

Naturlig reetablering av laks i kystvassdrag mellom Otra og Mandalselva dokumentert ved elektrofiske og analyse av miljøDNA



Hovedkontor

Økernveien 94
0579 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Danmark

Njalsgade 76, 4. sal
2300 København S, Danmark
Telefon (45) 39 17 97 33

Internett: www.niva.no

Tittel Naturlig reetablering av laks i kystvassdrag mellom Otra og Mandalselva dokumentert ved elektrofiske og analyse av miljøDNA	Løpenummer 7671-2021	Dato 24.11.2021
Forfatter(e) Haraldstad Tormod Neset Philip Johansen Kurt Slettan Audun Sodeland Marte	Fagområde Ferskvannsbiologi	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Agder	Sider 25

Oppdragsgiver(e) Statsforvalteren i Agder	Kontaktperson hos oppdragsgiver Frode Kroglund
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 180364, 200138

<p>Sammendrag</p> <p>I denne studien har vi dokumentert at laksen er tilbake i mange av kystvassdragene i Agder, og med dagens lave bestandssituasjon er slike reetableringer viktige. Bestandene i kystvassdragene er likevel sårbare, med få individer og små bekkesystemer. Mindre påvirkninger i nedbørfeltet og innblanding av rømt oppdrettslaks kan ha store konsekvenser for bestandene. Forsuringssituasjonen er generelt bedre i regionen og er antagelig bakgrunnen for at laksen igjen etablerer seg gjennom innvandring av laks fra de kalkede naboelvene. Vannkjemien er likevel begrensende for laksen i flere vassdrag i dag. Vi anbefaler at flere kystvassdrag kartlegges slik at vi får en oversikt over andelen laks i disse og hva som er styrende for forholdet mellom ungfisk av laks og aure i mindre vannsystemer. MiljøDNA kan være en viktig metode i en tidlig og bred screening, men tetthetsestimater og forholdet mellom artene bør foretas basert på tradisjonelt elektrofiske. Vi anbefaler at vannkjemien overvåkes i vassdrag med høyt innslag av laks, og at dosererkalking fra mindre anlegg bør vurderes.</p>

<p>Fire emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Laks Re-etablering Metapopulasjoner MiljøDNA 	<p>Four keywords</p> <ol style="list-style-type: none"> Atlantic salmon Reintroduction Metapopulations eDNA
---	---

Denne rapporten er kvalitetssikret iht. NIVAs kvalitetssystem og godkjent av:

Tormod Haraldstad
Prosjektleder

Kvalitetssikrer

Trine Dale
Forskningsleder

ISBN 978-82-577-7407-3
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

© Norsk institutt for vannforskning. Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse.

**Naturlig reetablering av laks i kystvassdrag
mellom Otra og Mandalselva dokumentert ved
elektrofiske og analyse av miljøDNA**

Forord

NIVA søkte Statsforvalteren i Agder om støtte til å undersøke om kystvassdrag i Agder igjen hadde fått innslag av laks etter en generell bedring i forsureningssituasjonen de siste tiårene. Prosjektet fikk støtte i 2018. En forlengelse av prosjektet ble gitt i 2020 med mål om å kunne benytte miljøDNA som kartleggingsmetode samt benytte 2018 data som referanse. Datainnsamling og laboratoriearbeid ble gjennomført som en masteroppgave ved Universitetet i Agder levert våren 2021.

Vi takker Frode Kroglund hos Statsforvalteren i Agder for et godt samarbeid.

Grimstad, oktober 2021

Tormod Haraldstad

Innholdsfortegnelse

1	Introduksjon.....	7
2	Metode	9
2.1	Kystvassdragene mellom Mandalselva og Otra.....	9
2.2	Fiskeundersøkelser	10
2.3	Analyse av miljøDNA fra vannprøver	11
2.4	Vannkjemi	11
3	Resultater	12
3.1	Elektrofiske	12
3.2	MiljøDNA.....	14
3.3	Vannkemiske forhold.....	16
4	Diskusjon	18
5	Referanser.....	21

Sammendrag

Sørlandet har vært kraftig rammet av sur nedbør og laksen gikk tapt i de fleste elver og bekker i regionen på midten av 1900-tallet. I perioden med forsuring på 1980-tallet ble det ikke funnet laks og kun sporadisk aure i en mengde undersøkte elver og kystvassdrag i den vestlige delen av Agder. Oppstart av kalking på 1990-tallet gav reetablering av laks i elvene med etterfølgende økning i produksjon og fangst. Ingen av de mindre kystvassdragene blir kontinuerlig kalket med doser selv om disse har stort potensiale som gyte og oppvekstområder for laks slik det er vist i andre deler av laksens utbredelsesområde. For regionen som helhet er forsuringssituasjonen i dag generelt bedre som følge av reduserte utslipp. Vannkjemien i de store elvene hadde likevel ikke vært tilfredsstillende for laks om ikke kalkingen ble opprettholdt. Kystvassdragene har deler av nedbørfeltet under marin grense og kan derfor ha betydelig bedre vannkjemie enn de større elvene som drenerer høyereliggende fjellområder med liten bufferevne. Kombinasjonen av lavtliggende nedbørfelt og en generell reduksjon i utslipp har ført til en gradvis bedring i vannkjemie, med potensiale for at laksen igjen kan etablere seg i kystvassdragene i Agder.

