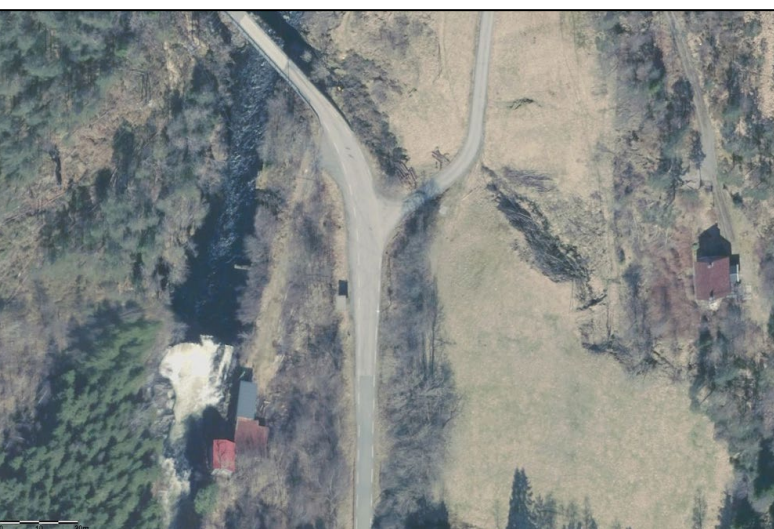
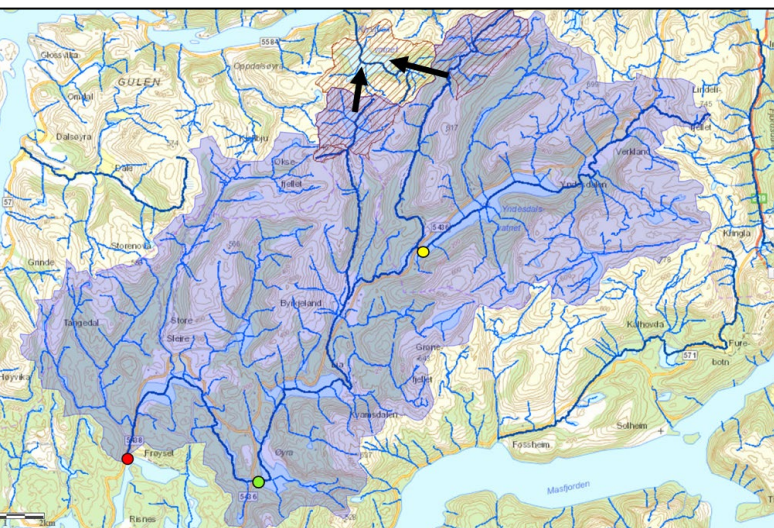


Situasjonen for laksefisk i Yndesdalsvassdraget pr. 2020



Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI)

Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI)

NORCE LFI, Nygårdsgaten 112, 5008 Bergen, **Tel:** 55 58 22 28

ISSN nr: ISSN-2535-6623

LFI-rapport nr: 391

Tittel: Situasjonen for laksefisk i Yndesdalsvassdraget pr. 2020

Dato: 03.11.2020

Forfattere: Gunnar Bekke Lehmann, Bjørn T. Barlaup og Sven-Erik Gabrielsen

Forsidebilder: Fotografier er tatt av Norce LFI. Flyfoto er fra norgebilder.no

Geografisk område: Vestland, Gulen og Masfjorden kommuner

Oppdragsgiver: Fylkesmannen i Vestland

Kontaktperson hos oppdragsgiver: Kjell Hegna

Antall sider: 31

Emneord: Yndesdalsvassdraget, forsuring, kalking, laks, sjøaure, lakselus

Lehmann, G.B., B. T. Barlaup og S.-E. Gabrielsen 2020. Situasjonen for laksefisk i Yndesdalsvassdraget pr. 2020. LFI-rapport nr. 391. 31 s.

Innhold

Sammendrag	4
1.0 Bakgrunn og hensikt.....	6
2.0 Vassdragsbeskrivelse.....	6
3.0 Vassdragsreguleringer.....	7
3.1 Vurdering av effekter av regulering for laks og sjøaure i Yndesdalsvassdraget	8
3.2. Konklusjon når det gjelder vassdragsreguleringer.....	9
4.0 Forsuringsproblematikk	12
4.1 Vannkjemi.....	12
4.2 Bunndyr	13
4.3 Gjelleprøver av fisk.....	13
4.4 Situasjonen uten kalking av Yndesdalsvassdraget	14
5.0 Oppvandring/fisketrapp og gyteforhold	19
5.1 Fisketrappen.....	19
5.2 Gyteforhold på lakseførende strekning	20
6.0 Ungfisk.....	21
7.0 Fangst av laks og sjøaure.....	22
8.0 Innslag av oppdrettslaks.....	23
9.0 Lakselusundersøkelser i NALO-programmet.....	24
10.0 Vitenskapsrådets vurderinger av bestandstilstand.....	26
11.0 Konklusjoner og tiltak.....	27
12.0 Referanser	29

Sammendrag

Målet for denne rapporten/utredningen er å gi en oversikt over situasjonen pr. 2020 med hensyn til vannkjemiske og biologiske data, 30 år etter oppstart av kalking i Yndesdalsvassdraget. Arbeidet er i hovedsak basert på tidligere publisert materiale/rapporter fra bl.a. Miljødirektoratet, Vitenskapelig råd for lakseforvaltning, NINA, NIVA, Havforskningsinstituttet, Rådgivende Biologer AS, NORCE LFI med flere, som bl.a. beskriver fiskeproduksjon, vannkvalitet, vannføring og miljøpåvirkninger, samt grad av oppnåelse av forvaltningsmål. Rapporten er et oppdrag fra Fylkesmannen i Vestland.

Yndesdalsvassdraget i Vestland fylke har sin opprinnelse i Gulen kommune, og renner ut i sjøen ved Frøyset i Masfjorden kommune. Deler av den opprinnelige vannføringen i vassdraget er fraført i Kløvtveitreguleringen. Dette har medført en reduksjon i vannføring på 7-9 % på lakseførende strekning.

Forsuring i Yndesdalsvassdraget gjorde at det ble iverksatt årlig fullkalking av Yndesdalsvatnet fra 1991 til 2003. I tillegg ble dosering av kalk i utløpet av Ostavatnet startet opp høsten 1994. Fra 2004 har kalking kun skjedd med kalkdosereren i Ostavatnet. Vannkvalitetsmålet på lakseførende strekning er $\text{pH} \geq 6,2$ fra 1. januar til 15. mars, deretter $\geq 6,4$ frem til 1. juli (justert 2019), og $\geq 6,0$ resten av året. Ved utløpet av Sleirevatnet nedstrøms kalkdosereren, ligger pH nå stort sett på 6-6,5. Innholdet av labil aluminium ligger vanligvis rundt $10 \mu\text{g/l}$ og lavere, men kan episodisk komme opp i $20-30 \mu\text{g/l}$. Undersøkelser i 2017 viste at utviklingen i bunndyrsamfunnet hadde vært positiv på de kalkete og ukalkete lokalitetene og at forsuringsindeks 1 har flatet ut på et høyt nivå i kalket del av vassdraget. Analyse av gjelleprøver av laksesmolt i perioden 1997 - 2007, tilsier en god til svært god tilstand.

I forbindelse med 10 års vern av vassdrag ble bl.a. målinger av pH i Yndesdalsvassdraget gjennomført regelmessig f.o.m. 1973. Disse viste en høy positiv korrelasjon mellom pH-verdiene ut av Yndesdalsvatn og ved broen i Frøyset. Dette kan indikere at i et ukalket Yndesdalsvassdrag ville pH ved utløp Yndesdalsvatn nok så nøyaktig predikere pH lengre nedover i vassdraget. I et ukalket Yndesdalsvassdrag ville dette i dag regelmessig ha gitt pH-verdier rundt 5,5 på det som i dag er kalket strekning. Nivået av labil aluminium ville antakelig ha ligget mellom $10-20 \mu\text{g/l}$, med maksimalverdier på over $30 \mu\text{g/l}$. Laks ville sannsynligvis hatt større problemer med å reetablere seg i Yndesdalsvassdraget dersom det ikke hadde blitt satt i gang kalking der. Uten kalking ville vannkvaliteten i dag mht. pH og labil aluminium regelmessig ligget i tilstandsklasse «Dårlig» for laksesmolt.

Fisketrappen i hovedvassdraget ligger ved en demning i elveløpet, ca. 1 km ovenfor sjøen. Trappen har små basseng med relativt høy turbulens, men er passerbar for fisk. For å bedre passerbarheten kan demningen reduseres eller fjernes. Alternativt kan trappen utbedres og ombygges. I trappen står det f.o.m. juni 2020 et overvåkingskamera, finansiert av Fylkesmannen i Vestland. Det er få gyteområder på lakseførende strekning i Yndesdalsvassdraget. Utløpet av Langavatn vurderes som en god lokalitet for etablering av nye gytearealer gjennom utlegging av gytegrus. Eksisterende gyteområde nedstrøms Sleirevatn kan utvides.

Etter at kalking med doserer ble iverksatt i 1994, økte mengden ungfisk av laks i vassdraget, og det ble reetablert en selvreproduserende laksebestand. Aurebestanden har hatt en annen utvikling enn laksen. Tettheten av eldre aureunger var relativt høy i Yndesdalsvassdraget allerede før kalkdosereren

ble startet opp. Fra begynnelsen av 1990-tallet ses en tydelig, gradvis reduksjon i tetthet av eldre aureunger. I senere år har tettheten ligget på ca. 25 % av det nivået den hadde tidlig på 1990-tallet.

Fangsten av laks i Yndesdalsvassdraget begynte å øke fem år etter at kalking med doserer ble iverksatt. Fangsten fikk en topp i 2005 da det ble tatt 277 laks, men har senere falt ned til 54 laks pr år i gjennomsnitt. Aurefangstene har gått mye tilbake. Gjennomsnittlig fangst pr. år var 228 fisk i perioden 1993-2005. I perioden 2005-2019 var den 146 fisk. Dette er en nedgang på nær 40 %. Innslaget av rømt oppdrettslaks i elvefangstene har vært i gjennomsnitt 12 % siden 2003.

Herøyosen er et fjordområde som ligger ved Austfjorden, 5 km sør for utløpet av Yndesdalsvassdraget. Lakselusundersøkelser i Herøyosen i regi av den nasjonale overvåkingen av lakselus på vill laksefisk (NALO-programmet) har hvert år siden 2015 vist høyt påslag av lakselus på sjøauren der. Dette har sannsynliggjort at sjøaure fra Yndesdalsvassdraget har økt dødelighet i sjøfasen og får prematur tilbakevandring til elv. Det er også sannsynlig at utvandrende laksesmolt fra Yndesdalsvassdraget rammes av lakseluspåslag.

I sin gjennomgang av trusselfaktorer for de norske bestandene av laks og sjøaure vurderer Vitenskapelig råd for lakseforvaltning rømt oppdrettslaks og lakselus som de største trusselfaktorene for bestandene i Yndesdalsvassdraget. Forsuring regnes også å ha moderat negativ effekt. For laks er det tilfredsstillende oppnåelse av gytebestandsmål, kvaliteten etter kvalitetsnorm er satt til "moderat", og høstbart overskudd er satt til 70 % av normalt.

For sjøaure regnes lakselus å ha stor negativ effekt på bestandsstørrelse. Luseindeks utarbeidet av Veterinærinstituttet har blitt oppgitt til 14,74 for sjøområdet utenfor Yndesdalsvassdraget. Dette er en svært høy verdi som trolig bidrar betydelig til den negative bestandsutviklingen for sjøauren i Frøyset.

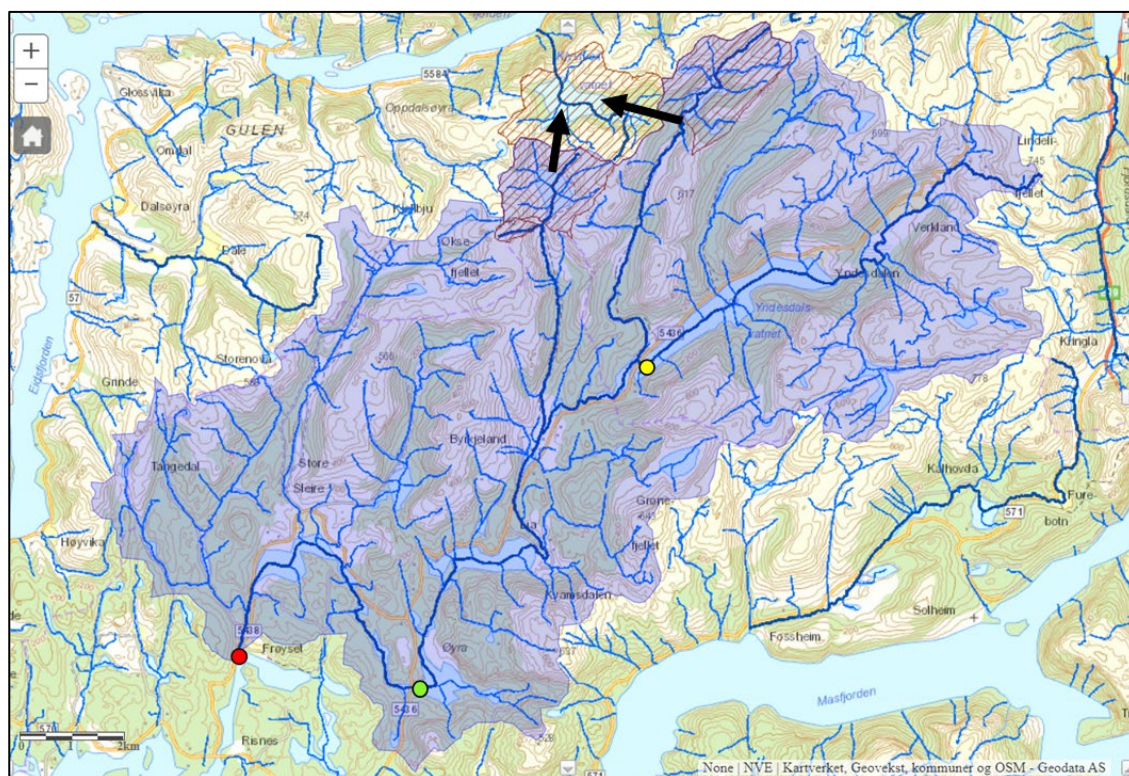
Som tiltak for fiskebestandene i Yndesdalsvassdraget foreslås utlegging av gytegrus, oppgradering av fisketrappen (evt. fjerning/reduksjon av demning) som gjør det mulig å telle oppvandrende fisk og gi grunnlag for årlige bestandsvurderinger. Tiltak mot lakselus forventes håndtert gjennom trafikklyssystemet.

