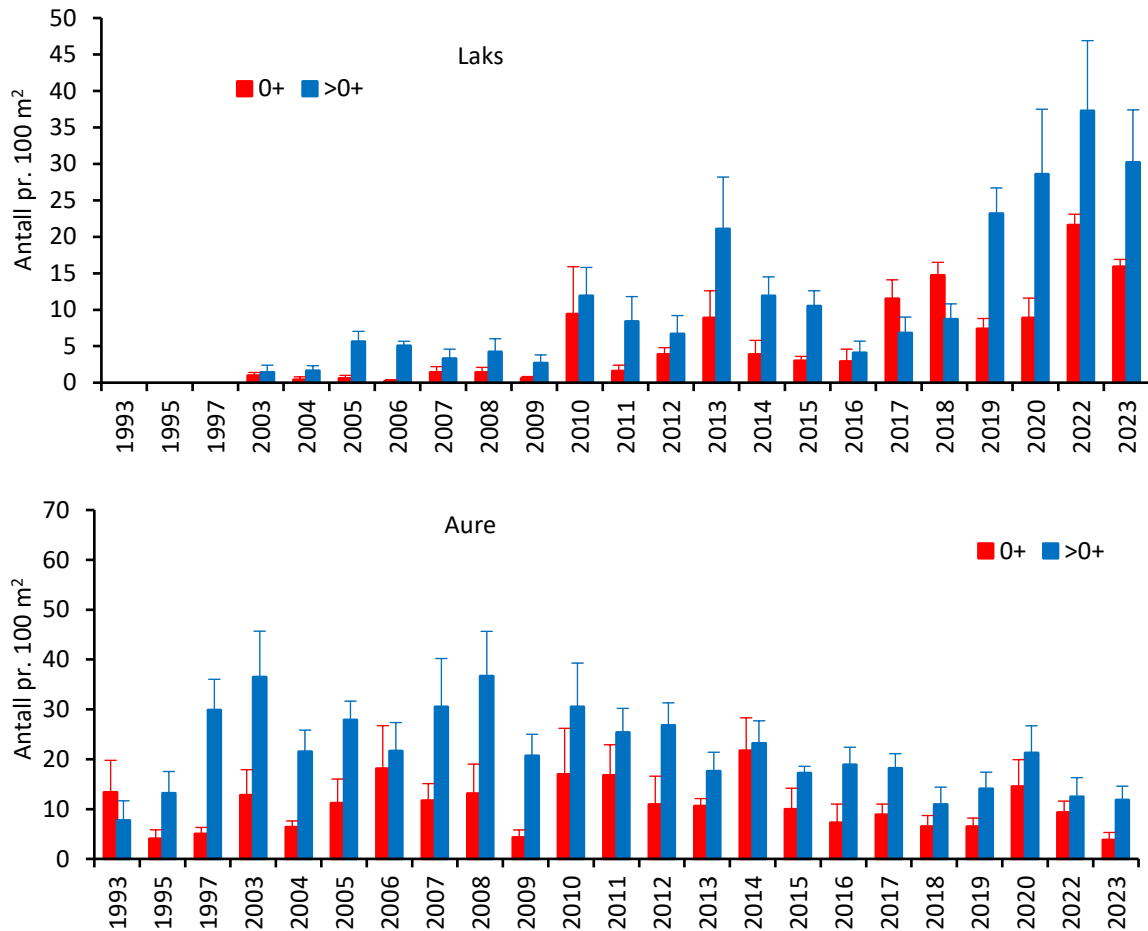


Figur 25. Oversikt over antall laks som har blitt registrert ved drivtelling i Modalselva og andre vassdrag regulert av Eviny.

5 Status ungfiskbestand

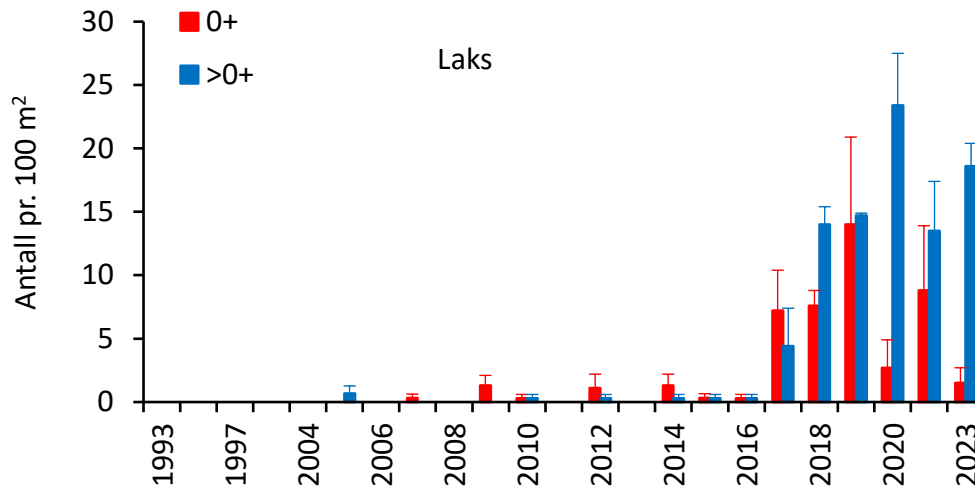
Tetthetene av ungfisk er målt som antall fisk per 100 m² på fem stasjoner nedstrøms Hellandsfossen i Modalselva (Gabrielsen et al 2019). Resultatene viser tydelig de negative effektene av kraftig forurening på 1990-tallet da tetthetene av aure var lave, og laksen var utdødd og fraværende på stasjonene. Utover på 2000-tallet hadde forureningen avtatt noe og en finner laksunger i lave tettheter. Dette er laksunger som trolig stammer fra vellykket gyting av feilvandret villaks og rømt oppdrettslaks. Fra 2010 økte tetthetene av laks til et høyere nivå (**Figur 26**). En positiv respons i antall ungfisk var forventet etter at reetableringsarbeidet med årlig rognplanting startet i 2014 og kalkingen kom i gang i 2016 (Gabrielsen et al. 2021). Denne responsen målt som økning i tettheter av ungfisk kan så langt sees som en merkbar økning i tettheter f.o.m. 2017.

Til forskjell fra laksen, har tetthetene av aure vært generelt høyere og mer stabile gjennom perioden. Imidlertid viser utviklingen en negativ trend siden 2008 for tettheter av både årsunger og eldre aure (**Figur 26**).



Figur 26. Gjennomsnittlige tettheter av ungfisk av laks (øverst) og ørret (nederst) på stasjonene nedstrøms Hellandsfoss i Modalselva ved undersøkelser i perioden 1993-2023. Det er skilt mellom årsunger (0+) og eldre ungfisk (> 0+). Data i perioden 2017-2022 er samlet inn av Rådgivende Biologer AS.