I denne studien undersøkte vi et utvalg kystvassdrag mellom Mandalselva i vest og Otra i øst. Vi ønsket å undersøke hvilke miljøvariable som kunne være styrende for tilstedeværelse av laks og forholdet mellom ungfisk av laks og ørret i bekkene. Vi benyttet elektrofiske for tetthetsestimater i 2019 og filtrerte vannprøver for miljøDNAanalyser året etter. To metoder ble benyttet for å analysere dette DNAet, qPCR og metabarcoding. I tillegg ble det tatt vannprøver for kjemiske analyser samt innhentet data fra overvåkingsprogrammet for langtransportert forurenset luft og nedbør i Kleivsetvannet for å illustrere den langsiktige trenden i forsuringssituasjonen.

Vi dokumenterte ungfisk av laks i flere av de undersøkte vassdragene. Reetableringen har skjedd etter at vannkjemien gradvis har blitt bedre og levelig for laks og selve reetableringen har antagelig skjedd gjennom innvandring av gytelaks fra nærliggende kalka elver. Bestandene er likevel små og sårbare. Få individer i gytebestanden gjør dem svært utsatt for innkryssing av rømt oppdrettslaks. I tillegg er vannsystemene små og svært utsatt for menneskelig aktivitet som diffuse utslipp og fysiske inngrep. En grundig kartlegging av kystvassdragene i hele regionen vil avdekke slike forhold og samtidig gi vannforekomstene den beskyttelsen de trenger mot fremtidige inngrep.

MiljøDNAanalyser er mindre arbeidskrevende enn tradisjonelt elektrofiske samt at det ble dokumentert betydelig flere arter ved metabarcoding enn det som ble funnet ved elektrofiske. For kartlegging av truede arter som ål og elvemusling samt spredning av uønskede arter som gjedde, sørv og pukkellaks vil analyser av miljøDNA med metabarcoding være et svært godt alternativ. Vår konklusjon er at miljøDNAanalyse kan være en viktig metode i en tidlig og bred screening av kystvassdrag, men tetthetsestimater, aldersfordelinger og mengde forholdet mellom artene bør foretas basert på tradisjonelt elektrofiske.

Forsuringssituasjonen på Sørlandet setter fremdeles begrensninger for reetablering av laks i kystvassdrag. Spesielt vil dårlige forhold under smoltutvandringen gi lav sjøoverlevelse slik at laksen ikke klarer å fullføre livssyklusen i vassdraget, og etablere stedegne bestander. Flere bekker kommer i kategorien dårlig for klassegrenser for potensielt giftig aluminium. Størst bekymring er kanskje knyttet til Lundeelva, der tettheten av laksunger også er relativt høy. Vi vil anbefale kontinuerlig overvåking av vannkjemie med muligheter for oppstart av dosererkalking.

Selv om våre resultater viser at laksen er reetablert i mange kystvassdrag på Agder, vil det kreve en mer omfattende kartlegging for å kunne prediktere forekomst og andelen laks i forhold til aure i

andre mindre kystvassdrag i denne regionen. I tillegg vil vi anbefale en videre genetisk studie av laks og aure i disse systemene for å kartlegge opprinnelsesbestand, effektiv populasjonsstørrelse samt følge den genetiske utviklingen i og etter en reetableringsfase.

Laksen er i tilbakegang i store deler av utbredelsesområdet. Det er svært positivt at laksen nå har reetablert flere bestander i kystvassdragene i Agder. Den generelle diversiteten i vannforekomstene vil bidra med stabilitet til smoltproduksjon i regionen fordi risikoen for negative effekter spres utover en variert gruppe vannforekomster. Fysiske inngrep, forsuring og rømt oppdrettslaks er likevel store truslene mot disse nyetablerte bestandene.

1 Introduksjon

Sørlandet har vært kraftig rammet av sur nedbør og laksen gikk tapt i de fleste elvene i regionen på midten av 1900-tallet. Man vet lite om den historiske produksjon av laks i kystvassdragene på Sørlandet. Det er dokumentert at laks benytter mindre vassdrag som gyte og oppvekstområder i store deler av utbredelsesområdet. I perioden med forsuring på 1980-tallet ble det ikke funnet laks og kun sporadisk aure i en mengde undersøkte elver og kystvassdrag i Vest-Agder (Ø. Haraldstad pers. med.). Historiske vannkjemidata støtter også fravær av laks i disse systemene under den verste forsuringsperioden på 1970-80 tallet.