1.0 Bakgrunn og hensikt

Yndesdalsvassdraget ble første gang kalket i 1991 for å styrke bestanden av sjøaure og for å reetablere bestanden av laks. Målet for denne rapporten/utredningen er å gi en sammenstilling av et utvalg av sentrale vannkjemiske og biologiske data, nå snart 30 år etter oppstarten av kalkingen. Den har som hensikt å gi oversikt over utviklingen i vassdraget og gi et grunnlag for å vurdere videre tiltak for å styrke fiskebestandene. Arbeidet er basert på andre rapporter som omtaler produksjonsforhold og potensial for fiskebestandene i Yndesdalsvassdraget, rapporter som sier noe om andre påvirkninger enn vannkvalitet på fisk i Yndesdalsvassdraget og rapporter som presenterer grad av oppnåelse av forvaltningsmål, gytebestandsmål og kategorisering i henhold til kvalitetsnormen for villaks. Utredningen er gjort på oppdrag fra Fylkesmannen i Vestland.

2.0 Vassdragsbeskrivelse

Yndesdalsvassdraget (**Figur 1, Tabell 1**) ligger i midtre del av Vestland fylke, i et kystnært, tidligere grenseområde mellom Hordaland og Sogn og Fjordane. Vassdraget har opprinnelse fra nord, i Gulen kommune, og det renner ut i sjøen ved Frøyset i Masfjorden kommune. Vassdraget har i tillegg til elvestrekninger en rekke store innsjøer i hoveddalføret, samt flere gårdsbruk (Miljødirektoratet 2020).



Figur 1: Yndesdalsvassdraget (blått areal) renner ut i sjø ved Frøyset i Masfjorden kommune (rødt punkt). Figuren viser vassdragets opprinnelige nedbørfelt. Delfeltene ved Transdalsvatnet og Austgulstølsvatnet er fraført (piler), og inngår nå i Kløvtveitreguleringen i Austgulen (skravert areal). Kalkdosereren i vassdraget ligger ved utløpet fra Ostavatnet (grønt punkt). Yndesdalsvatnet (gult punkt) var lokalitet for innsjøkalking i perioden 1991-2003. (Kart generert i NEVINA / NVE).

Tabell 1: Fakta om Yndesdalsvassdraget pr. 2020, i hh.t. Miljødirektoratet 2020.

Vassdragsnummer	067.6z
Fylke, kommuner	Vestland, Gulen og Masfjorden.
Nedbørfeltareal	125,5 km ² (naturlig) – 119,4 etter overføring (NVE Atlas).
Vassdragsregulering	Transdalsvatnet og Austgulstølsvatnet i nord-vestlig del av feltet, er overført til Kløvtveit Kraftverk, Austgulen. Resten av feltet er vernet i verneplan III.
Spesifikk avrenning	110 l/s/km ² naturlig - 108 l/s/km ² etter overføring (NVE Atlas).
Middelvannføring	13,8 m ³ /s naturlig - 12,9 m ³ /s etter overføring (6,5 % reduksjon) (NVE Atlas).
Lakseførende strekning	6 km, opp til Hindefossen.
Bakgrunn for tiltak	Forsuring av lakseførende strekning, forsterket ved tilførsler fra sideelver.
Tiltaksplan	Hindar 1990, Enge 1992, Bjerknes m.fl. 2004.
Biologisk mål	Sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for naturlig reproduksjon av laks. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for andre forsurningsfølsomme organismer.
Vannkvalitetsmål	Lakseførende strekning; pH ≥ 6,2 fra 1. januar til 15. mars, deretter pH ≥ 6,4 fram til 1. juli (justert i 2019), og pH ≥ 6,0 resten av året (justert i 2013).
Kalkingsstrategi 1991-2003	Årlig fullkalking av Yndesdalsvatnet. I tillegg dosering av kalk i utløpet av Ostavatnet fra og med høsten 1994.
Kalkingsstrategi f.o.m. 2004	Kontinuerlig dosering av kalk i utløpet av Ostavatnet. Styrt av pH og vannføring.

3.0 Vassdragsreguleringer

Yndesdalsvassdraget ble i 1985 vernet mot kraftutbygging gjennom Verneplan III, men feltene fra Transdalsvatnet og Austgulstølsvatnet (**Figur 1**) ble da unntatt fra verneplanen. Dette ble begrunnet med feltenes betydning for gjennomføring av Kløvtveitreguleringen (St.prp. nr. 89 (1984-85)). Konsesjonen for reguleringen ble fastsatt ved kongelig resolusjon 17. november 2000. Arbeidet med overføringen av de to feltene ble startet i mars 2006, og ble i hovedsak ferdigstilt i desember 2007. Effekter på bl.a. fisk i feltene i Kløvtveitreguleringen er gjort i egne undersøkelser (Lehmann og Wiers 2009, Lehmann m.fl. 2012, Lehmann og Skår 2015)

Fraførte felt fra Transdalsvatnet og Austgulstølsvatnet utgjør i areal totalt 5,1 % av nedbørfeltet til vassdraget. Ut fra tilsigsberegninger foretatt av BKK medfører reguleringen av Transdalsvatnet og Austgulstølsvatnet at vannføringen er redusert med ca. 9,2 % ved vandringshinderet for anadrome laksefisk i Hindefossen, og med ca. 6,8 % ved utløpet av vassdraget i Austrevågen ved Frøyset.

Simuleringer av vannføringssituasjonen før og etter reguleringen ble utført av BKK i 2013. Det ble her tatt utgangspunkt i data fra vannføringsstasjonen ved Nautsundvatnet (082.4), som ligger i Flekkevassdraget i Fjaler. Deretter ble vannføringen skalert i forhold til tilsiget fra de ulike feltene i Yndesdalsvassdraget. I **Figur 2** er de simulerte vannføringene ved Hindefossen før og etter fraføringen vist for et tørt, et normalt og et vått år, og i **Figur 3** er tilsvarende vist for utløpet av vassdraget i Austrevågen. Det er imidlertid mulig at den reelle endringen i vannføringsmønsteret kan avvike noe fra det som kommer frem av simuleringene i **Figur 2** og **3**. Dette skyldes at simuleringen ikke tar hensyn til lokale forhold som er særegne for vassdragene.

Fra lokalt hold (Ørjan Daae pers. med.) er det sagt at de to fraførte elvene ofte steg raskt med økende vannføring i forhold til bidrag fra øvrige deler av vassdraget, og dermed at vannføringen i nedre del av vassdraget nå responderer mindre på nedbørsperioder enn før reguleringen. Det foreligger ikke tilstrekkelig med hydrologiske data fra vassdraget som kan bidra til å klarlegge slike effekter, men generelt kan en slik effekt forklares med at nedbørmengden øker med høyden på nedbørfeltet. Siden

begge de fraførte feltene tilførte vann til vassdraget nedenfor Yndesdalsvatnet, som med sin størrelse vil bidra til å utjevne vannføringen, er det sannsynlig at feltene relativt sett ville bidra med mer vann i perioder med økende nedbør enn i tørre perioder. Det synes derfor som en rimelig antagelse at det relative vannføringsbidraget fra de fraførte feltene var større ved økende vannføringer etter nedbør, og mindre i tørre perioder. Det er imidlertid uklart hvor mye vannføringsmønsteret på lakseførende strekning vil være berørt, siden flere innsjøer både på lakseførende strekning (Sleirevatnet, Langavatnet og Lauveidvatnet) og oppstrøms lakseførende strekning (Byrkjelandsvatnet, Kvamsdalsvatnet og Ostavatnet) vil bidra til å jevne ut variasjoner i vannføring nedover i vassdraget.

3.1 Vurdering av effekter av regulering for laks og sjøaure i Yndesdalsvassdraget

Fraføringer av vann ved vassdragsregulering kan påvirke fiskebestander på flere måter. Den største effekten av fraføring av vann vil være relatert til konsekvenser av redusert vannføring. I tillegg kan fraføring av vann også medføre reduserte flommer, økt sedimentering, endret temperatur og/eller endringer i vannkjemiske forhold. I det følgende diskuteres hvordan ulike reguleringseffekter kan være av betydning for fiskebestandene i Yndesdalsvassdraget.

Redusert vannføring og fiskeproduksjon

Redusert vannføring som følge av fraføring av vann vil kunne føre til redusert vanddekket areal, og dermed lavere ungfiskproduksjon som følge av tapt oppvekstareal for ungfisk. Ungfisk hos både laks og aure har en territoriell atferd, slik at tilgang til egnet ungfiskhabitat og mat vil sette begrensinger for hvor mye ungfisk som kan vokse opp på et gitt område. Bærenivået for ungfisk i et vassdrag vil derfor i hovedsak bestemmes av hvor mye oppvekstareal som er tilgjengelig, noe som igjen er bestemt av vanddekket areal av rennende vann. Vanligvis antas det at perioder med lavvannføring er den største flaskehalsen for ungfiskproduksjonen hos laks og aure. Etersom forholdet mellom vanddekket areal og vannføring ikke er kjent for Yndesdalsvassdraget, er det ikke mulig å tallfeste i hvor stor grad ungfiskproduksjonen eventuelt er påvirket som følge av reguleringsingrepet. Redusert vannføring som følge av fraføringen av feltene kan ha påvirket ungfiskproduksjonen av laks og sjøaure i negativ retning, men effekten av dette vurderes likevel til å være begrenset.

En annen mulig negativ virkning av redusert vannføring er at en kan få økt dødelighet på rogn i gytegroper hvis disse tørrlegges ved lave vannføringer om vinteren. Dette vurderes imidlertid å være av liten betydning her, ettersom vannføringsreduksjonen på lakseførende strekning bare er 7-9 %, og at de høytliggende feltene som er fraført trolig bidrar lite til vannføringen vinterstid. Eventuelt tap av egg som følge av økt tørrlegging av gytegroper vurderes derfor som marginalt i denne sammenhengen. Ved en kartlegging av gyteforholdene i vassdraget utført våren 2012 var også inntrykket at de fleste gyteområdene lå på dyp der de vil være lite utsatt for tørrlegging (Gabrielsen m.fl. 2012).

Kartleggingene viser likevel at det flere steder i vassdraget er forholdsvis sparsomt med tilgjengelige gyteområder for laks, og at det kan være et stort potensial for å øke fiskeproduksjonen ved å legge ut gytegrus, se også under pkt. 5 nedenfor. Fra lokalt hold (Ørjan Daae pers. med.) blir det hevdet at reguleringen har ført til en reduksjon i vannføringsresponsen ved nedbør, og at dette fører til dårligere forhold for fiskeoppgang og utøvelse av fiske på den lakseførende strekningen. Resultatene fra simuleringen av vannføring viser også at vannføringstoppene blir redusert, men simuleringene vil ikke synliggjøre eventuelle særegne mønster i vannføring som følge av reguleringen.

Som tidligere nevnt tilfører Transdalsvatnet og Austgulstølsvatnet vann til vassdraget nedstrøms utløpet av Yndesdalsvatnet. Siden Yndesdalsvatnet med sitt store volum og omløpstid bidrar til å jevne ut vannføringen fra tilsiget ovenfor, er det mulig at vannføringen på elvestrekeningen nedstrøms øker i mindre grad ved tiltagende nedbør enn før regulering. Det er lite sannsynlig at den reduserte

vannføringen påvirker fiskeoppgangen på en slik måte at det er negativt for fiskeproduksjonen, men det er ikke grunnlag for å vurdere hvorvidt dette kan ha en påvirkning på utøvelse av fiske i vassdraget. En slik effekt kan imidlertid ikke utelukkes. Oppvandringsmulighetene for laks og sjøaure i vassdraget kan utbedres ved å justere fisketrappen, se også under pkt. 5 nedenfor. Det kan også vurderes om det er et potensial for å øke fiskeproduksjonen ved å bedre oppvandringsmuligheter i Tangedalselven.

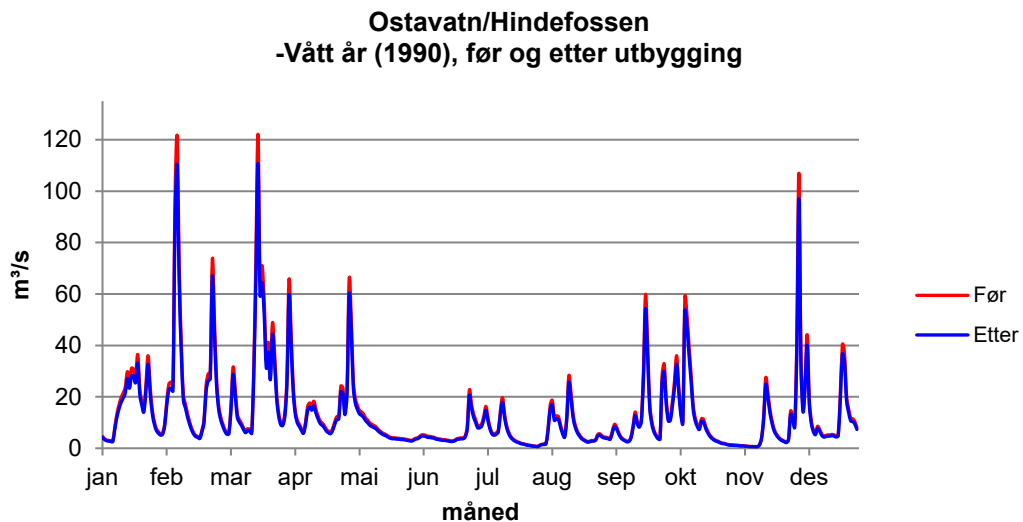
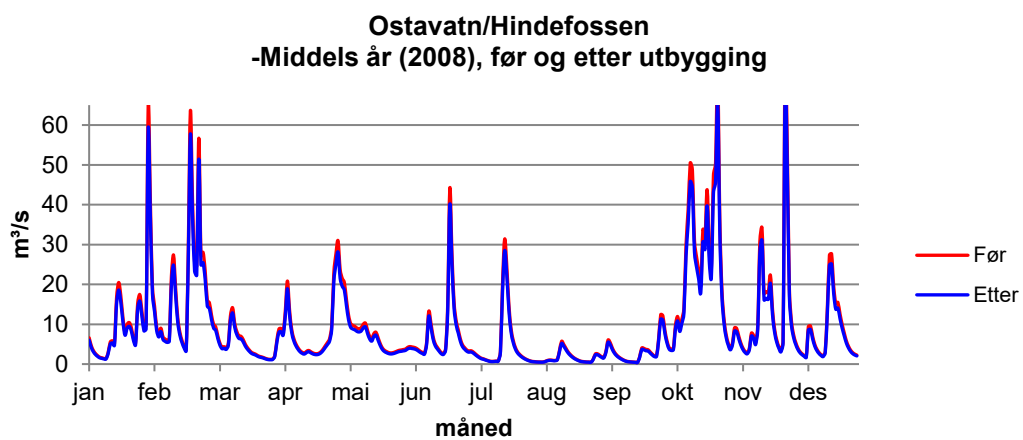
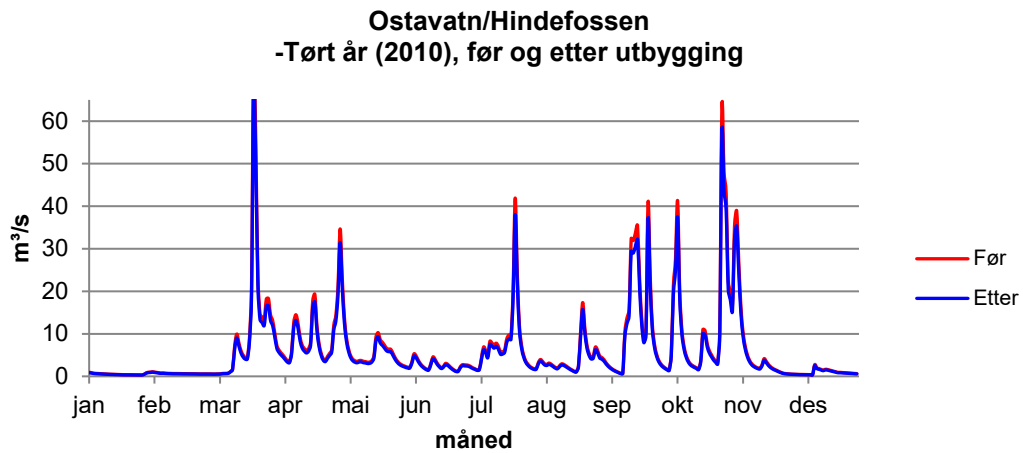
Endret temperatur og vannkjemiske forhold