Oppstrøms Hellandsfossen viser overvåkingen et markant skille i tettheter av laks fra og med 2017. Dette er sannsynligvis en respons på reetableringsprosjektet da denne fisken trolig stammer fra rognplantingen (**Figur 27**). Trappen i Hellandsfossen har vært stengt siden 2022.



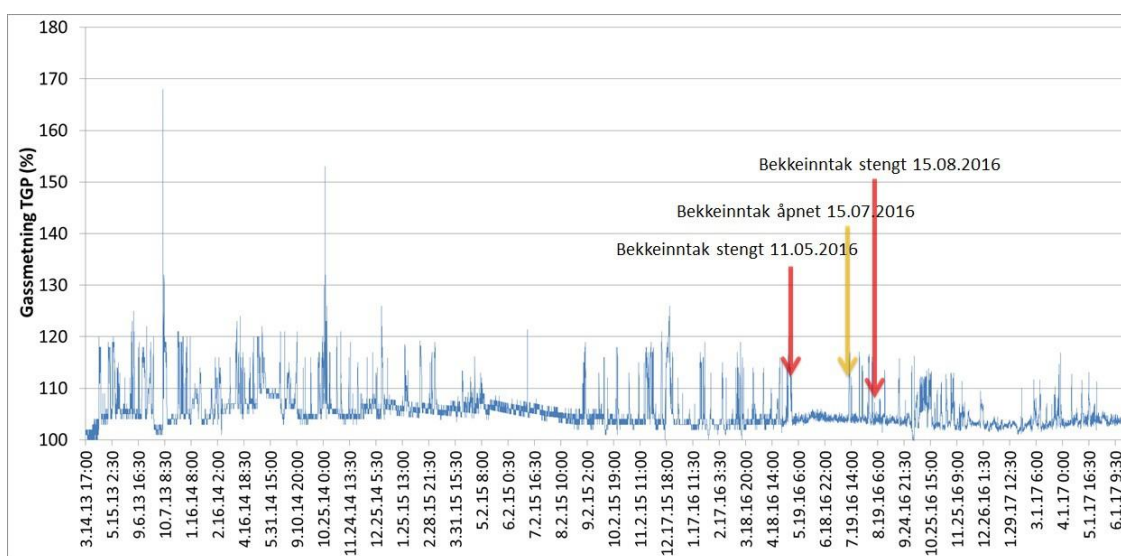
Figur 27. Gjennomsnittlige tettheter av ungfisk av laks på stasjonene oppstrøms Hellandsfoss i Modalselva ved undersøkelser i perioden 1993-2023. Det er skilt mellom årsunger (0+) og eldre ungfisk (> 0+). Data i perioden 2017-2022 er samlet inn av Rådgivende Biologer AS.

Tidligere analyser av aldersbestemt materiale viser at ungfisk i Modalselva har en middels vekstrate og forlater vassdraget som smolt etter 3-4 år på elva (Gabrielsen et al. 2019). De fleste laksungene forlater vassdraget som smolt etter 3 år på elva. Gjennomsnittlig lengde for ensomrig, tosomrig og tresomrig aure har vært hhv. ca. 4,2-5,9 cm (ensomrige), 7,0-8,7 cm (tosomrige) og ca. 9,7-12,0 cm (tresomrige) for alle årene. Temperaturmålingene i Modalselva viser at vassdraget er forholdsvis sommerkaldt og i perioden 2002 – 2016 er gjennomsnittstemperaturen sjelden over 12 °C (Gabrielsen et al. 2019).

6 Status gassovermetning

NORCE LFI har gjennomført målinger av gassovermetning i kraftverksutløpet ved Hellandsfossen siden 2013 (**Figur 28**). Overvåking skjer ved hjelp av en logger som er tilkoblet internett og strømnettet (230 V). Målemetoden er basert på et Weiss-Saturometer i sonden (Fisch- und Wassertechnik TDG sonder 3.0), og det som registreres er metning av alle gasser i vannet (Total Dissolved Gass, TDG) relativt til atmosfærisk lufttrykk. Verdien gjenspeiler derfor gassmetningen som vannet ville ha hatt ved vannoverflaten selv om det er målt i varierende dyp (50-150 cm). Verdier logges hvert 30 minutt og verdier er gitt i prosent, der 100 % tilsvarer normal gassmetningsgrad. Målerens nøyaktighet er +/- 1 % TDG. Mellom 5 september og 27 november 2023 gjennomførte LFI gassmetningsovervåking med to gasslogger. Den andre gassloggeren (LFI 2) er basert på samme målemetode som nevnt oven, men med batteridrift (12 V, 1,2 aH) og forbedret kalibrering og loggerintervall. LFI 2 logger gassmetningsverdier hvert 15 min. I tillegg til NORCE LFI sine gasslogger, er det også gjennomført gassmetningsovervåking av Eviny. Denne overvåkingen ble gjort av en Solu-Blu TDG sensor (Pro Oceanus System Inc.) som registrerer metning av alle gasser i vannet (Total Dissolved Gass, TDG) relativt til atmosfærisk lufttrykk. Verdier logges hvert 2 minutt og målerens nøyaktighet er +/- 1 % TDG.

Det er tidligere dokumentert høy gassmetning grunnet driften av kraftverket og i tidligere analyse utført av NORCE LFI i samarbeid med Eviny, ble bekkeinntakene utpekt som en viktig årsak til luftinndrag. Gassovermetning forekom særlig etter at kraftverket hadde stått stille en stund og var fylt opp med vann fra bekkeinntakene, typisk i vårløsningen og under flommer (Figur 14). Som et tiltak for å forsøke å redusere gassovermetningen i elven har Eviny bygget om bekkeinntakene. Imidlertid har det vist seg at det har forekommet gassovermetning i Modalselven også etter at bekkeinntakene ble bygget om, men at nivåene har vært langt lavere etter denne stengningen. Bekkeinntakene kan derfor ikke forklare all den observerte overmetningen, men de kunne forklare de svært høye tilfellene av gassovermetning. Analyser av data etter ombygningen av bekkeinntakene, har vist at overmetning er knyttet til lav drift av Hellandsfoss kraftverk for å unngå hurtige vannstandsendringer og at dette kan føre til gassovermetning på omtrent 112 – 120 %.