Kalking av de store laksevassdragene med doserer ble igangsatt på midten av 1990-tallet og er fremdeles i daglig drift. Oppstart av kalking gav en kraftig økning i produksjon og fangst av laks i Sørlandselvene. Ingen av de mindre kystvassdragene blir kontinuerlig kalket med doserer slik som i de store lakseelvene. For regionen som helhet er forsuringssituasjonen i dag generelt bedre som følge av reduserte utslipp (Garmo Skanke 2019). Vannkjemien i de store elvene hadde likevel ikke vært tilfredsstillende for laks om ikke kalkingen ble opprettholdt. Kystvassdragene har mindre og mer kystnære nedbørfelt enn de store lakseelvene. Noen har også deler av nedbørfeltet under marin grense og kan derfor ha betydelig bedre bakgrunnsverdier for vannkjemi enn de større elvene som drenerer høyereliggende fjellområder med liten bufferevne. Et godt eksempel på dette er Nesheimvassdraget på Lista, der nesten hele nedbørfeltet ligger under marin grense. Nesheimvassdraget var det eneste vassdraget i Vest-Agder hvor det ble funnet laksunger i den verste forsuringsperioden på 80-tallet. Dagens vannkjemiske tilstand for de mange kystvassdragene er ukjent. Antagelig er vannkjemien betydelig bedre enn bare 10-20 år tilbake i tid, og tilstrekkelig god for at laks vil kunne leve der. Samtidig er det sannsynlig med perioder med dårlig vannkjemi som sammenfaller med kritiske livsstadier til laksen. Dette kan føre til at laksen er tilstede, men ikke klarer å fullføre livssyklusen og etablere stedegne bestander i de ukalka kystvassdragene.

Laksen er i tilbakegang i store deler av utbredelsesområdet. Reduksjonen skyldes blant annet negativ påvirkning fra lakseoppdrett med høye konsentrasjoner av lakselus i fjordene og et høyt antall rømt oppdrettslaks (Vitenskapsrådet 2021). I tillegg er det en generell nedgang i sjøoverlevelse i hele Nord-atlanteren. Det er også elvespesifikke påvirkninger fra f.eks elvekraftverk, lokale utslipp og tap av produksjonsarealer på grunn av menneskelig aktivitet. Sett i lys av dette er bestandssituasjonen på Sørlandet betydelig bedre enn andre regioner i Norge. Kalking og reetablering av laks har vært en suksess. Nå må vi rette fokus på de litt mindre vassdragene og deres betydning som laks og sjøaure produsenter. Antagelig hadde disse vassdragene genetisk unike bestander av både laks og aure. Lav eller liten beskatning på slike bestander gjør dem viktige som en sikkerhet for overbeskatning i de større elvene. Dynamikken mellom de små og store elvesystemene er lite undersøkt, men vi må anta at det er en betydelig utveksling av individer mellom dem. I kystvassdragene kan den effektive bestandsstørrelsen også være så stor at den har potensiale til å utvikle egne laksestammer over tid. Gode bestander av laks i mindre kystvassdrag er antagelig viktige for den generelle stabiliteten til smoltproduksjonen i regionen.

NIVA har dokumentert tilstedeværelse av laks i Sjølingstadbekken (2014) og Trybekken (2016). Vi må anta at det finnes laks i flere liknende kystvassdrag, men hva som kjennetegner et typisk laksevassdrag og hva som bestemmer forholdet mellom ungfisk av laks og aure i kystvassdrag er usikkert. Størrelsen på vassdraget kan være av betydning, der andelen laks i forhold til aure øker med bekkens størrelse. Nærheten til andre større laksevassdrag kan også være en viktig faktor siden

reetablering av laks i kystvassdragene antagelig baserer seg på feilvandring fra individer født i elver i regionen.