Ved å fraføre vann fra elvesystemet vil en også endre sammensetningen av vannmassene i vassdraget, og dermed temperatur og vannkjemiske forhold. Det antas at fraføringen i denne sammenhengen har hatt liten effekt på temperaturforholdene på den lakseførende strekningen. Dette begrunnes med at vannmengdene som fraføres er forholdvis små, og at vannmassene fra de fraførte feltene ikke antas å ha vesentlig forskjellig temperatur i forhold til de øvrige delene av vassdraget. Innsjøene på strekningen nedstrøms utløpet av elvene og Hinfefossen fører i tillegg til økt oppholdstid for vannet, slik at eventuelle temperaturforskjeller utjevnes nedover vassdraget. Den vannkjemiske situasjonen i både Transdalsvatnet og Austgulstølsvatnet er preget av å være moderat forsuret, med lav pH og forholdvis høyt aluminiumsinnhold (Bjerknes m.fl. 2004, Lehmann og Wiers 2009). Vannet som fraføres har dermed ikke bedre vannkemi enn de øvrige tilsig til vassdraget har. Fraføringen forventes derfor ikke å gi noen forverring av forsuringssituasjonen i vassdraget.

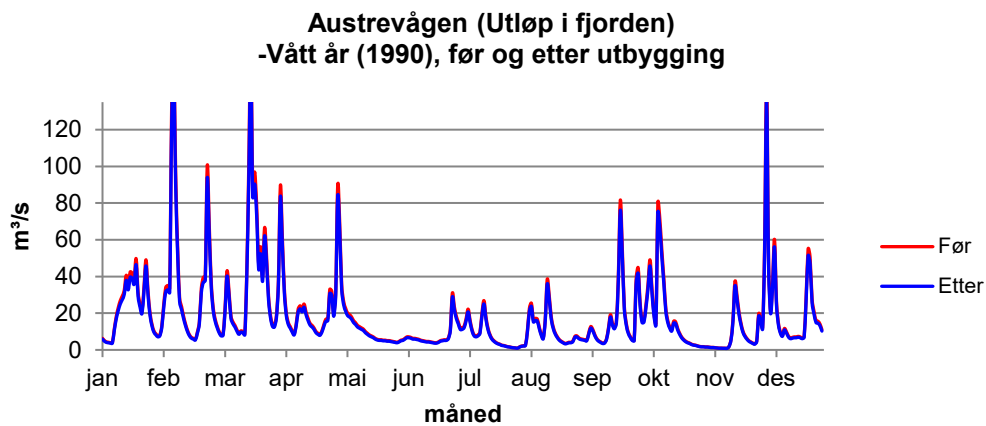
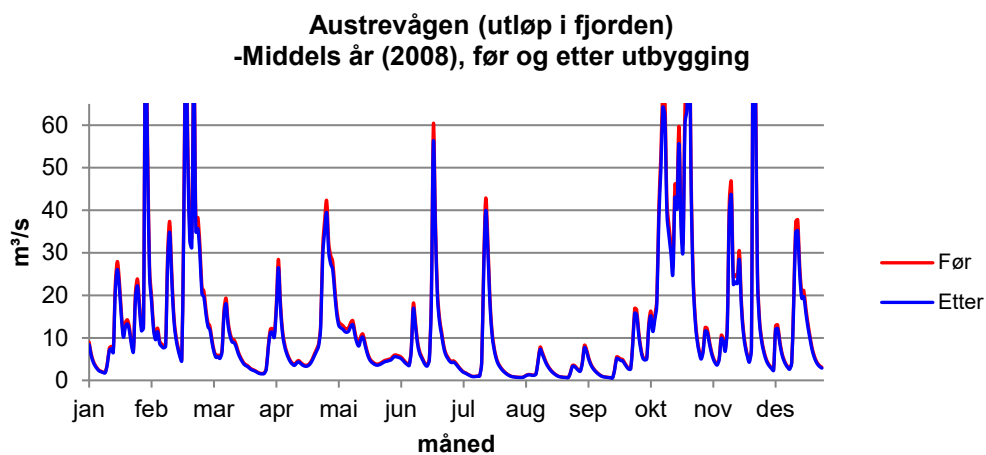
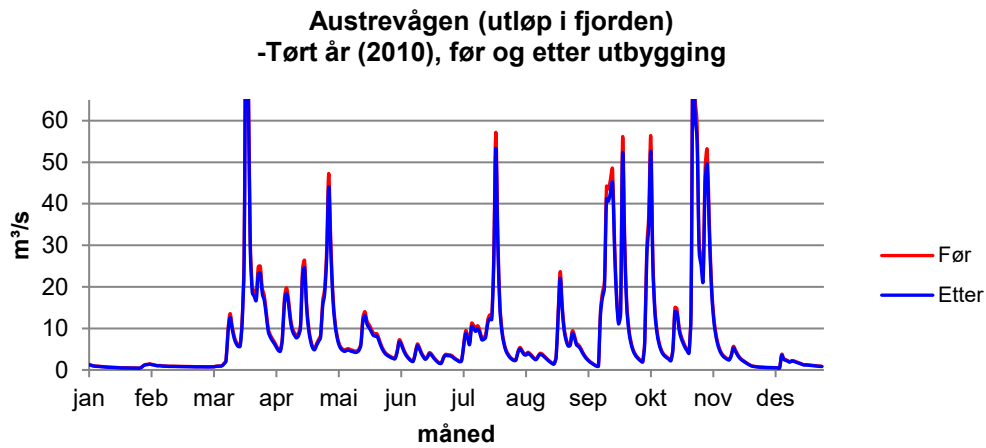
En annen mulig vannkjemisk effekt av reguleringen er at redusert vannføring kan påvirke effekten av kalkingsanlegget. I dag kalkes vassdraget fra en doserer som er plassert ved utløpet av Ostavatnet, like oppstrøms Hinfefossen og lakseførende strekning. Mengden kalk som tilføres er avhengig av pH og vannføring ved dosereren. Redusert vannføring ved Hinfefossen vil kunne resultere i at vannføringsbidraget fra sure sidebekker nedstrøms kalkdosereren vil bli relativt sett større. Dette økte vannføringsbidraget fra sure sidebekker kan tenkes å resultere i økt forsuring av vannkjemien i elven nedstrøms. I forbindelse med kalking av vassdraget drives det overvåking av vannkemi, bunndyr, vannvegetasjon og fisk i ulike deler av vassdraget (Direktoratet for naturforvaltning 2019). Resultatene fra denne overvåkingen viser at det ikke har forekommet noen negativ utvikling i forhold til forsuring på den lakseførende delen av vassdraget i perioden etter at reguleringen trådte i kraft, men snarere at den vannkjemiske situasjonen har blitt bedre de siste 10 årene som følge av en generell nedgang i svovelutslipp og sur nedbør. I tillegg vil en eventuell økning i bidraget av sure sidebekker kunne motvirkes ved eventuelt å øke doseringen av kalk dersom vannkvaliteten på lakseførende strekning skulle forverres. Totalt sett vurderes det som lite sannsynlig at fraføringen har bidratt til økt forsuring i vassdraget, og at den har hatt noen negativ effekt på fiskebestandene i vassdraget.

3.2. Konklusjon når det gjelder vassdragsreguleringer

Frøringen av feltene til Transdalsvatnet og Austgulstølsvatnet kan ha hatt en negativ effekt på fiskeproduksjonen i den lakseførende strekningen i Yndesdalsvassdraget ved at redusert vannføring kan ha gitt tap av oppvekstområder for ungfisk av laks og sjøaure. Ut fra at omfanget av vannføringsreduksjonene på lakseførende strekning er maksimalt 7-9 %, vurderes tapet av fiskeproduksjon til å være lavt. Det er lite sannsynlig at reguleringen har hatt negativ effekt for fiskebestandene i form av økt tørrlegging av gytegrøper, endrete temperaturforhold, eller ved at den vannkjemiske situasjonen har blitt forverret. Totalt sett vurderes effektene av reguleringen å være i negativ retning, men av begrenset omfang for bestanden av laks og sjøaure i vassdraget. Den negative effekten av reguleringsinngrepet på både fiskeproduksjonen og utøvelse av fiske kan trolig kompenseres i form av ulike tiltak i vassdraget. Aktuelle tiltak kan være å bedre gyteforholdene, for eksempel gjennom utlegging av gytegrus, og å utbedre vandringsmuligheter i fisketrappen, se pkt. 5.



Figur 2. Simulert vannføring i Yndesdalsvassdraget ved Ostavatn/Hindefossen i et tørt år, et middels år og et vått år. Simuleringen er basert på vannføringsdata fra Nautsundvatnet, og ved å skalere vannføringen i forhold til beregnet bidrag fra ulike nedbørsfelter i Yndesdalsvassdraget. Simuleringen er utført av BKK.



Figur 3. Simulert vannføring i Yndesdalsvassdraget ved utløpet av vassdraget i Austrevågen i et tørt år, et middels år og et vått år. Simuleringen er basert på vannføringsdata fra Nautsundvatnet, og ved å skalere vannføringen i forhold til beregnet bidrag fra ulike nedbørsfelter i Yndesdalsvassdraget. Simuleringen er utført av BKK.

4.0 Forsuringsproblematikk

Forsuring har vært dokumentert i Yndesdalsvassdraget siden 1970-tallet. Fullkalking av Yndesdalsvatnet ble gjennomført årlig fra høsten 1991 til høsten 2003, og dosering av kalk ved Lågefossen i utløpet av Ostavatnet startet høsten 1994. Fra og med 2004 har kalking kun skjedd med kalkdosereren. I forbindelse med kalkingen har det vært utført rutinemessig overvåkning av vannkjemi, bunndyr og fisk. Pr. 2019 var vassdraget ett av 23 vassdrag der det gjennomføres vannkemisk og biologisk effektkontroll av kalking.

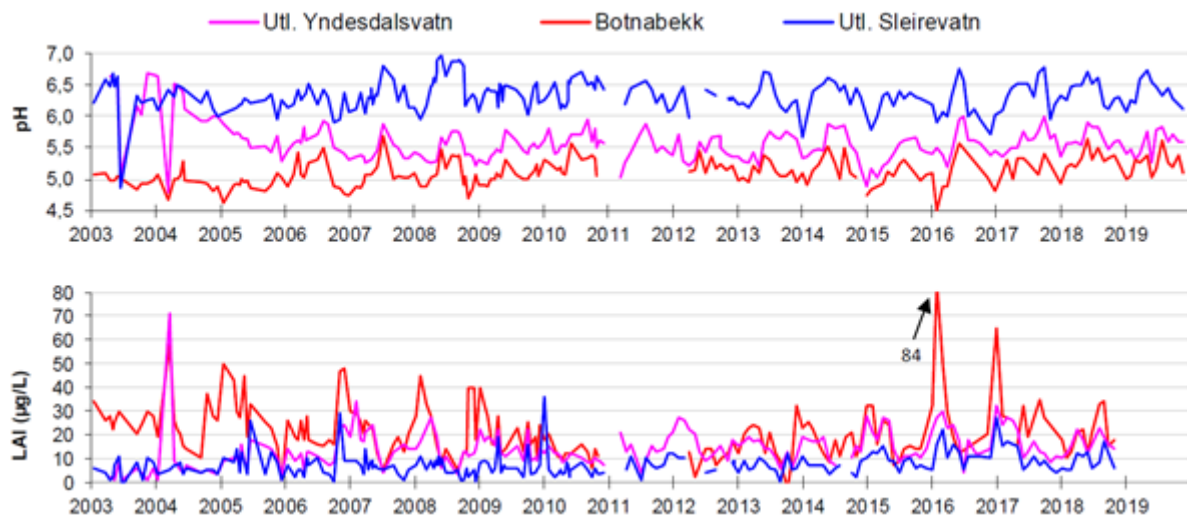
4.1 Vannkjemi

Vannkvalitetsmålet i Yndesdalsvassdraget på lakseførende strekning er $\text{pH} \geq 6,2$ fra 1. januar til 15. mars, og deretter $\geq 6,4$ frem til 1. juli (justert i 2019). Innenfor dette tidsintervallet faller bl.a. perioden for smoltifisering og smoltutvandring hos laks og sjøaure. Resten av året er det $\text{pH} \geq 6,0$. Den bakenforliggende, biologiske hensikt med vannkvalitetsmålet er å etablere en vannkvalitet som gjør at laks kan reprodusere i vassdraget, samtidig som livsmiljøet for de fleste andre forsuringfølsomme, vannlevende arter da også sikres.