Figur 28. Tidsserie av gassmetning ved Hellandsfossen fra mars 2013 frem til august 2017. De røde pilene indikerer tidspunkt for stenging av bekkeinntak, og den guloransje tidspunkt for åpning av bekkeinntakene. Det nedre bekkeinntaket ble stengt i forkant (22.04.2016) av den første røde pilen, og pilene viser tidspunkt for periodene hvor begge inntakene har vært stengt og åpnet samtidig.

7 Smoltoverlevelse ved bruk av akustisk telemetri

NORCE LFI fikk i mars 2022 en henvendelse fra Eviny v/Sissel Mykletun om å utføre undersøkelser for å prøve og avklare om laksesmolten overlever utvandringen ned Modalsvassdraget. I Modalselva har det vært diskutert om smolt som stammer fra områdene oppstrøms fisketrappa i Hellandsfossen, har redusert overlevelse som følge av nedvandringen gjennom Hellandsfoss kraftverk (Eviny), Hellandsfossen kraftverk (Modalen kraftlag) eller ned selve Hellandsfossen. I tillegg kan laksesmolt vandre ned fisketrappen. I 2022 og 2023 ble laksesmolt merket med akustiske sendere for å avklare spørsmålet angående hvilken vei smolten tar ned Hellandsfossen og overlevelsen til smolten ut av vassdraget. Laksesmolt som ikke ble merket med akustiske sendere, ble merket med PIT merker. Undersøkelsene i 2022 og 2023 blir sammenholdt med tilsvarende undersøkelser som ble utført i 2019. Da ble laksesmolt merket med kun PIT merker.

Av 49 smolt som ble merket i 2022, ble kun 27 registrert én eller flere ganger på lyttebøyene i vassdraget. Av disse ble kun 26 (53 %) registrert ved inntaket til Hellandsfoss kraftverk, mens 11 (22 %) ble registrert nedstrøms Hellandsfoss kraftverk. Dette betyr at 44 % av smolten som ble detektert (26 stk.) ved inntaket til Hellandsfoss kraftverk, overlevde passasjen ned til områdene nedstrøms kraftverket. Imidlertid gir ikke analysen et svar på hvilken vei smolten tok ned fra dette inntaket, men gir likevel et minimumssvar på overlevelsen for smolt fra områder oppstrøms til nedstrøms Hellandsfoss. En smolt ble detektert ute i fjorden nær Paddøy i Osterfjorden, men den var ikke detektert på noen av lyttebøyene nedstrøms Hellandsfossen. Dette indikerer lav deteksjonsgrad nedstrøms Hellandsfossen. Noe av årsaken til den lave deteksjonen i Modalselva, er trolig mye støy grunnet turbulens i området der noen av lyttebøyene var utplassert.

Basert på erfaringene og resultatene fra 2022, ble det derfor gjort et forsøk med å øke antallet lyttebøyer på hver lokalitet spesielt rett oppstrøms Hellandsfoss i 2023. Smolten ble satt ut rett ved de øverste lyttebøyene som hadde økt frekvens, samt at 20 av merkene var predasjonsmerker siden mange smolt ikke ble detektert i 2022. Disse kan ha blitt spist. Før laksesmoltene ble satt ut, var det avtalt at Modalen kraftlag sitt kraftverk skulle ha stans helt til et gitter var montert i inntaket til dette kraftverket. Dette gitteret hindret små fisk i å komme gjennom og inn i kraftverket. Etter at gitteret var plassert startet Modalen kraftlag sitt kraftverk opp igjen med normal drift. Vi forutsetter at dette tiltaket har hatt forventet effekt og at ingen av de merka laksesmoltene kunne vandre ned inntaket til dette kraftverket. Fisketrappen i Hellandsfoss var i tillegg stengt, slik at all smolt detektert nedstrøms Hellandsfoss forventes å ha sluppet seg ned ned denne fossen. Et panel bestående av bjelker i dammen på toppen av Hellandsfoss, ble senket slik at det ble dannet en dypål for å gjøre det lettere for laksesmolten å slippe seg ut og ned fossen. Totalt 70 laksesmolt ble merket med akustiske sendere, hvorav

20 var predasjonsmerker. Av 70 laksesmolt ble totalt 59 detektert i lyttebøyenettverket (42 av 50 ID merker, og 17 av 20 predator merker). 18 merker ble detektert nedstrøms Hellandsfoss (12 ID merker og 6 predator merker). Om man tar utgangspunkt i at samtlige merka laksesmolt har vandret ned Hellandsfoss, så gir deteksjonen på 18 merker en overlevelse på 26 %. Hvis man antar at de 11 merka laksesmoltene som ikke ble detektert oppstrøms aldri vandret ned Hellandsfoss, blir overlevelsen 31 % . Samtidig er det viktig å korrigere for antallet smolt som er spist av predatorer. Totalt ble 6 fisk spist i løpet av nedvandringen der 2 laksesmolt ble spist nedstrøms Hellandsfoss og 4 ble spist oppstrøms. Korrigerer man for predasjon av laksesmolt oppstrøms Hellandsfoss, så var overlevelsen ned fossen 40 %.

Konklusjon: Uten predasjon er det sannsynlig at 31 % av laksesmolten overlever vandringen ned Hellandsfossen. Korrigert for predasjon er overlevelsen 40 %.

Forsøkene i 2019 er tidligere publisert i Gabrielsen m.fl. (2022), og her følger en oppsummering:

I forsøkene i 2019, ble det benyttet både villsmolt og ettårig klekkerismolt fra Voss klekkeri. Denne smolten brukes for å reetablere laks i Modalselva etter at kalkingen kom i gang i 2016. 2 262 klekkerismolt og 443 villsmolt ble benyttet i studiene av smoltens utvandring fra vassdraget.

Vandringsforsøket omfattet tre smoltgrupper satt ut på tre ulike steder:

- 1) oppstrøms inntaket til Hellandsfoss kraftverk ved Farestveit (703 smolt)
- 2) i restfeltet oppstrøms Hellandsfossen (702 smolt)
- 3) nedstrøms utløpet av Hellandsfoss kraftverk (857 smolt satt ut)

Dette ble gjort for å kunne sammenligne gjenfangst og utvandringstidspunkt for de tre gruppene. Villsmolten som er noe mindre enn klekkerismolten, ble merket med 12 mm lange PIT-merker. Disse merkene har redusert deteksjonsrekkevidde i forhold til 23 mm lange PIT-merker som ble satt inn i klekkerismolten.



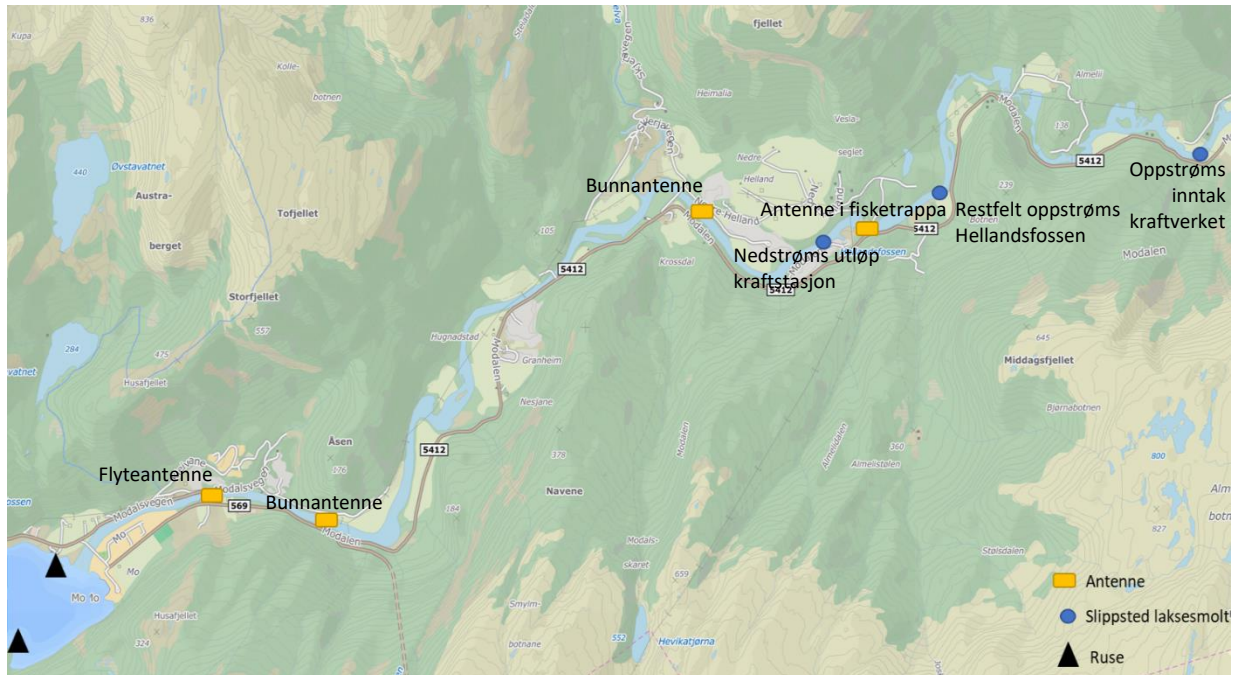
12 mm PIT-merke for villsmolt (venstre) og 23 mm PIT-merke for klekkerismolt.



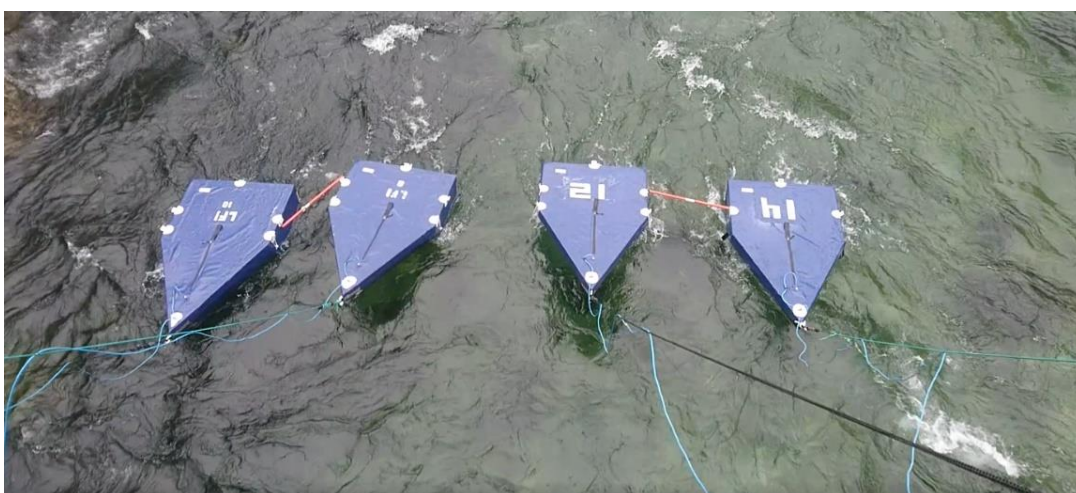
Etter innfangning blir villsmolten bedøvet, lengdemålt, veid og merket med 12 mm PIT-merke.

For å registrere de merkede smoltene under utvandringen, ble det benyttet allerede etablerte bunnantenner. Disse antennene er en del av overvåkingen for å registrere merket laks som kommer tilbake etter å ha vært ute i sjøen, men de vil altså også kunne registrere merket smolt som vandrer ut av vassdraget. I Modalselva er det tre slike faste antennestasjoner. Disse stasjonene er hhv. ved Modalstunnelen, Nedre Helland og i fisketrappen ved Hellandfossen. Disse bunnantenne er mindre egnet til å registrere utvandrende laksesmolt, siden de er utformet med tanke på å fange opp tilbakevandrende voksen laks. Voksen laks beveger seg mer langs bunnen av elven, og bunnantennene er derfor mindre egnet til å registrere utvandrende laksesmolt som normalt går høyere i vannsøyla og nærmere overflaten enn voksen laks.

I forbindelse med forsøket av smoltutvandringen i 2019, ble det derfor i tillegg satt i drift fire flyteantenner som hang ned fra brua hvor Fylkesvei 569 krysser elva, ca. 600 m oppstrøms utløpet til Mofjorden. Flyteantennene registrerer smolt som beveger seg i overflaten på vandring ned elva. Antennene ble plassert i hovedstrømmen på sørsiden av brua der en forventer at hovedtyngden av laksesmolt vil passere. Disse antennene registrerer merket fisk som passerer inntil en meter ned i vannsøylen.



Figur 29. Oversiktskart med antenner (gule firkanter), ruser (svarte trekkanter) og slippsted av laksesmolt i Modalselva. De tre slipppunktene er angitt som blå fylte sirkler og er i teksten omtalt som «Oppstrøms inntak kraftverket», «Restfelt oppstrøms Hellandsfoss» og «Nedstrøms utløp kraftstasjon».