I tiårsperioden fra 2009 til 2018 ble det i gjennomsnitt brukt 954 tonn kalk årlig i dosereren i Yndesdalsvassdraget (Miljødirektoratet 2019). Det var imidlertid stor årlig variasjon i forbruket, som lå mellom 560 og 1580 tonn. Effekten av kalking ved utløpet av Ostavatnet gjenspeiles tydelig i vannkjemien i ulike deler av Yndesdalsvassdraget (**Figur 4**). Både pH og labil aluminium viser at vannet er surere og har mer labil aluminium ved målepunktene som ligger oppstrøms kalkingen. Vannprøver tatt ved utløpet av Yndesdalsvatnet viste etter avslutning av kalking i innsjøen i 2003 synkende pH, fra et nivå på 6-6,5 og ned til rundt 5,5 fra 2006. Samtidig økte også innholdet av labil aluminium fra et nivå på under 10 $\mu\text{g/l}$ til verdier som regelmessig ligger mellom 10 og 20 $\mu\text{g/l}$, og med toppverdier enkelte år på over 30 $\mu\text{g/l}$.

Det ukalkete sidevassdraget "Botnabekken" renner inn i Yndesdalsvassdraget fra øst, fra Botnatjørnene, ca. 3,5 km nedstrøms utløpet fra Yndesdalsvatnet (målt langs vassdraget), og ca. 5,5 km oppstrøms kalkdosereren. Botnabekken bidrar "negativt" til vannkvaliteten i hovedvassdraget, da den har en relativt lavere pH, som i hovedsak varierer mellom 4,5 og 5,5. Innholdet av labil aluminium ligger her stort sett mellom 10 og 30 $\mu\text{g/l}$, men det går regelmessig over 30 $\mu\text{g/l}$ og har vist toppverdier på ca. 60-84 $\mu\text{g/l}$ (2004, 2016, 2017).

Ved utløpet av Sleirevatnet, som er nedstrøms kalkdosereren, ligger pH stort sett på 6-6,5. Innholdet av labil aluminium ligger vanligvis rundt 10 $\mu\text{g/l}$ og lavere, men kan episodisk komme opp i 20-30 $\mu\text{g/l}$. Tangedalselven er et annet sidevassdrag som renner inn fra vest i nedre del av Yndesdalsvassdraget, ca. 700 m ovenfor vassdragets utløp i sjøen. Tangedalselven har også en noe sur og ionefattig vannkvalitet. Det har vært gjort vannkemiske analyser av vannprøver fra dette sidevassdraget siden 2014. I 2018 lå gjennomsnittsverdiene for pH, kalsium og labil aluminium på hhv. 5.51, 0.31 mg/l Ca og 23.4 $\mu\text{g/l}$ LAI. Se Miljødirektoratet 2018, 2019, 2020.



Figur 4: Utvikling i pH og labilt aluminium 2003-2019 ved Botnabekken (ukalket), utløpet av Yndesdalsvatn (kalket til 2003) og utløpet av Sleirevatn (kalket i hele perioden). Verdier av labilt aluminium for 2019 er utelatt pga. store feilkilder i dataene. (Etter Miljødirektoratet 2020).

4.2 Bunndyr

Hvis forsuringssindeks 1 har verdien 1.0, viser dette et bunndyrsamfunn som inneholder en eller flere av de mest forsuringfølsomme artene. Dette indikerer liten eller ingen forsuringsskade. Verdien 0 (sterkt skadet) oppnås når det bare finnes arter med høy toleranse for surt vann. Indeks 2 graderer indeksverdien mellom 0,5 og 1 basert på mengdeforholdet mellom den følsomme døgnfluen *Baetis rhodani* og forsuringstolerante steinfluer. Verdier for Indeks 2 som ligger mellom 0,5 og 1 indikerer et subletalt stress på *B. rhodani* før alle larvene dør ut. Indeks 2 gir derfor en strengere bedømmelse av skadene enn Indeks 1. (Fjellheim og Raddum 1990, Raddum 1999).

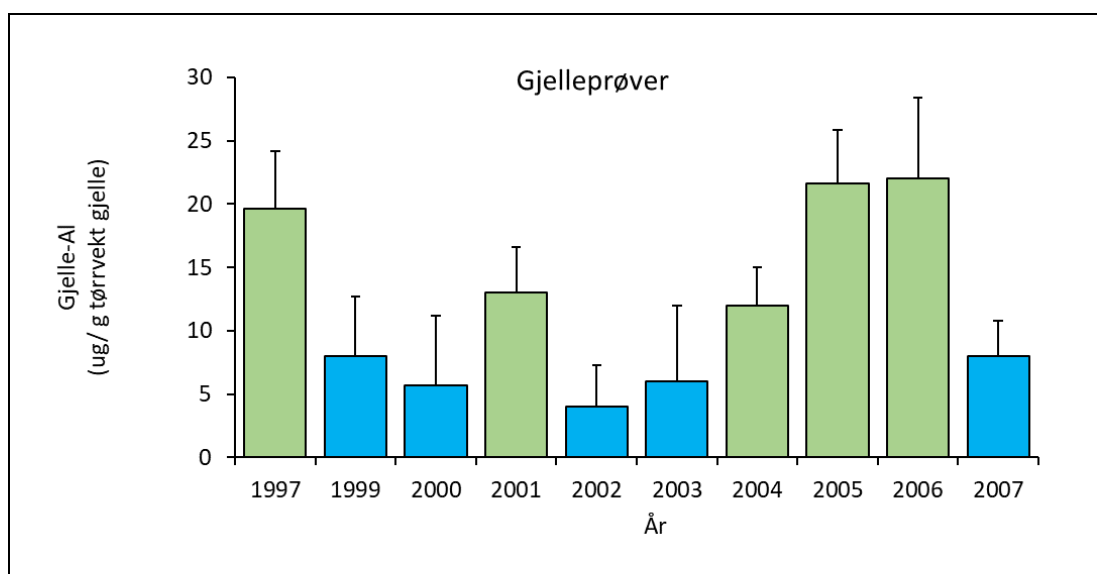
Etter undersøkelser i Yndesdalsvassdraget i 2017, ble det konkludert med at utviklingen i bunndyrsamfunnet hadde vært positiv på de kalkete og ukalkete lokalitetene fram til 2009. Etter dette har forsuringssindeks 1 stabilisert seg på et høyt nivå i den delen av vassdraget som er kalket. Den forsuringfølsomme døgnfluen *Baetis rhodani* ble funnet i høyest antall på en bunndyrstasjon (st. 17) som ligger i Frøyset, dvs. i aller nederste del av Yndesdalsvassdraget, på kalket strekning. (Miljødirektoratet 2018)

4.3 Gjelleprøver av fisk

Det ble tatt gjelleprøver av fisk om våren på kalket strekning i Yndesdalsvassdraget i perioden 1997-2007 (**Figur 5**). Resultatene viste svært lave konsentrasjoner av giftig aluminium på fiskegjellene, og er klassifisert som god eller svært god tilstand (**Tabell 2**). Kroglund et al. (2007) viste at ungfisk dør ved en mengde giftig aluminium som overstiger 300 µg Al/g tørrvekt gjelle over flere dager. Disse grenseverdiene er imidlertid langt lavere for smolt som forlater vassdraget om våren. En grenseverdi under 30 µg Al/g tv vil gi en forventet god smoltkvalitet, mens verdier over dette vil gi en forringet smoltkvalitet og lavere overlevelse (Kroglund et al. 2007).

Tabell 2: Klassegrenser for labilt ("giftig") aluminium (LAI), gjelle-aluminium og pH for lakseparr og -smolt i ferskvann (Direktoratgruppen Vanddirektivet 2018).

Parameter	Enhet	Stadium	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Labil Al	µg/L	Parr	<10	10-20	20-30	30-60	>60
		Smolt	<5	5-10	10-20	20-40	>40
Gjelle-Al	µg Al/g tv	Parr	<100	100-200	200-400	400-800	>800
		Smolt	<10	10-30	30-60	60-150	>150
Surhet	pH	Parr	>5,9	5,9-5,6	5,6-5,2	5,2-4,8	<4,8
		Smolt	>6,4	6,4-6,2	6,2-5,8	5,8-5,5	<5,5



Figur 5: Giftig aluminium på fiskegjeller av laks fanget i Yndesdalsvassdraget i perioden 1997 - 2007.

4.4 Situasjonen uten kalking av Yndesdalsvassdraget

Yndesdalsvassdraget var et av de vassdragene som Stortinget i 1973 vedtok å verne mot videre kraftutbygging i 10 år. For å avklare verneverdier i disse vassdragene bevilget Miljøverndepartementet midler til gjennomføring av naturvitenskapelige undersøkelser, herunder prøvegarnfiske, el-fiske og vannprøvetaking. Feltarbeid, databearbeidelse og rapportering av resultater fra undersøkelsene i Yndesdalsvassdraget ble utført i regi av Fiskerikonsulentene i Vest-Norge (Undheim 1981).

Målinger av pH i Yndesdalsvassdraget ble gjennomført regelmessig f.o.m. 1973. Dette var lenge før kalking av vassdraget, som først startet opp i 1991. Resultatene viste at i et datasett av pH-målinger utført på de samme datoer både i utløpet av Yndesdalsvatnet og ved broen i Frøyset (**Tabell 3**), var det en høy positiv korrelasjon mellom pH-verdiene på de to stasjonene ($r = 0,86 / r^2 = 0,73$). Verdiene var forholdsvis like, og varierte nokså likt over tid (**Tabell 3**). Dette viser at på 1970-tallet, i et ukalket Yndesdalsvassdrag, kunne pH ved utløp Yndesdalsvatn nokså nøyaktig predikere den pH en ville finne også lengre nedover i vassdraget.

Tabell 3: pH i Yndesdalsvassdraget på 1970-tallet, målt ved broen i Frøyset og i utløpet av Yndesdalsvatn. pH Y- pH F er forskjell i pH mellom Yndesdalsvatn og Frøyset. (Data: Undheim 1981)

Dato	pH Frøyset v. bro	pH Yndesdalsv. utl.	pH Y- pH F
14.08.1973	4,9	4,9	0,0
19.09.1973	5,0	5,2	0,2
13.10.1973	4,9	4,9	0,0
17.11.1973	4,9	5,1	0,2
13.12.1973	4,9	4,9	0,0
03.01.1974	4,8	4,9	0,1
02.02.1974	5,3	5,8	0,5
07.03.1974	5,1	5,5	0,4
22.06.1974	4,7	4,7	0,0
28.08.1974	5,0	4,8	-0,2
11.08.1974	4,9	4,9	0,0
17.11.1974	4,9	5,1	0,2
02.08.1977	5,1	5,1	0,0
Gjennomsnitt	5,0	5,1	0,1
SD	0,2	0,3	0,2

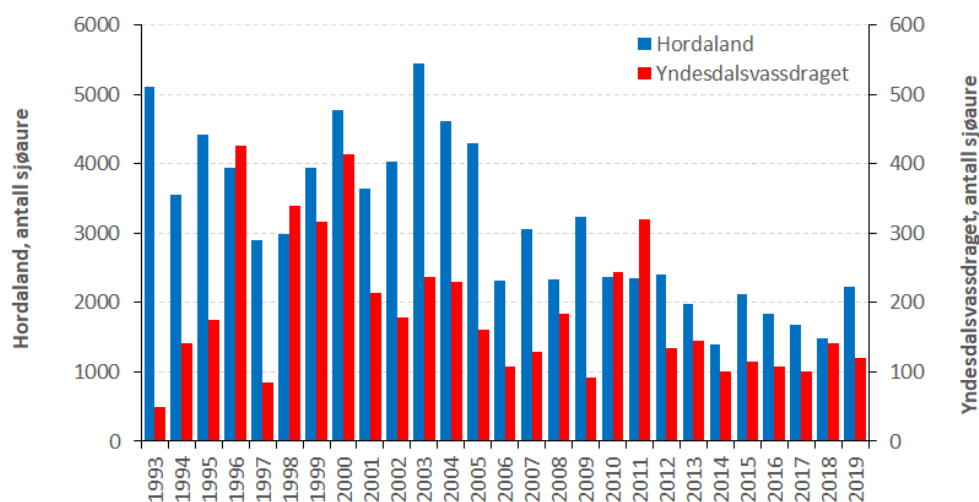
Verdier for aluminiumsinnhold i vannet er ikke rapportert i Undheim 1981, og vannprøvene ble antakelig heller ikke analysert for dette den gangen. I 2019 var gjennomsnittlig surhet i 12 vannprøver i utløpet av Yndesdalsvatnet pH 5,56. I Ostavatnet som ligger like ovenfor kalkdosereren men nedstrøms den noe surere Botnabekken, var gjennomsnittet i 30 prøver pH 5,42. I et ukalket Yndesdalsvassdrag ville man dermed i dag regelmessig ha sett pH-verdier rundt 5,5 på det som nå er kalket strekning. Nivået av labil aluminium ville antakelig ha ligget mellom 10-20 µg/l, med maksimalverdier på over 30 µg/l (**Figur 4**).

I rapporten fra Fiskerikonsulentene i Vest-Norge (Undheim 1981) framkommer det også opplysninger om at Yndesdalsvassdraget tidligere hadde en laksebestand, men at laksefisket først hadde avtatt og at det så ikke hadde vært påvist voksen laks i vassdraget på en del år. Påfølgende ungfiskundersøkelser i Yndesdalsvassdraget (**Figur 10**), samt fangststatistikken (**Figur 11**) viste også at det omtrent ikke fantes laks i vassdraget på det tidspunkt innsjøkalking ble iverksatt (1991). Det kan regnes som sannsynlig at laks ville hatt større problemer med å reetablere seg i Yndesdalsvassdraget dersom det ikke hadde blitt satt i gang kalking der. Utviklingen i pH ville da ha gått fra et nivå på rundt 5,0 i midten av 1970-årene (**Tabell 3**) til dagens nivå på ca. 5,5 på ukalket strekning, og labil aluminium ville ha vist høyere verdier enn det en finner på kalket strekning nå (**Figur 4**). For laksesmolt ville dermed vannkvaliteten mht. pH og labil aluminium i dag regelmessig ligget i tilstandsklasse «Dårlig» uten kalkingen (**Tabell 2**).