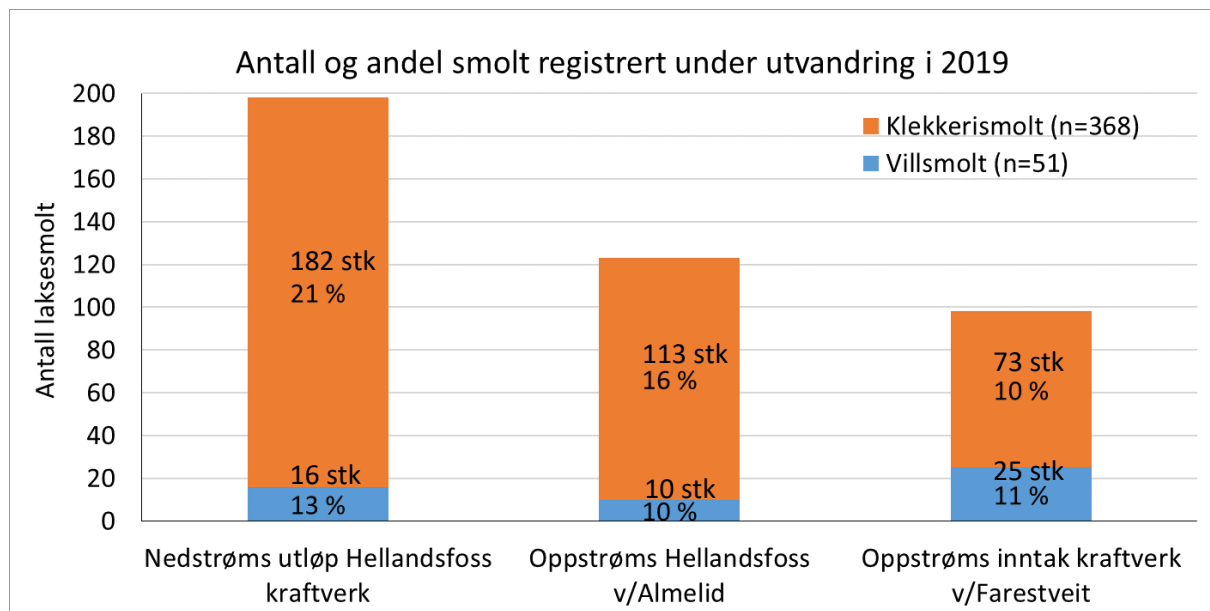


Flyteantennene i Modalselva sett fra bru hvor Fylkesvei 569 krysser elva ca. 600 m oppstrøms utløpet til Mofjorden.

Overlevelse i 2019

Totalt ble 419 av 2705 PIT-merkede laksesmolt registrert på antennene, dvs. en registrert gjenfangst på 15,5 %. Av disse var 368 klekkerismolt (88 %) og 51 villsmolt (12 %). Dette var forventet, siden det ble satt ut mye mer klekkerismolt (2 262 stk.) enn villsmolt (443 stk.). Ved tolkningen av resultatene, er det også viktig å være klar over at klekkerismoltene som nevnt ble merket med et større PIT-merke (23 mm) enn villsmolten (12 mm). Antennene har en bedre deteksjonseffektivitet for de større merkene og dette forholdet vil føre til en generell underrepresentasjon av villsmolt i forhold til klekkerismolt.

Flyteantennene registrerte 21 % av all klekkerismolt sluppet ut nedstrøms kraftstasjonen, 16 % fra restfeltet oppstrøms kraftstasjonen og 10 % av gruppen sluppet ut ovenfor inntaket til Hellandsfoss kraftverk ved Farestveit (**Figur 30**). For villsmolt sluppet ved de tre samme stasjonene, var det små forskjeller i gjenfangst i forhold til slippunkt, hhv. 13 %, 10 % og 11 % (**Figur 30**).



Figur 30. Antall og andel av klekkeri- og villsmolt registrert under utvandringen av Modalselva, fordelt på smoltgrupper sluppet nedstrøms utløpet fra Hellandsfoss kraftverk, smolt sluppet i restfeltet oppstrøms Hellandsfossen v/Almelid, og smolt sluppet oppstrøms inntaket til Hellandsfoss kraftverk v/Farestveit.

Ved tolkningen av resultatene er det viktig å være klar over at en i utgangspunktet forventer å ha en begrenset deteksjonseffektivitet. Det betyr at man forventer at antall merket smolt som faktisk vandrer ut, er betydelig høyere enn antallet som registreres på antennene. Siden vi ikke kjenner deteksjonseffektiviteten, bruker vi antall registrerte som et absolutt minimum for antall utvandret fra gruppene, og vi bruker de relative forskjellene i gjenfangst mellom gruppene til å vurdere effekten av slippsted. Når det gjelder klekkerismolten ser vi at gjenfangsten for gruppen nedstrøms utløpet av kraftverket er det dobbelte av gjenfangsten for gruppen satt ut oppstrøms

inntaket til Hellandsfoss kraftverk (hhv. 21 % og 10 % gjenfangst). Årsaken til dette er usikkert, men tap som følge av at noe smolt vandrer gjennom kraftverket kan bidra til dette resultatet. Vi ser også at klekkerismolt satt ut i restfeltet oppstrøms Hellandsfossen v/Almelid, har en noe høyere gjenfangst (16 %) sammenliknet med smolten satt ut oppstrøms inntaket til Hellandsfoss kraftverket v/Farestveit (10 %). Dette kan tyde på at klekkerismolten har klart seg bedre ned selve Hellandsfossen eller via fisketrappen, enn smolt som tok veien i tunnelen ned til Hellandsfoss kraftverk. Men dette er usikkert, siden vi ikke vet med sikkerhet om smolt som ble satt ut oppstrøms inntaket faktisk har vandret ned gjennom kraftverket eller via restfeltet. For villsmolten ble det derimot ikke funnet noen tilsvarende forskjell mellom gruppene. Det relativt høye antallet merket villsmolt satt ut over inntaket til kraftverket (220 stk.) og gjenfangsten på 11 % (25 stk.) viser, som for klekkerismolten, helt klart at en del av smolten overlever vandringen ned og ut av vassdraget, men det trengs mer kunnskap for å bestemme mer presist i hvor stor grad kraftverkene påvirker smoltens overlevelse. Denne undersøkelsen kan ikke brukes til å si noe om overlevelsen til laksesmolten som eventuelt vandrer ned gjennom det lokale kraftverket (Modalen kraftlag). Imidlertid er det observert død laksesmolt i utløpet av dette kraftverket, og mest sannsynlig dør all laksesmolt som vandrer ned her.

Det er også verdt å merke seg at det i fisketrappen i Hellandsfoss ble registrert 10 stk. PIT-merkede klekkerismolt som var satt ut i restfeltet, noe som viser at trappa til en viss grad ble benyttet som nedvandningsvei. Det er derfor viktig at denne holdes åpen for vandring av fisk. Under feltarbeidet ble det også observert død smolt med tydelige turbinskader nedstrøms utløpet ved Hellandsfossen kraftverk (Modalen kraftlag). Utløpet av dette kraftverket munner ut på nordre bredd nedstrøms Hellandsfossen og inntaket ligger rett oppstrøms fossen. Inntaket har ingen fysisk sperre for nedvandrende smolt og funn av død smolt nedstrøms utløpet, viste tydelig at noe smolt går inn i kraftverket og dør som følge av dette. Ved en vurdering av tiltak for trygg nedvandring fra strekningen oppstrøms Hellandsfossen, bør dette inntaket sikres med en fysisk sperre som leder smolten utenom inntaket.

Basert på en samlet vurdering av forsøkene utført i 2019, 2022 og i 2023, overlever minst 31 % av laksesmolten vandring ned Hellandsfossen. Forsøk med PIT merking, viste en gjenfangst på 10-16 % for de laksesmoltene som enten gikk ned Hellandsfoss og/eller fisketrappa. Fisketrappen ble benyttet av laksesmolt for nedvandring. Trolig hadde gjenfangstprosenten vært høyere siden flere smolt kan ha vandret inn i Modalen kraftlag sitt kraftverk og død i 2019. Forsøkene i 2022 med akustisk merking, viste at 41 % av den merka smolten overlevde vandringen fra Farestveit og ned resten av vassdraget. Flere av disse merka smoltene kan ha overlevd bedre siden de trolig har tatt turen gjennom kraftverket til Eviny og ikke ned restfeltet og videre ned og over Hellandsfossen. Imidlertid vet vi ikke hvilken vei disse laksesmoltene tok i 2022. I 2023 peker resultatene i retning av at minst 31 % av laksesmolten overlever om den faktisk velger å vandre ned Hellandsfossen.

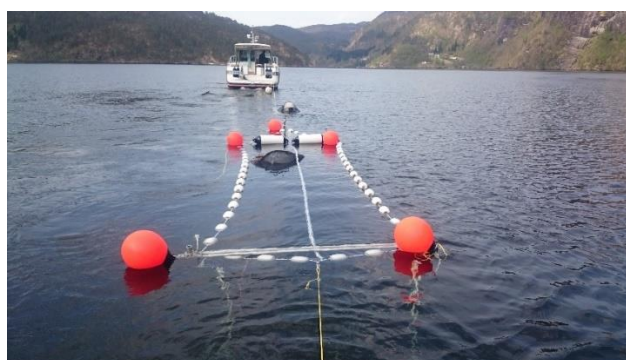
8. Slep av smolt som tiltak for å bevare villaksen i Modalselva

For å reetablere laks i Modalselva, har det i tillegg til rognplanting også vært gjennomført slep av ettårig klekkerismolt. Dette tiltaket ble iverksatt på bakgrunn av resultatene fra redningsaksjonen for Vossolaksen. Den ettårige smolten ble produsert ved Voss klekkeri, PIT-merket, og slept ut i en spesiallaget slepenot i årene 2016 til 2019 (**Tabell 4**). I forkant av slepet ble smolten transportert i en tankbil frå Voss klekkeri og overført til en slepenot nederst i Modalselva. Her ble smolten preget på elvevannet i flere døgn før den ble slept.. Sleperuten gikk fra elva, ut gjennom Mostraumen til Osterfjorden, Nordhordlandsbroen, ut Radfjorden og til Manger, der smolten ble sluppet (**Figur 31**). Erfaringer fra Vossoprosjektet har som tidligere nevnt vist at klekkerismolt som slepes ut mot kysten dvs. til Manger/Toska har en betydelig bedre overlevelse enn gruppene som settes lenger inn i fjordsystemet (Skoglund m.fl. i Barlaup (red.) 2018, Barlaup (red.) 2022), og dette var bakgrunnen for det valgte slippstedet ved Manger.

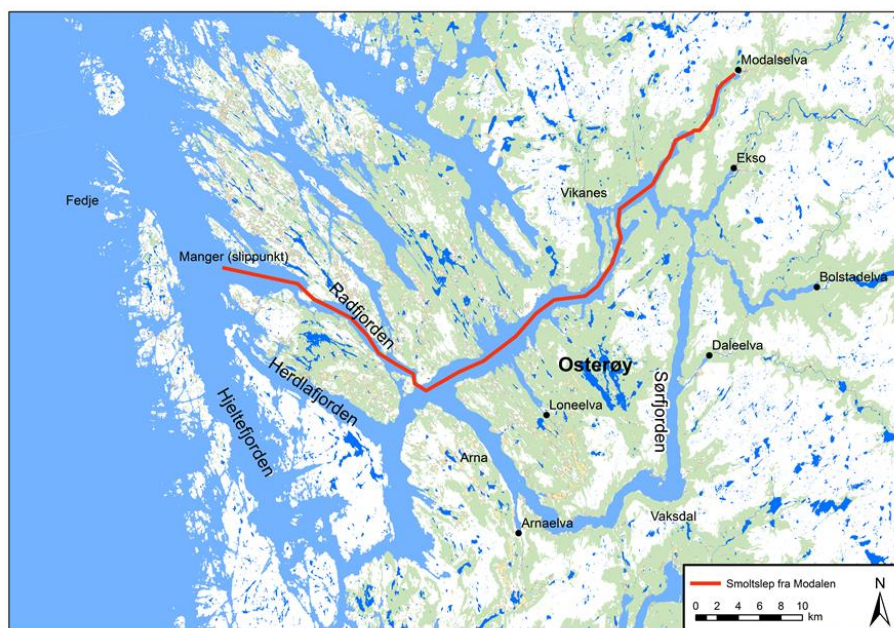
Tabell 4. Smoltslep fra Mo til Manger i årene 2016-2019.

*: I 2018 ble det også slept ut 11000 fettfinneklippede smolt, og i 2019 ble det i tillegg til slep, satt ut ca. 8 000 smolt i Modalselva.