Det har vært framholdt at det er en årsakssammenheng mellom redusert mengde ungfisk av sjøaure i Yndesdalsvassdraget og det at laksen etter kalking reetablerte seg der i løpet av 1990-tallet (Miljødirektoratet 2020). Dette har vært begrunnet med at auremengden avtok samtidig som laksemengden økte, og at dette sannsynligvis skyldes at laksen utkonkurrerer auren når vannkvaliteten ellers er god nok til at den klarer seg bra i vassdraget. Reduksjon i tettheter av ungfisk av aure etter kalking og reetablering av laks har vært påvist i en rekke vassdrag på sør- og sør-vestlandet. Reduksjonen i auretetthet var i tillegg størst der laksen var helt borte før kalking/reetablering (Hesthagen m.fl. 2017). I de tre siste fiskeundersøkelsene i Yndesdalsvassdraget (2015, 2017 og 2019)

har situasjonen imidlertid vært at tettheten både av eldre aureunger og lakseunger har vært stabilt lav og forholdsvis lik mellom de to artene (i størrelsesorden 5-10 individer/100 m²) (**Figur 10**). I tillegg til dette viser fangststatistikken fra sportsfisket i vassdraget at fangstene både av laks og sjøaure har avtatt i senere år (**Figur 11**).

En sammenligning av fangster av sjøaure i sportsfisket i Yndesdalsvassdraget med fangst i alle de øvrige elvene i tidligere Hordaland fylke, der de fleste er vassdrag som ikke er kalket, viser også at utviklingen i sjøaurebestanden i Yndesdalsvassdraget i stor grad har fulgt det samme generelle mønsteret som man ser ellers i regionen (**Figur 6**). Fangstene har blitt redusert, særlig etter ca. 2005, i forhold til det nivået de lå på tidligere. Denne utviklingen er m.a.o. ikke unik for Yndesdalsvassdraget. Dette indikerer at også andre bestandsregulerende faktorer enn lokalt endrete konkurranseforhold mellom laks og sjøaure etter kalking kan være involvert. En slik faktor kan være lakselus, se kapittel 9.

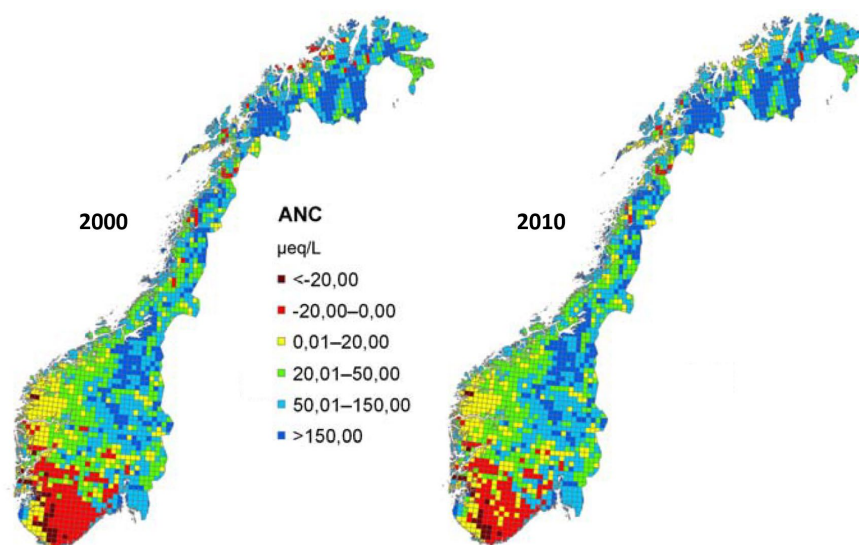


Figur 6: Antall sjøaure fanget i sportsfisket i alle andre elver med fangstregistrering i Hordaland (blå søyler, primær/venstre X-akse), og i Yndesdalsvassdraget (røde søyler, sekundær/høyre X-akse), 1993-2019. Fangstene inkluderer også gjenutsatt fisk (i Yndesdalsvassdraget f.o.m. 2010). (Data: SSB og lakseregisteret.no)

Ved beregninger av tålegrenser for å unngå skader på fiskebestander, anbefales det at kritisk-kjemisk ANC-verdi settes til 30 $\mu\text{ekv/l}$ (Hesthagen m.fl. 2003). I et NIVA-notat fra 2010 om forsuring og kalkbehov i Yndesdalsvassdraget, ble det påpekt at ANC i 2003 var kommet opp til 0 $\mu\text{ekv/l}$ i den ukalkede Botnabekken i Yndesdalsvassdraget, og at verdien ville ligge nær 5 $\mu\text{ekv/l}$ fram til 2050. Det ble også beregnet at et ukalket Yndesdalsvatn og Ostavatn ville få om lag samme ANC som dette innen 2050. NIVA påpekte samtidig at usikkerhetene i disse beregningene var forholdsvis store, fordi magnesium brukes aktivt i beregningene av "ukalket" ANC, og fordi magnesium tilføres vassdragets nedbørsfelt med sjøsalter og varierer en god del i konsentrasjon. Men selv med store feilmarginer, ville det likevel være stor avstand fra ca 5 $\mu\text{ekv ANC/l}$ og opp til den kritiske grense på ca 30 $\mu\text{ekv ANC/l}$ (Hindar 2010).

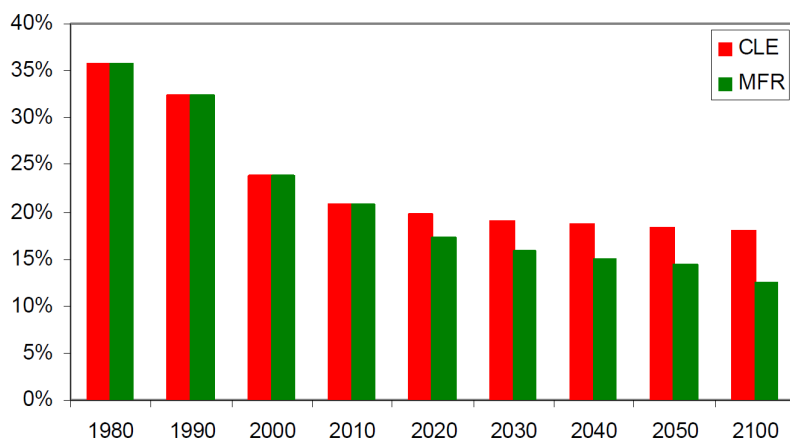
Beregninger NIVA gjorde i 2008 viste det det samme bildet (**Figur 7**). Det var ingen vesentlige endringer mellom målte og ekstrapolerte ANC-verdier for 2000 og de som ble beregnet med MAGIC-modellen

for 2010 på Vestlandet. MAGIC-modellen er en dynamisk forsøringsmodell, som i tillegg til svovel- og nitrogendeposisjon, også tar hensyn til prosesser i jord (utbyttbart lager av kationer i jordsmonnet). Det er kjent at det tar tid før basemetningen i jordsmonnet innstiller seg til nye nivåer når påvirkningen fra sur nedbør endrer seg (Hindar 2010).



Figur 7: Målte og ekstrapolerte ANC-verdier for 2000, og ANC beregnet med MAGIC-modellen for 2010 på Vestlandet. (Etter Hindar 2010).

Figur 8 viser at endringen i forsuret areal blir svært liten fra 2010 og fram til 2100 hvis ikke ytterligere reduksjoner i sur nedbør skjer etter 2010 (røde stolper). Grønne stolper viser imidlertid at det er en del å hente på å bruke best tilgjengelig teknologi, noe som NIVA i 2010 ikke vurderte som realistisk ut fra situasjonen da. Forsøringskriterium her er at sannsynlighet for skade på aure er mindre enn 2,5%.



Figur 8: Endring i forsuret areal på Vestlandet, 1980-2010. (Etter Hindar 2010).
 CLE/røde søyler = forventet utvikling som resultat av gjeldende lovgivning i 2010.
 MFR/grønne søyler = forventet utvikling ved bruk av best tilgjengelig teknologi.

Beregningene som ble gjort for Yndesdalsvassdraget i 2004 (Bjerknes m.fl. 2004) og nyere beregninger, viser at vannkvaliteten for laks vil være for dårlig uten kalking i flere tiår framover. Den vannkvaliteten

vassdraget hadde i 2010 vil ikke bedres særlig, og det er de årlige variasjonene i vannføring som vil styre kalkforbruket (Hindar 2010).

Basert på kalkforbruk fram til 2009 og prognosene for ANC for årene framover, antok NIVA i 2010 at kalkbehovet i Yndesdalsvassdraget over tid ville ligge nær og etter hvert noe under 975 tonn/år. Her var det forutsatt at registrert kalkforbruk sto i forhold til de vannkvalitetsmålene som ble satt for vassdraget. Et normalisert kalkbehov som kom ned mot 850-900 tonn i 2030-2050, ble vurdert som en endring som ville være ubetydelig i forhold til den variasjonen i kalkforbruk som ville være et resultat av årlig variasjon i avrenning / vannføring.

Kalkforbruket pr. år i Yndesdalsvassdraget for perioden 2010-2019 har variert mellom 1325 tonn (2011) og 560 tonn (2018). Gjennomsnittlig forbruk for perioden var 870 tonn kalk pr. år (Miljødirektoratet, 2020). Sett i forhold til det framtidige kalkbehovet som NIVA stipulerte i notatet fra 2010, indikerer dette at NIVAs prognoser for Yndesdalsvassdragets framtidige vannkjemi og forsyningssituasjon, samt den relativt store mellomårsvariasjonen, har vært svært presise.

Yndesdalsvatnet har vært ukalket referanse i vassdraget siden 2005. Her var gjennomsnittlig pH i 2019 i underkant av 5,6. Dette er på nivå med det som er målt siden 2005. Gjennomsnittsnivåene av labil aluminium (LAI) har siden 2004 hatt noe variasjon, og har samlet sett hatt en svak stigning i denne perioden. Siden 2005 har maksimumsverdier gjennom året variert mellom 15 og 34 µg/l for LAI. I 2019 var gjennomsnittlig ANC -11 µekv/l. Dette er det laveste som har blitt registrert i referanseperioden. I den ukalkede Botnabekken, som renner inn i hovedvassdraget ca. 3,5 km nedstrøms utløpet fra Yndesdalsvatnet, var gjennomsnittlig pH 5,2 og gjennomsnittlig ANC -16 µekv/l i 2019. Utløpet av Sleirevatnet ligger på kalket strekning i nedre del av vassdraget. Her var gjennomsnittlig pH 6,4 i 2019. Dette er på nivå med gjennomsnittet siden 2003. Gjennomsnittlig ANC var her 36 µekv/l (**Figur 4**)(Miljødirektoratet, 2020).

Samlet tyder dette på at dersom kalking av Yndesdalsvassdraget skulle bli avsluttet nå, ville man på anadrom strekning få en situasjon med pH i området 5,5 og med ANC-verdier rundt 0 eller lavere. Verdier for labil aluminium (LAI) ville antakelig ligge nær det som har vært målt i utløpet av Yndesdalsvatnet, der årlige maksimumsverdier for LAI i perioden 2005-2017 har vært 15-35 µg/l. For parametrene ANC og LAI ville dette medføre at vannkvaliteten for laksesmolt på anadrom strekning ble klassifisert som hhv. Svært dårlig (ANC) og Moderat til Dårlig (LAI). (Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018). Det er sannsynlig at en slik reduksjon i vannkvalitet ville gi mer ugunstige livsvilkår for fisk og særlig for laksesmolt i Yndesdalsvassdraget.

Lavere pH og høyere LAI ville også kunne resultere i forhøyete verdier av gjelle-aluminium hos utvandrende smolt om våren, som kan medføre redusert smoltkvalitet og sjøoverlevelse (Kroglund m.fl. 2007). Det er vist i forsøk at forsurende episoder som medfører forhøyet gjelle-Al hos laksesmolt gir økt dødelighet når disse fiskene kommer i sjøvann og får påslag av lakselus, i forhold til smolt som har lavere/normal gjelle-Al (Finstad m.fl. 2012). Mengden lakselus i fjordområdet utenfor Frøyset tilsier at dette ville kunne være en relevant problemstilling for smolt som går ut fra Yndesdalsvassdraget hvis kalking ble avsluttet. Lakselussituasjonen er diskutert i kapittel 9 nedenfor.

5.0 Oppvandring/fisketrapp og gyteforhold

I 2012 gjennomførte LFI (Uni Miljø) en kartlegging av anadrom strekning i Yndesdalsvassdraget med særlig fokus på gyteforhold og muligheter for utbedring av disse (Gabrielsen m.fl. 2012). Det ble også gjort en vurdering av fisketrappen som ligger ca. 1 km ovenfor vassdragets utløp i sjøen, med tanke på behov for utbedringer.

5.1 Fisketrappen

Trappen er liten, men vurderes som passerbar for voksen laks og sjøaure ut fra de hydrauliske rammebetingelser. Turbulensen er høy med 300-400 W/m³ men ikke umulig for fisk å passere. For mindre fisk derimot, kan den virke som et vandringshinder. Inngangen er vanskelig å finne siden lokkestrømmen er knapt merkbar. Årsaken er at vannføringen i trappen er forholdsvis lav. Ledevinger som sørger for en attraktiv lokkestrøm mangler. Fisken må trolig lete mye for å finne inngangen og vil først prøve seg i andre strømmer i fossen mot demningen. Dette kan føre til en forsinket oppvandring og unødvendige skader og energitap hos fisken. Biologisk sett forventes liten negativ effekt av dette, men for sportsfisket derimot kan det ha konsekvenser, særlig når ugunstig vannføring sørger for dårlige betingelser i trappen slik at fiskene fordeler seg skjevt i vassdraget.

Forslag til rehabilitering av fisketrappen

Det bør vurderes om demning/vandringshinder kan reduseres eller fjernes. Mange eksempler har vist at dette gir de beste vandringsmuligheter for fisk. Endringer i vannstand kan måles opp og beregnes i forkant. Uønskete effekter av vannstandsending kan unngås vha. justert senkning, om nødvendig. Dersom demningen skal opprettholdes, bør det bygges en ny trapp som er større, og som har bedre inngang. Dette vil gi en større vannføring i trappen og bedre lokkevirkning på fisken. For å redusere eventuelle forsinkelser i oppvandringen og i tillegg sørge for at yngre årsklasser av fisk lettere kan benytte trappen, anbefales det å velge en «spaltetrapp» istedenfor en kulpetrapp. Skulle dagens fisketrapp opprettholdes, anbefales følgende strakstiltak for å bedre funksjonsevnen:

Bedring av lokkestrøm

Vannføringen i trappen bør økes slik at utsparingene er fulle med vann (50 cm) og slik at trappen oppnår den vannføringen den er dimensjonert for. Dette vil øke vannføringen fra 220 til 310 l/s (+ 40 %) og vil øke lokkeeffekten inn i trappen. Sannsynligvis kan økningen oppnås med å heve veggen i det øverste bassenget med 20 cm. Da vil ikke vannet renne ut av trappen i øvre del. Deretter kan vannføringen finjusteres med bjelkestengselet i innløpet. Dessuten bør det monteres en ledevinge ved trappens utløp som skjermer inngangen mot strømmen fra fossen og tillater en tydeligere lokkestrøm fra trappen. Det anbefales i utgangspunktet å benytte stålarmert betong som konstruksjonsmateriale ved heving av vegg og bygging av ledevinge. I lignende situasjoner er det også gode erfaringer med å bolte fast bjelker. Dette er ofte enklere og rimeligere, men det er samtidig mer utsatt for skader grunnet høy vannføring, isgang og steinslag. I tillegg kan en vurdere å lede mer vann fra fossen og inn mot trappens inngang, slik at lokkestrømmen økes.