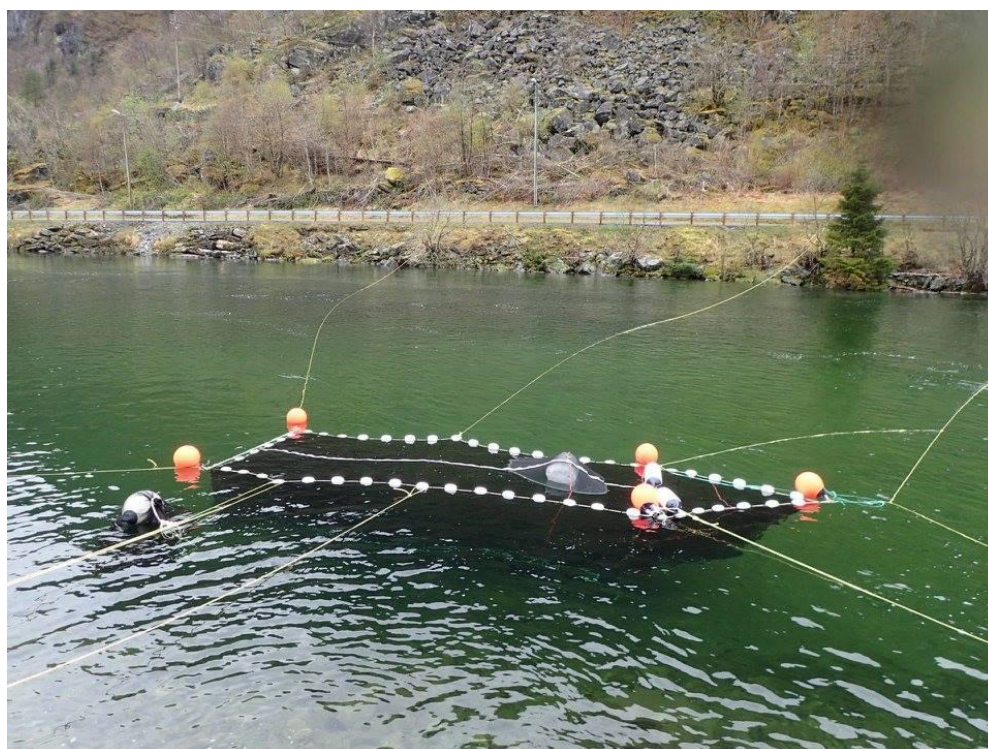
År	Antall smolt	Gjenfangst (%)
2016	7959	0,7
2017	7971	1,1
2018*	6821	3,9
2019	5752	2,9



Slepenoten med laksesmolt på vei ut fjorden.



Figur 31. Rute for slep av smolt fra Modalselva, gjennom Osterfjorden og ut Radfjorden, til slippunktet på sørsiden av Toska ved Manger.



Slepenoten ble festet i nedre del av Modalselva for preging av laksesmolt.

Tilbakevandret laks fra slepeforsøkene ble registrert på nettverket av PIT-antennene i de ulike elvene i Osterfjordsystemet dvs. Modalselva, Ekso, Vosso og Daleelva. Den totale tilbakevandringen for smolt slept ut i årene 2016 til 2019 varierte fra 0,7 til 3,9 % som vist i **(Tabell 4)**. Av totalt 357 registrert gjenfangster på PIT-avlesing, ble 259 (73 %) registrert tilbake

på antennene plassert ut i Modalselva. Imidlertid vil ikke all tilbakevandret laks bli registrert på antenne slik at disse tallene for tilbakevandring må regnes som minimumstall. Utenom laks registrert på antenne i Modalselva ble det også registrert ca. 30 laks som stammet fra Modalslepene i hver av elvene Vosso, Dale og Arnaelva, og ni stk. i Ekso. Denne feilvandringen er en negativ og uønsket konsekvens av denne type slep av klekkerismolt. I 2019 ble det i tillegg satt ut ca. 8 000 klekkerismolt i selve Modalselva. Tilbakevandringen for disse var kun 7 stk. dvs. ca. 0,01 %. I 2019 ble det innfanget og PIT merket 443 villsmolt, og av disse er det en laks registrert, dvs. en overlevelse på 0,2 % fra smolt til tilbakevandret laks.

Med bakgrunn i den uheldige bestandsutviklingen vil det fra 2024 bli forsøkt å fange inn og slepe villsmolt fra Modalselva. Disse vil bli innfanget ved bruk av smoltfeller og deretter overført til en slepemerd før de blir slept ut deler av den naturlige utvandningsruta. Målet for disse forsøkene er å bygge opp gytebestanden av laks i Modalselva.

9. Prioritering av videre tiltak

9.1 Kalkingsstrategi

Kalkingsstrategien er å kalke hovedelva ved Espeneset nedstrøms Steinslandsvatnet med en doser fra 1. desember til 1. juli påfølgende år. Vannkvalitetsmålet er pH 6,2 i perioden 1. desember - 15. mars, og pH 6,4 i perioden 15. mars – 01. juli. Biologisk mål er å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks. I tillegg er det vurdert å kalke sidevassdraget Budalselva med kalkdoserer eller terrengkalke nedslagsfeltet, fordi dette sidevassdraget er preget av forurening og kan potensielt skape giftige aluminiums-blandsoner fra samløpet med hovedløpet (Høgberget & Kaste 2019). Vurdering av anbefalt metode tilsier at å kalke Budalselva med en kalkdoserer er trolig det beste alternativet (Statsforvalteren i Vestland 2023).

9.2 Kultiveringsstrategi

For å reetablere en ny laksebestand i Modalselva, ble det valgt å plante ut tilbakeført rogn fra genbank i elva (Gabrielsen et al. 2014). Det genetiske materialet er basert på Vossolaks. Det har vært benyttet områder både i og oppstrøms anadrom strekning siden 2016. I tillegg til rognplanting har det også vært gjennomført slep av ettårig klekkerismolt i perioden 2016 – 2019. Dette er blitt gjort for å øke gytebestanden. I planen for reetablering av laks i Modalselva, var det anbefalt å plante ut lakserogn i en tiårsperiode, dvs. tom. 2023. Imidlertid ble det plantet ut 150 000 lakserogn i 2024, og videre strategi er ikke avklart.

I planene for undersøkelser av laksesmolt i 2024, er det satt i gang et stort apparat for å fange inn vill laksesmolt som skal benyttes i smoltslep ut fjorden til Manger. Planene er å fange inn laksesmolt både med smoltskruer i utløpet av elva og i fisketrappen i Hellandsfoss. Mye av

denne laksesmolten har opphav i reetableringsmateriale oppstrøms anadrom strekning.