Rensing av bassengene og betongtilstand

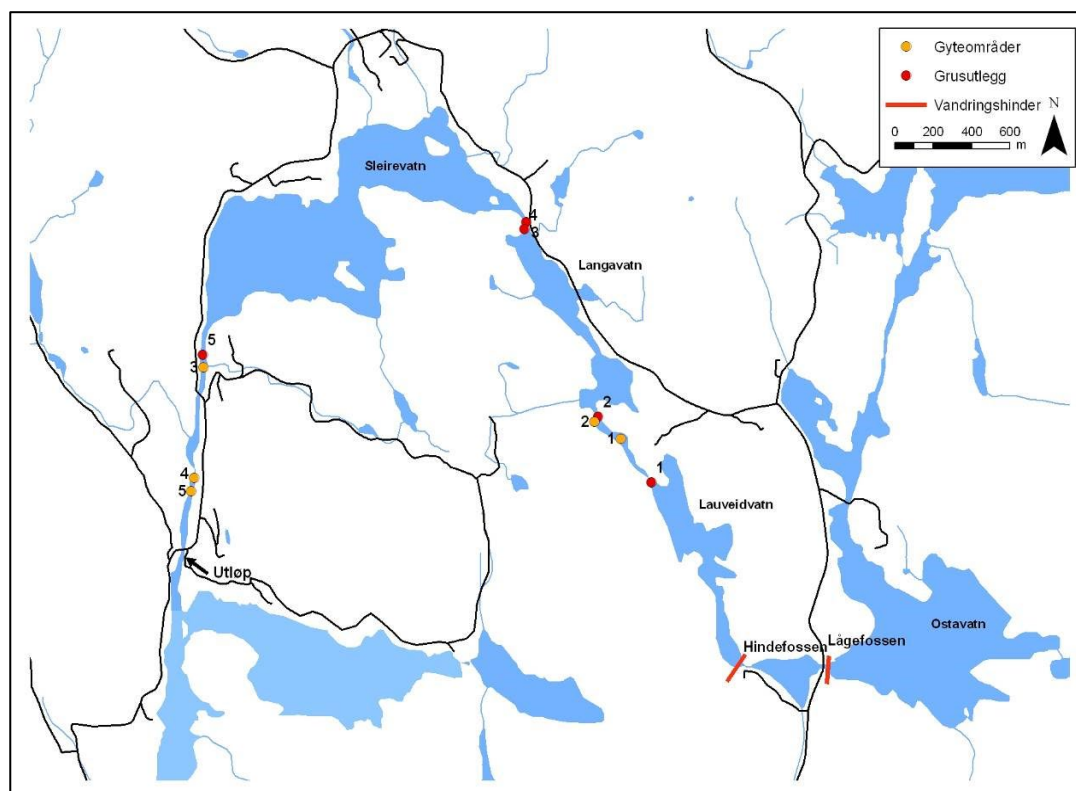
Grus, stein og drivgods bør fjernes regelmessig fra trappen slik at kulpene opprettholder det vanddypet den er dimensjonert for. Tilstanden til betongen bør følges opp. Det må regnes med fortløpende vedlikehold og reparasjoner for å unngå kollaps av vegger.

Kamera ved fisketrappen

Dette tiltaket ble anbefalt i Gabrielsen 2012. Den 28.06.2020 ble det med økonomisk bidrag fra Fylkesmannen i Vestland installert et undervannskamera ved utgangen fra trappen ovenfor dammen. Foreløpige analyser av video fra kameraet har vist at både laks og sjøaure benytter trappen, også ganske små sjøaure. Det er imidlertid, pr. september 2020, uavklart hvor mange fisk som passerer kameraet uten å bli detektert, og hvor mange fisk som evt. klarer å passere ved å hoppe direkte over dammen uten å gå opp trappen. En eventuell oppgradering av fisketrappen gir samtidig anledning til å integrere et kamerasystem og antenner for registrering av elektroniske fiskemerker ("PIT"-merker) som mer effektivt vil registrere oppvandrende fisk. Dette vil være til stor nytte for å følge utviklingen i antall og størrelse av laks og sjøaure som vandrer opp i Frøysetvassdraget.

5.2 Gyteforhold på lakseførende strekning

Det viktigste gyteområdet i Yndesdalsvassdraget ligger rett nedstrøms utløpet av Sleirevatn (**Figur 8**, gult gyteområde nr. 3). Dette gyteområdet er ca. 1 200 m² stort. Oppstrøms Sleirevatn er det bare registrert to gyteområder, hvorav det ene antakelig er lite egnet grunnet lav vannhastighet. Det er registrert i alt fem områder som kan være egnet til å legge ut ny gytegrus på. Fire av disse ligger oppstrøms Sleirevatn. Spesielt utløpet av Langavatn vurderes som en meget god lokalitet, og her kan det trolig etableres to nye gyteområder som vil øke gytearealet med til sammen 400-500 m². I tillegg kan gyteområdet rett nedstrøms Sleirevatn forlenges ved å tilføre ny gytegrus slik at dette økes med 500 m². Det er generelt svært gode erfaringer med tilsvarende grusutlegg på utløp av innsjøer fra andre vassdrag. Grusen er mindre utsatt for utspyling på slike lokaliteter, og utløpene gir et differensiert tilbud med hensyn på variasjon i vanddyb og vannhastighet. Basert på undersøkelsen utført i Yndesdalsvassdraget, vil grusutlegg være et aktuelt tiltak for å øke fiskeproduksjonen. Spesielt nyttig vil det være å legge ut gytegrus på utløpet av Langavatn. I tillegg anbefales det å prøve ut et begrenset utlegg på utløpet av Lauveidvatn, som er helt i øvre del av lakseførende strekning. Det er tidligere funnet at lakseunger benytter innsjøområder i Yndesdalsvassdraget som oppvekstarealer. Undersøkelsene viste at det ble påvist ungfisk av laks i samtlige av tre undersøkte innsjøer på anadrom strekning. Innsjøene utgjør et relativt stort areal av den anadrome strekningen i Yndesdalsvassdraget, og det er derfor trolig at laks som vokser opp i innsjøene gir et betydelig bidrag til den totale smoltproduksjonen (Barlaup og Gabrielsen, I Direktoratet for naturforvaltning 2002)

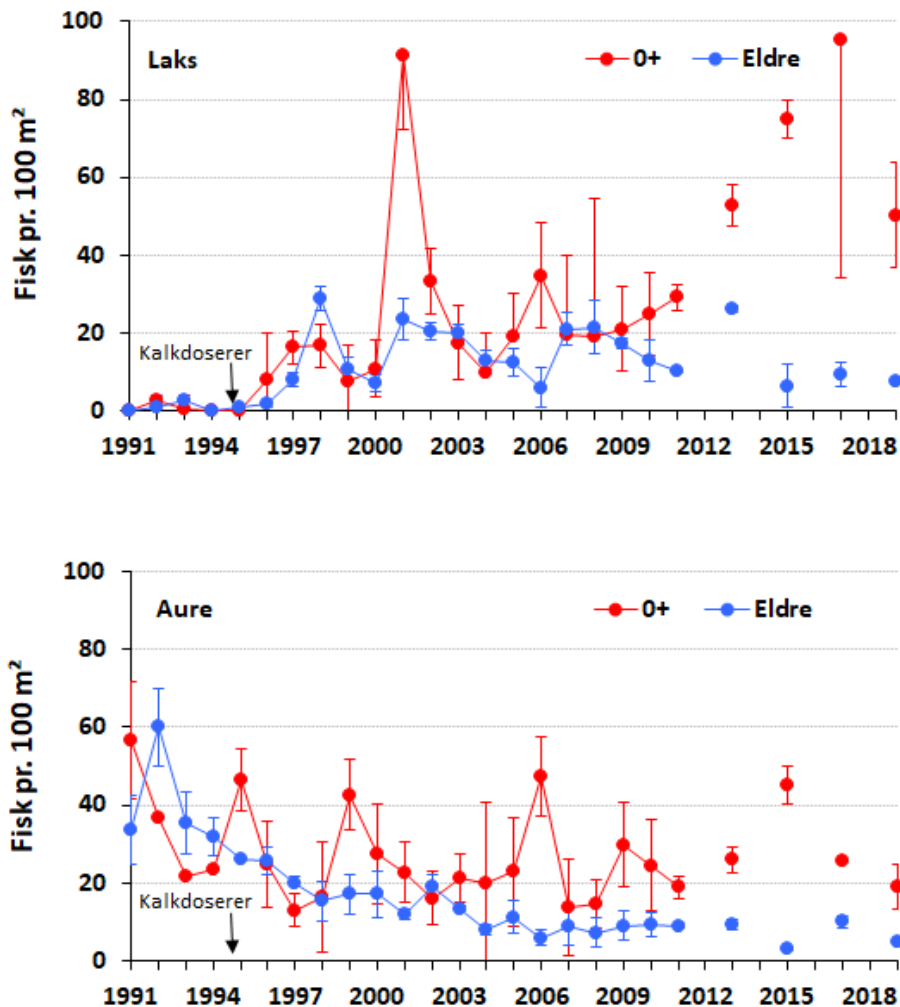


Figur 9: Registrerte gyteområder, og områder som anses som egnet for utlegging av gytegrus i Yndesdalsvassdraget våren 2012. Det ble i tillegg registrert flekkvis fordelte gytearealer, særlig i nedre del av vassdraget (Gabrielsen m.fl. 2012).

6.0 Ungfisk

Utviklingen i ungfiskmengde i Frøysetvassdraget (**Figur 10**) viser at laksen etter dosererkalking f.o.m. 1994 responderte raskt i form av økende tetthet av lakseunger i elven. Fra og med 1997 har tettheten av eldre lakseunger (> 0+) ut fra el-fiskeresultater blitt estimert til å ligge rundt 10-20 individer pr. 100 m². Før 1997 var tettheten vesentlig lavere. Det kan også se ut til at det har vært registrert litt lavere tetthet av eldre lakseunger ved undersøkelsene i 2015, 2017 og 2019 enn i de fleste årene i perioden 2000-2013. Samlet sett viser resultatene fra ungfiskregistreringene at en som følge av kalkingen har lykket med målet om å reetablere en stabilt selvreproduserende laksebestand i vassdraget.

Aurebestanden har hatt en annen utvikling enn laksen. Tettheten av eldre aureunger var relativt høy i Yndesdalsvassdraget allerede før kalkdosereren ble startet opp høsten 1994, dvs. mens eneste kalktilførsel var innsjøkalking i Yndesdalsvatnet. I perioden fra begynnelsen av 1990-tallet og fram til 2006 ses en tydelig, gradvis reduksjon i tetthet av eldre aureunger, fra nivåer på inntil 30-60 fisk pr. 100 m² ned til i underkant av 10 fisk pr. 100 m². Nivået registrert i 2019 ser ut til å ha stabilisert seg på i størrelsesorden 5-10 eldre ungfisk av aure pr. 100 m². Dette representerer ca. en fjerdedel av den tettheten som ble observert før kalkdosereren ble satt i drift.

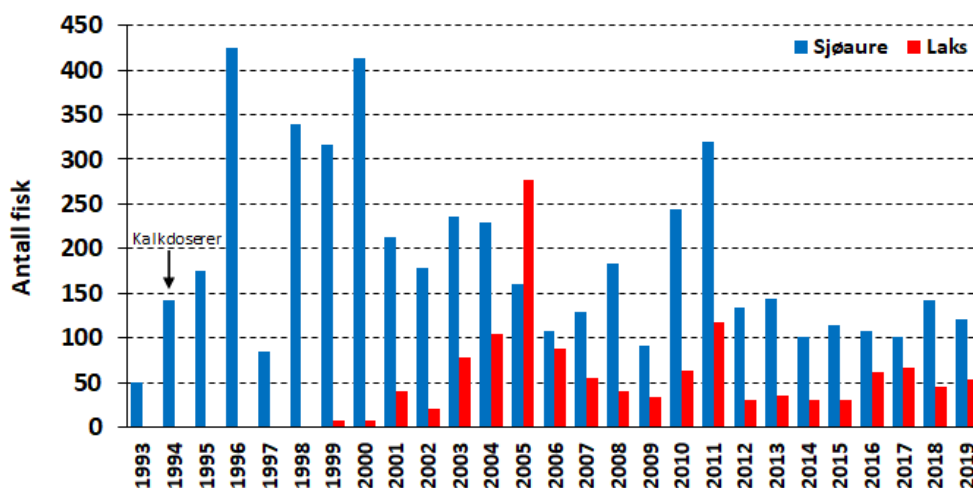


Figur 10: Tetthet av ungfisk av laks og aure i Frøysetvassdraget fra 1991 til 2019. Etter 2011 har tettheten vært undersøkt annethvert år. (Etter Miljødirektoratet 2020)

7.0 Fangst av laks og sjøaure

Fylkesmennenes miljøvern avdelinger overtok i 1993 ansvaret for innsamling av fangststatistikk for anadrome laksefisk på nasjonalt nivå. Systemet for fangstrapportering ble i løpet av noen påfølgende år innskjerpet og forbedret, og det ble sannsynligvis mange steder også fulgt bedre opp lokalt enn det hadde vært tidligere. Dette medførte at fangststatistikken kan sies å gi et mer korrekt bilde av beskatning og bestandssituasjon de siste ca. 25 år enn det som var den generelle situasjonen fram til begynnelsen/midten av 1990-tallet. Fangstene av laks i Yndesdalsvassdraget begynte å øke fra og med fem år etter at kalking med doserer ble iverksatt (Figur 11). Dette stemmer godt overens med lengden på en laksegenerasjon, der ungfisken gjerne smoltfiserer etter to til fire år i elven, og returnerer som voksen laks etter ett til tre år i havet. Fangstene av laks fikk en markert topp i 2005 (277 fisk) etter flere år med økende fangster, men har senere falt ned på et langt lavere nivå. Gjennomsnittsfangsten for perioden 2006-2019 var 54 laks årlig.

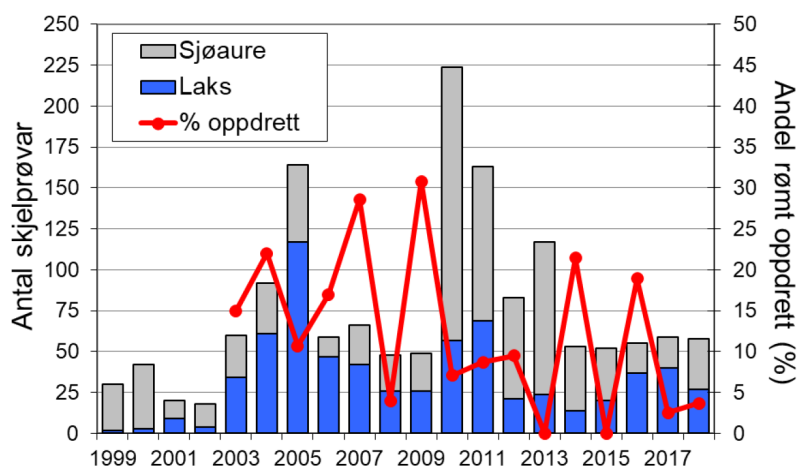
Som indikert i **Figur 11**, ble fangstene av sjøaure i Yndesdalsvassdraget redusert mye f.o.m. 2006 i forhold til det som var situasjonen i perioden 1993-2005. Unntakene er årene 2010 og 2011 som forbigående ga høyere fangster. Gjennomsnittlig fangst i antall fisk pr. år var 228 i perioden 1993-2005. I perioden 2005-2019 var årlig gjennomsnittsfangst 146 fisk. Dette representerer en nedgang på nær 40 % i forhold til 1993-2005, til tross for de noe bedre årene 2010 og 2011.



Figur 11: Antall sjøaure og laks fanget i sportsfisket i Yndesdalsvassdraget, 1993-2019. Fangstene inkluderer f.o.m. 2010 også gjenutsatt fisk. (Kilde: lakseregisteret.no)

8.0 Innslag av oppdrettslaks

I perioden 2003-2018 ble det analysert skjellprøver fra 680 laks fanget i Yndesdalsvassdraget (Urdal, 2019). Innslaget av oppdrettslaks varierte på årlig basis mellom 0 og 31 %, med et gjennomsnitt for perioden på rundt 12 % (basert på visuell avlesning av verdier fra **Figur 12**). I 2013 og 2015 ble det ikke funnet oppdrettslaks i skjellmaterialet.



Figur 12: Antall skjellprøver av sjøaure og laks fra sportsfiske i Frøyssetelva (Yndesdalsvassdraget) 1999-2018, og andel rømt oppdrettslaks (%) i skjellmaterialet. (Fra Urdal, 2019)

9.0 Lakselusundersøkelser i NALO-programmet

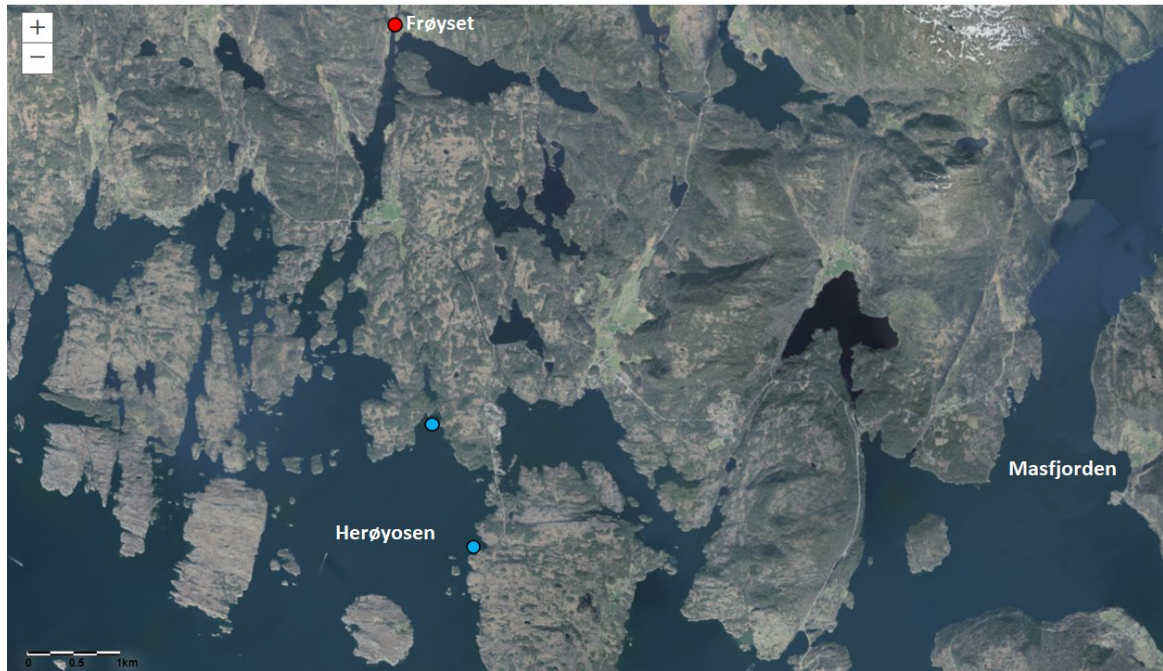
Havforskningsinstituttet har på oppdrag fra Mattilsynet og Nærings- og fiskeridepartementet fått ansvaret for å koordinere overvåking, forskning og rådgivning vedrørende lakselusinfestasjon på vill laksefisk langs norskekysten (NALO-programmet). Dette gjøres for å skaffe datagrunnlag til rådgivning i forbindelse med vurdering av bærekraft for havbruksnæringen (produksjonssoneforskriften), for å evaluere effekten av forvaltningstiltak som nasjonale laksefjorder og andre relevante problemstillinger, i forbindelse med lakselus på vill laksefisk. Den nasjonale overvåkingen av lakselus på laksefisk utføres pr. 2020 langs norskekysten fra sør-østlandet og opp til Finnmark.

Overvåkingsprogrammet for lakselus på vill laksefisk følger opp anbefalingene i rapporten "Forslag til førstegenerasjons målemetoder for miljøeffekt (effektindikatorer) med hensyn til genetisk påvirkning fra oppdrettslaks til villaks, og påvirkning av lakselus fra oppdrett på viltlevende laksefiskbestander" (Taranger mfl., 2012). Denne publikasjonen presenterer bl.a. en indeks for lakselusrisiko, som tar sikte på å estimere økt dødelighet grunnet lakselusinfeksjon. Den baserer seg på antakelsen om at små postsmolt av laksefisk (individer med kroppsvekt < 150 g) i naturen vil ha 100 % luserelatert marin dødelighet, -eller i sjøaurens tilfelle at den antakelig vil returnere prematurt til ferskvann, hvis et individ har et infeksjonsnivå av lus som overskrider 0,3 lus pr gram fiskevekt. For lavere infeksjonsnivåer er det antatt hhv. 50, 20 og 0 % dødelighet for infeksjonsnivåer på 0.2-0.3, 0.1-0.2 og < 0.1 lus pr gram fiskevekt.

Herøyosen er et fjordområde som ligger 5 km sør for utløpet av Yndesdalsvassdraget (**Figur 13**). Vandringsveien for auren fra elv og ut til Herøyosen er m.a.o. relativt kort. Den går gjennom smale sund forbi Risnes, og deretter til Dragøyosen og Herøyosen. NORCE LFI har siden 2015 vært engasjert av Havforskningsinstituttet for å undersøke nivåene av lakselus på sjøaure i Herøyosen, i regi av NALO-programmet. Undersøkelsene har foregått i mai og juni, som korresponderer med perioden for smoltutvandring fra de fleste vassdrag med sjøaure og laks. Fisken fanges i storruser. Dette flytende fangstredskapet har mye til felles med kilenot, både i størrelse og virkemåte. Det benyttes et ca. 50 m langt ledegarn som er festet i land, og som styrer fisken inn i en ruseformet fangstenhet. Maskevidden i fangstenheten er liten, slik at også nyutvandret smolt på 14-15 cm fanges. I 2020 ble det fanget en aure i storruse i Herøyosen som tidligere var merket i Bolstadfjorden i Vaksdal kommune. Dette indikerer at aure fra flere vassdrag benytter Herøyosen som leveområde i sjø.

Resultatene fra undersøkelsene 2015-2020 har vist høye påslag av lakselus på sjøaure i dette fjordområdet (Nilsen m.fl. 2015-2020). Nesten all sjøaure som har blitt fanget i NALO-programmet i Herøyosen har hatt lus. Dette gjelder også de aller minste fiskene som bare er 14-15 cm lange, og som har vært nyutvandret smolt. Nivåene av luseinfeksjon på smolt/postsmolt med kroppsvekt under 150 g, som er presentert i høyre kolonne i **Tabell 4** (kolonneoverskrift: < 150 g lus/g), sammenholdt med grenseverdier for lusepåslag og nivå av dødelighet nevnt ovenfor, viser at det i alle årene med undersøkelser har vært kritisk høye verdier både for gjennomsnittsnivået av luseinfeksjon og for andelen fisk som hadde over 0,3 lus/g (mellom 56 og 87 % av smolt/postsmolt i perioden 2015-2020). Dette indikerer at lakselus hvert år f.o.m. 2015 antakelig har forårsaket forhøyet dødelighet hos utvandrende smolt av laksefisk, og sannsynligvis prematur tilbakevandring hos sjøaure som har oppholdt seg i Herøyosen vår og forsommer. Den 15.06.2020 gjennomførte NORCE LFI snorkeldyking som en kort befarig i nedre del av Yndesdalsvassdraget, ned til broen i Frøyset. Det ble her observert flere hundre forholdsvis små sjøaure som sto i brakkvanssonen. Mange av disse hadde karakteristiske,

svarte pigmentflekker i huden som er en typisk indikasjon på lakseluspåslag. Det ble også tidlig i juli 2020 observert sjøaure med lakselus i video-opptak fra overvåkingskameraet (se pkt. 5) som er lokalisert ved fisketrappen ca. 1 km ovenfor vassdragsutløpet. Det regnes derfor som sannsynlig at i hvert fall en del av aurene som ble observert var prematurt tilbakevandret fisk som har kommet inn til elveutløpet ved Frøyset via Herøyosen og evt. andre fjordområder for å avluse seg i ferskvann.



Figur 13: Utløpet av Yndesdalsvassdraget ved Frøyset (rødt punkt), og lokalisering av storruser i Herøyosen i forbindelse med lakselusovervåking i NALO-programmet (blå punkter). Avstand mellom Frøyset og Herøyosen målt i sjø er 5 km. (Foto: norgebilder.no)

Tabell 4: Lakseluspåslag på sjøaure fanget i storruser* i Herøyosen** i årene 2015-2020.

Prevalens = prosentandel av fisken som hadde lakselus. Intensitet = antall lus pr. fisk hos fiskene som hadde lus. % > 0,1 lus/g = prosentandel av fisken som hadde over 0,1 lus pr. gram kroppsvekt. Det er antatt at redusert overlevelse begynner å inntreffe hos fisk som har mer enn 0,1 lus pr. gram kroppsvekt. < 150 g lus/g*** = gjennomsnittlig antall lus pr. gram kroppsvekt for fisk med vekt under 150 g, hvor n = antall fisk og prosentverdien nederst viser andelen fisk som hadde over 0,3 lus pr. gram kroppsvekt. Det er antatt at postsmolt som veier under 150 gram og som har over 0,3 lus pr. gram kroppsvekt vil ha 100 % sannsynlighet for å dø eller vil få prematur tilbakevandring til ferskvann (Taranger m.fl., 2012). Verdier oppgitt i klammeparentes er 95 % konfidensintervall. (Data: Havforskningsinstituttet og NORCE LFI).

År	Uke nr	n	Prevalens [95%KI]	Intensitet [95%KI]	% > 0,1lus/g [95%KI]	< 150 g lus/g [95%KI]
2015	22-24	70	73 [61-82]	18 [12-28]	19 [11-29]	0,34 [0,23-0,45]
	26-27	71	94 [86-98]	21 [18-26]	58 [46-69]	(n=16) (56 % > 0,3 lus/g)
2016	22-23	83	99 [93-100]	27 [22-38]	69 [58-78]	0,61 [0,52-0,70]
	25	88	100 [96-100]	66 [56-81]	94 [87-98]	(n=95) (65 % > 0,3 lus/g)
2017	21	60	95 [86-98]	67 [38-142]	70 [57-80]	1,13 [0,97-1,28]
	22	82	100 [96-100]	89 [78-101]	100 [96-100]	(n=166)
	23	63	100 [94-100]	46 [39-55]	97 [89-99]	(74 % > 0,3 lus/g)
2018	21-22	96	99 [94-100]	61 [52-71]	81 [72-88]	0,80 [0,69-0,91]
	24-25	113	100 [97-100]	53 [46-62]	90 [83-94]	(n=129) (79 % > 0,3 lus/g)
2019	21	83	100 [96-100]	61 [51-76]	96 [90-99]	1,11 [0,99-1,23]
	22	79	100 [95-100]	73 [61-86]	99 [93-100]	(n=186)
	23	66	100 [94-100]	88 [76-101]	95 [87-98]	(87 % > 0,3 lus/g)
2020	21	88	100 [96-100]	48 [39-64]	78 [69-86]	0,58 [0,52-0,64]
	22	62	97 [89-99]	42 [32-60]	71 [59-81]	(n=262)
	23	68	100 [95-100]	65 [54-80]	88 [78-94]	(63 % > 0,3 lus/g)
	24	137	100 [97-100]	57 [51-64]	98 [94-99]	

*Data fra 2015 og 2016 inkluderer også garnfanget fisk. **Data fra 2015 inkluderer også fisk fanget ved Vabø i Austfjorden (tvers overfor Herøyosen). ***Kun rusefanget fisk fra Herøyosen, (tall sammenlignbare mellom de ulike år.)

10.0 Vitenskapsrådets vurderinger av bestandstilstand

I 2018 ga Vitenskapelig råd for lakseforvaltning ut en rapport som klassifiserte tilstand i 448 norske laksebestander, basert på opplysninger/data fra perioden 2010-2014 (Anon 2018). Tilstandsklassifiseringen var bl.a. basert på negative virkninger av menneskeskapte påvirkningsfaktorer. Den største negative påvirkningsfaktoren ut fra antallet bestander som var berørt av den, og uavhengig av størrelsen på effekten, ble funnet å være rømt oppdrettslaks. Deretter fulgte lakselus, vannkraftreguleringer og arealinngrep. Ut fra størrelsen på effekten i form av reduksjon av bestandsstørrelse, hadde lakselus størst negativ effekt, etterfulgt av rømt oppdrettslaks.