9.3 Sikre vandringsveiene for laks og sjøaure

Både oppvandringen og utvandringen av laks og sjøaure har vært problematisk i Hellandsfossen. Fisketrappen har ikke fungert tilfredsstillende og hverken voksen laks eller sjøaure kan forsere fisketrappen opp Hellandsfossen uten hjelp. Samtidig er utvandringen av laksesmolt, og spesielt vinterstøinger eller andre store fisker, trolig beheftet med stor dødelighet. Merkestudier tilsier at kanskje så mange som 60 % av den smolten som vandrer ned Hellandsfossen, dør. Om smolt eller større fisk vandrer ned til Modalslag sitt lokale kraftverk, vil 100 % av denne fisken dø. Derfor ble det i 2022 laget et opplegg med en rist som hindrer fisk i å komme inn i krafttunnelen til dette kraftverket. Videre er det anbefalt ulike løsninger for å sørge for sikker vandring av fisk ned Hellandsfossen (Sandem et al. 2024). Om disse tiltakene iverksettes og fungerer etter hensikten, vil trolig det aller meste av fisken vandre ned fisketrappen og trappen vil være en sikker vandringsvei med god overlevelse (ca. 100 %) for både små og store fisk. Dette muliggjør en betydelig økning av laksesmolt som kan fanges i denne fisketrappen og slepes ut av fjorden. Dette vil trolig sørge for en ønsket økning av gytefisk av laks tilbake til Modalselva i årene som kommer.

Inntaket til Eviny sitt kraftverk er ved Almelid. Det er foreløpig ikke planer om å hindre fisk i å komme inn i krafttunnelen og videre ned til Eviny sitt kraftverk. Trolig kan en del laksesmolt overleve veien gjennom dette kraftverket, men større fisk vil med all sannsynlighet bli kappet opp og dø. Det anbefales å gjøre vurderinger av mulige tiltak som sørger for sikker vandring for fisk ved dette inntaket.

9.4 Forbedring av leveområdene for ungfisk

Tidligere studier har vist at det er lite skjul i elvebunnen for ungfisk, og det er foreslått å rippe deler av elvebunnen i anadrom strekning nedstrøms Hellandsfossen for å skape mer skjul (Gabrielsen et al. 2019). I tillegg er det foreslått å justere to terskler mellom Hellandsfoss og Almelid (restfeltet). Begrunnelsen for dette er at hulromkapasiteten over tid har blitt lavere (dårlige skjulforhold for ungfisk) grunnet sedimentasjon i terskelbassengene og fremvekst av teppemose i de siste årene. Dessuten vurderes gytemulighetene på denne strekningen som redusert grunnet ugunstige vannhastighetsforhold fordi tersklene stuer opp vannet. Som tiltak kan det være aktuelt å redusere terskelhøydene, etablere lavvannsrenne i terskelkronene eller å endre dagens terskler til en annen utforming, som f.eks. oppløste terskler.

10. Referanser

- Barlaup, B.T. (red.) 2013. Redningsaksjonen for Vossolaksen. DN-utredning 1-2013. 224 s.
- Direktoratet for naturforvaltning. 2011. Plan for kalking av vann og vassdrag i Norge 2011-2015. DN-rapport 2-2011.
- Farestveit, Olav (red). 1990. Bygdebok for Modalen herad: Mo sokn og Eksingedalen sokn. 2: Allmenn bygdesoge, Modalen kommune.
- Fjellheim, A. 1994. Hellandsfoss kraftverk. Undersøkelser for å fastlegge virkninger på fisk. LFI. Zoologisk Museum. UiB. LFI-rapport nr. 81.
- Gabrielsen, S.E., Barlaup, B. T. & Lehmann, G.B. 2021. Reetablering av laks i Modalsvassdraget. Statusrapport pr. 2021. LFI-Rapport 424.
- Gabrielsen, S.E., Skår, B., Lehmann, G.B., Halvorsen, G.A., Wiers, T., Normann, E. & Skoglund, H. 2019. «LIV – Livet i vassdragene» - Langsiktige undersøkelser av laks og aure i Modalselva i perioden 2006-2016. LFI-Rapport 340.
- Gabrielsen, S.E. 2014. Planting av lakserogn i Modalselva, Hordaland 2014. LFI-Notat. 3 s.
- Gabrielsen, S.E., Barlaup, B. T. & Skoglund, H. 2014. Reetableringsplan for laks i Modalselva. LFI Notat. 18s.
- Garmo, Ø., and L. Skancke. 2012. Modalselva i Hordaland; vannkjemisk overvåking i 2011. NIVA rapport 6152-2011:20.
- Glover, K. A., Pertoldi, C., Besnier, F., Wennevik, V., Kent, M., and Skaala, O. 2013. Atlantic salmon populations invaded by farmed escapees: quantifying genetic introgression with a Bayesian approach and SNPs. *Bmc Genetics*, 14.
- Haraldstad, T., Å. Åtland, A. Hindar, & R.F. Wright. 2012. Kalkingsplan for Modalselva i Hordaland. NIVA rapport 6451-2012.
- Hesthagen, T. 2011. Redaktør. Reetablering av laks på Sørlandet. Notat 1-2011.
- Hesthagen, T. & Hansen, L.P. 1991a. Tap av laks i forsurede lakse-elver i Norge. NINA Oppdragsmelding 94: 1-12
- Høgberget, R. & Kaste, Øyvind. 2019. Skisse til kalkingsplan for Budalselva, et sidevassdrag til Modalsvassdraget i Hordaland. NIVA Rapport 7365 – 2019. 15 s.
- Lehmann, G.B. 2023. Gjellealuminium hos ungfisk av laks og aure i Modalselven. LFI Notat mai 2023. 5s.
- Lien, L., G.G. Raddum, A. Fjellheim & A. Henriksen. 1996. A critical limit for acid neutralizing capacity in Norwegian surface waters, based on new analyses of fish and invertebrate responses. *The Science of the Total Environment* 177: 173-193.
- Miljødirektoratet 2023. Kalking i laksevassdrag skadet av sur nedbør. Tiltaksovervåkingen i 2022. M-2606. 448s.
- Rødland, Kjartan. 2001. Modalen – Elva som fødte bygda.

- Sandem, K., Solvang, G., Kjærås, H., Bendixby, L., Emanuelsson, A., Touya, H. & Stranzl, S. 2024. Hellandsfoss kraftverk. Nedvandring forbi Hellandsfossen - Mulighetsstudie. Norconsult. Oppdragsnummer 52300033, dokument 02, Versjon 01.
- Skoglund, H., Barlaup, B.T., Lehmann, G.L., Normann, E.S., Wiers, T., Skår, B., Pulg, U., Vollset, K.W., Velle, G. & Gabrielsen, S.-E. 2014. Gytefisktelling og registrering av rømt oppdrettslaks i elver på Vestlandet høsten 2013. LFI-rapport nr. 230.
- Statsforvalteren i Vestland 2023. Om kalking i Budalselva. Notat. SFVL arkiv. 2023/15-37.
- Urdal, K. 2012. Skjelprøver fra Hordaland 2011 – innslag av rømt oppdrettslaks og vekstanalysar. Rådgivende Biologer AS. Rapport nr 1563.
- Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstanden i vann. Direktoratgruppen vanndirektivet 2018. 220s.