Laksebestanden i Yndesdalsvassdraget (kalt "Frøyset" i rapporten) kom for disse fire påvirkningsfaktorene ut med tilstand "Dårlig" (2/orange) for lakselus og rømt oppdrettslaks, og tilstand "God" (0/grønn) for vannkraftreguleringer og arealinngrep. I tillegg ble det klassifisert tilstand

"Moderat" (1/gul) mht. effekt av forsurening. Genetisk integritet, på basis av genetiske analyser, ble satt til "Moderat". Også Fareklasse ble satt til "Moderat", dvs. at det vurderes å være moderat fare for en forverring av bestandstilstanden. Bestandsstatus for laks, vurdert av Vitenskapsrådet, er oppsummert i **Tabell 5**. Ytterligere informasjon om bestand og fiskeforhold finnes på Vitenskapsrådets nettsider.

Tilstanden for 430 norske sjøaurebestander ble klassifisert av Vitenskapsrådet i en rapport fra 2019 (Anon 2019). På landsbasis ble lakselus klassifisert som den klart største negative påvirkningen på sjøørret, både ut fra hvor mange bestander som var rammet og ut fra hvor stor negativ effekt lakselus ble vurdert til å ha på bestandsstørrelsene. Vannkraftregulering, landbruk og samferdsel hadde også en stor negativ effekt på mange bestander.

Sjøauren i Yndesdalsvassdraget kom her ved samlet vurdering av bestandstilstand ut med resultatet "Dårlig" (orange). Hovedårsaken til dette resultatet er at sjøauren i vurderingen av menneskeskapte påvirkningsfaktorer fikk klassifiseringen "Stor effekt på bestandsstørrelse" (3/rød) for parameteren Lakselus. Det er registrert sterkt reduserte fangster til tross for økt gjenutsetting i sportsfisket fra og med 2010. Luseindeks (indeks utarbeidet av Veterinærinstituttet som angir relativ forekomst av lakselus i sjøområdene som bestandene benytter) ble oppgitt til 14,74 for sjøområdet utenfor Yndesdalsvassdraget. Dette er en svært høy verdi, som er blant de høyeste i landet. Det er stort sett bare områder i Sunnhordland og Hardanger som har like høy eller høyere luseindeks. Det var også anført "Liten effekt" (1/gul) av påvirkningene Samferdsel, Forsuring og Fangstpåvirkning.

Tabell 5: Bestandsstatus for laks i Yndesdalsvassdraget, 2010-2014 (Anon 2018).

Gytebestandsmål (kg hunner):	169 (126-211)
Naturlig bestandsstørrelse:	Middels stor
Kvalitet etter kvalitetsnorm (2010-2014):	Moderat
Gytebestandsmål og høstbart overskudd:	Moderat
Genetisk integritet:	Moderat
Gj.snitt sannsynlighet for oppnåelse av gytebestandsmål siste fire år:	90 %
Gj.snitt prosentvis oppnåelse siste fire år:	98 %
Høstbart overskudd siste fem år:	70 % av normalt
Totalbeskatning 2019 (% , på vektbasis):	35 %
Overbeskatning 2019 (% av gytebestandsmål, på vektbasis):	Ingen, 0%

11.0 Konklusjoner og tiltak

Kalkingen av Yndesdalsvassdraget med kalkdoserer har ført til reetablering av en selvreproduserende og høstbar laksebestand. Effektkontrollen indikerer at vannkvaliteten gir gode livsvilkår for forsuringsfølsomme organismer som laks og døgnfluen *Baetis rhodani*. Basert på dette, ser det ikke ut til å være behov for justering av kalkingsstrategi. Vitenskapsrådet konkluderer også med at oppnåelsen av gytebestandsmålet for laks har vært tilfredsstillende. Utviklingen i sjøaurebestanden har imidlertid vært negativ siden 1990-årene. Både fangster i sportsfisket og ungfisktetthet har over tid blitt redusert. Det er likevel en generell usikkerhet knyttet til bestandene av laks og sjøaure mht. størrelsesfordeling

og antall. Gytefisketelling har for eksempel ikke blitt systematisk gjennomført. Dette har sammenheng med at vannet i Yndesdalsvassdraget ofte er sterkt brunfarget av humus, slik at det ikke alltid vil være mulig å få til en pålitelig telling. I tillegg har vassdraget stort innsjøareal på lakseførende strekning, som gjør at fisken er vanskelig å observere utenom akkurat i den tiden den har stilt seg opp på gyteplasser i elv.

Etter Vitenskapsrådets vurdering er de viktigste truslene mot laksen og sjøauren lakselus og rømt oppdrettslaks. Innslaget av rømt oppdrettslaks, basert på skjellprøver fra sportsfisket, har vært såpass høyt at genetisk integritet for laksebestanden bare er vurdert til moderat. Overvåkingen av lakselus på sjøaure i Herøyosen har vist til dels ekstremt høye nivåer av luseinfeksjon. Dette medfører høyst sannsynlig både økt dødelighet og prematur tilbakevandring hos sjøaure. Omfanget vil være avhengig av hvor stor andel av bestanden som vandrer ut til Herøyosen-området. En må også forvente negativ effekt av lakselus, dvs. økt dødelighet, på utvandrende laksesmolt. Det er dermed høyst sannsynlig at både sjøaure- og laksebestanden i Yndesdalsvassdraget er negativt påvirket av lusesituasjonen.

Det eneste virkelig store gyteområdet på lakseførende strekning i Yndesdalsvassdraget ligger rett nedstrøms utløpet av Sleirevatnet. Dersom fisken hadde hatt tilgang på mer gyteareal enn den har i dag, ville den kunne fordele seg bedre innad i vassdraget i stedet for å måtte konkurrere om en begrenset ressurs. Utlekking av gytegrus har vært foreslått som tiltak for å øke ungfiskproduksjonen. Spesielt utløpet av Langavatnet vurderes som en meget god lokalitet. Der kan det trolig etableres to nye gyteområder som vil øke gytearealet med til sammen 400-500 m². I tillegg kan gyteområdet rett nedstrøms Sleirevatnet forlenges ved å tilføre ny gytegrus slik at dette økes med 500 m².

Det foreslås også å oppgradere fisketrappen, og da med mulighet til å installere kamera for telling av oppvandrende gytefisk. Slik vil en både kunne bedre vandringsmulighetene for alle størrelser av fisk, og en vil kunne få bedre oversikt over bestandene mht. antall, størrelsesfordeling og innslag av rømt oppdrettsfisk.

Tiltak mot lus i utvandningsruten for smolt og i beiteområder for sjøaure vil måtte håndteres gjennom forvaltning av oppdrettsnæringen. Det bør kunne forventes effekter av trafikklyssystemet når dette har fått virke en tid.

12.0 Referanser

Anon. 2018. Klassifisering av tilstand i norske laksebestander 2010-2014. Temarapport nr 6.

Anon. 2019. Klassifisering av tilstanden til 430 norske sjørretbestander. Temarapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 7.

Bjerknes, V., Wright, R., Larssen, T. og Håvardstun, J. 2004. Kalkingsplan for Yndesdal-Frøysetvassdraget basert på tålegrenseberegninger og prognoser for reduksjoner av surt nedfall. NIVA rapport nr. 4882-2004.

Direktoratet for naturforvaltning 2002. Kalking i vann og vassdrag. Resultatkontroll av større prosjekter 2001. DN-notat, juli 2002.

Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018. Veileder 02:2018 Klassifisering av miljøtilstand i vann.

Enge, E. 1992. Kalking av Frøysetvassdraget, Hordaland og Sogn og Fjordane. NOTAT, juni 1992. 6 s.

Finstad, B, F. Kroglund, P. A. Bjørn, R. Nilsen, K. Pettersen, B. O. Rosseland, H.-C. Teien, T. O. Nilsen, S. O. Stefansson, B. Salbu, P. Fiske, L. O. E. Ebbesson 2012. Salmon lice-induced mortality of Atlantic salmon postsmolts experiencing episodic acidification and recovery in freshwater. *Aquaculture* 362-363, 193-199.

Fjellheim, A. and Raddum, G.G., 1990. Acid precipitation: Biological monitoring of streams and lakes. *Sci. Tot. Env.* 96: 57-66

Gabrielsen, S.-E., Pulg, U. og Skår, B. 2012. Kartlegging av gyteareal og potensielle utleggsområder for ny gytegrus i Yndesdalsvassdraget våren 2012. Notat fra LFI Uni Miljø.

Hesthagen, T., Kristensen, T., Rosseland, B.O. og Saksgård, R. 2003. Relativ tetthet og rekruttering hos aure i innsjøer med forskjellig vannkvalitet. En analyse basert på prøvefiske med garn og vannets syrenøytraliserende kapasitet (ANC). – NINA Oppdragsmelding 806. 14 s.

Hesthagen, T., B. M. Larsen, G. Bolstad, P. Fiske og B. Jonsson 2017. Mitigation of acidified salmon rivers – effects of liming on young brown trout *Salmo trutta*. *Journal of Fish Biology* 91(5):1350-1364.

Hindar, A. 1990. Plan for kalking av Frøysetvassdraget. NOTAT, 17.10.90. 3 s.

Kroglund, F., B. O Rosseland, H. C. Teien, B. Salbu, T. Kristensen og B. Finstad 2007. Water quality limits for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) exposed to short term reductions in pH and increased aluminum simulating episodes. *Hydrology and Earth System Sciences* 12 (2), 491-507

Lehmann, G. B. og T. Wiers 2009. Fiskeundersøkelser for BKK i Kløvtveitvatnet, Austgulstølsvatnet og Transdalsvatnet i Austgulen, august 2008. LFI-rapport nr. 165.

Lehmann, G. B., B. Skår og T. Wiers 2012. Fiskeundersøkelser for BKK i Kløvtveitvatnet, Austgulstølsvatnet og Transdalsvatnet i Austgulen, september 2010. LFI-rapport nr. 197.

Lehmann, G.B. og B. Skår 2015. Fiskeundersøkelse for BKK i Indre Kløvtveitvatnet, Austgulen, august 2014. LFI-rapport 236. 17s.

Miljødirektoratet 2018. Kalking i laksevasdrag skadet av sur nedbør – tiltaksovervåking 2017. Miljødirektoratet rapport M-1133 2018.

Miljødirektoratet 2019. Kalking i laksevasdrag skadet av sur nedbør – tiltaksovervåking 2018. Miljødirektoratet rapport M-1566 2019.

Miljødirektoratet 2020. Kalking i laksevasdrag skadet av sur nedbør – tiltaksovervåking i 2019. Miljødirektoratet rapport M-1791 2020.

Nilsen, R., P. A. Bjørn, R.M. Serra-Linares, L. Asplin, A. D. Sandvik, I.A. Johnsen og Ø. Karlsen (Havforskningsinstituttet), B. Finstad, M. Berg og I. Uglem (Norsk institutt for Naturforskning), B. Barlaup, K.W. Vollset og G.B. Lehmann (Uni Research Miljø) 2015. Lakselusinfeksjonen på vill laksefisk langs norskekysten i 2015. En fullskala test av modellbasert varsling og tilstandsbekreftelse. Rapport fra Havforskningen, Nr. 2-2016.

Nilsen, R., R. M. Serra-Llinares, A. D. Sandvik, K. M. S. Elvik, L. Asplin, P. A. Bjørn, I. A. Johnsen og Ø. Karlsen (Havforskningsinstituttet). B. Finstad, M. Berg og I. Uglem (Norsk institutt for naturforskning). K. W. Vollseth og G. B. Lehmann (UNI Research Miljø) 2017. Lakselusinfestasjon på vill laksefisk langs norskekysten i 2016, med vekt på modellbasert varsling og tilstandsbekreftelse. Rapport fra Havforskningen, Nr. 1-2017. 55 s.

Nilsen, R., K.M.S. Elvik, R.M. Serra Llinares, A.D. Sandvik, L. Asplin, I. A. Johnsen, P.A. Bjørn og Ø. Karlsen (Havforskningsinstituttet). B. Finstad, M. Berg og I. Uglem (Norsk institutt for naturforskning). G.B. Lehmann og K.W. Vollseth (UNI Research Miljø) 2018. Lakselusinfestasjon på vill laksefisk langs norskekysten i 2017. Rapport fra Havforskningen, Nr. 4-2018.

Nilsen, R., R.M. Serra Llinares, K.M.S. Elvik, G. Didriksen, P.A. Bjørn, A.D. Sandvik og Ø. Karlsen (Havforskningsinstituttet), B. Finstad (Norsk institutt for naturforskning) og G.B. Lehmann (UNI Research miljø) 2018. Lakselusinfestasjon på vill laksefisk våren og sommeren 2018. Rapport fra Havforskningen, Nr. 34-2018.

Nilsen, R., R.M. Llinares Serra, A.D. Sandvik, K.M.Schrøder Elvik, R. Kjær, Ø. Karlsen (HI), B. Finstad, Marius Berg (NINA) og G.B. Lehmann (NORCE) 2019. Lakselusinfestasjon på vill laksefisk langs Norskekysten i 2019. Sluttrapport til Mattilsynet. Rapport fra Havforskningen, Nr. 35-2019.

Nilsen, R., R.M. Llinares Serra, A.D. Sandvik, Ø. Karlsen (HI), G.B. Lehmann (NORCE) og I. Uglem (NINA) 2020. Lakselusinfestasjon på vill laksefisk våren 2020. Framdriftsrapport til Mattilsynet. Rapport fra Havforskningen, Nr. 22-2020.

Raddum, G.G. 1999. Large scale monitoring of invertebrates: Aims, possibilities and acidification indexes. In Raddum, G.G., Rosseland, B.O. and Bowman, J. (Eds.) Workshop on biological assessment and monitoring: evaluation of models. ICP-Waters Report 50/99, pp. 7-16. NIVA, Oslo.

Taranger, G.L., Svåsand, T., Bjørn, P. A., Jansen, P. A., Heuch, P. A., Grøntvedt, R. N., Asplin, L., Skilbrei, O.T., Glover, K. A., Skaala, Ø., Wennevik, V. og Boxaspen, K. K. (2012a). Forslag til førstegangs målemetode for miljøeffekt (effektindikatorer) med hensyn til genetisk påvirkning fra oppdrettslaks til villaks, og påvirkning av lakselus fra oppdrett på viltlevende laksefiskbestander. Fisken og Havet 13-2012, Veterinærinstituttets rapportserie Nr. 7-2012.

Undheim, P. 1981. 10-års verna vassdrag i Vest-Norge. Yndesdalsvassdraget. Rapport fra Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk / Fiskerikonsulenten i Vest-Norge. 30 s.

Urdal, K. 2019. Analysar av skjelprøvar frå Hordaland i 2018. Rådgivende Biologer rapport nr. 2908.