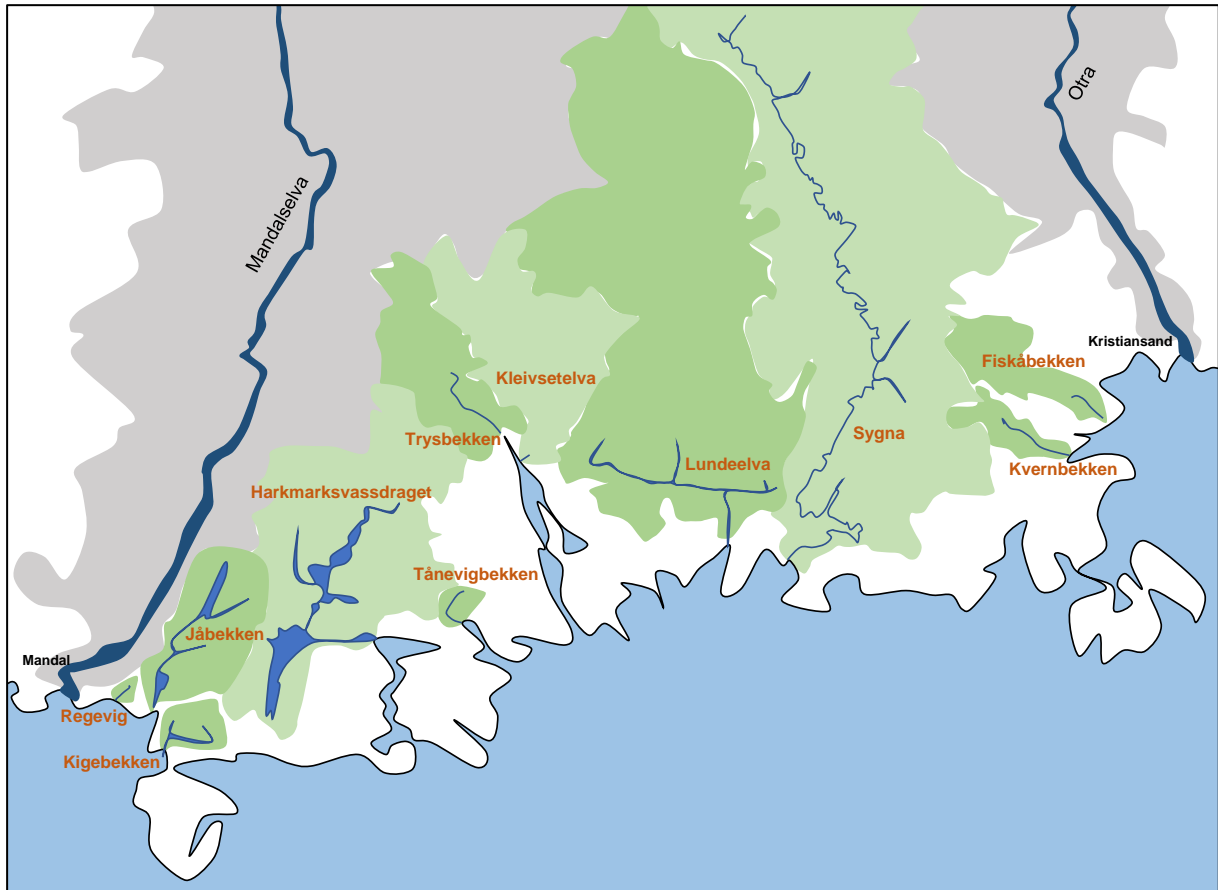
Elektrofiske er brukt for å dokumentere tilstedeværelse av arter og tetthet av ungfisk i bekker og elver. Metoden er godt etablert, men relativt tidkrevende. I tillegg må mye fisk håndteres ved fangst og målinger. I den senere tid er analyse av miljøDNA blitt fremmet som en god metode og mindre belastende metode for kartlegging av arter. Dyr avgir celler til vannet omkring seg. Det vil derfor være en mer eller mindre konstant drift av cellefragmenter nedover bekken avgitt fra dyr som lever i og rundt bekken. Mange av disse cellefragmentene inneholder DNA. DNA kan brukes for individidentifisering, men også artstilhørighet. Artsidentifisering er enklere og kan gjøres på kortere DNA fragmenter. Cellene fanges ved filtrering av vann i felt og DNA ekstraheres på laboratoriet. Mengden DNA kan potensielt også si noe om antall dyr. Dette er betydelig mer usikkert siden større dyr antagelig gir fra seg flere celler enn mindre, samt at aktivitetsnivået og individspesifikke forhold kan være faktorer som kompliserer denne sammenhengen. MiljøDNA har likevel potensiale for å besvare mange av spørsmålene i denne studien samt at den kan verifiseres mot elektrofiskedata.

I denne undersøkelsen ønsket vi å undersøke et bredt utvalg av kystvassdrag mellom Mandalselva i vest og Otra i øst. Vi ønsket å undersøke hvilke miljøvariable som kunne være styrende for tilstedeværelse av laks og forholdet mellom ungfisk av laks og ørret i bekkene. I tillegg ville vi undersøke om bruk av miljøDNAanalyse kunne bli en metode for det videre arbeidet med kartlegging av kystvassdragene i regionen.

2 Metode

2.1 Kystvassdragene mellom Mandalselva og Otra

I denne studien har vi valgt ut 11 kystvassdrag mellom Mandalselva i Vest og Otra i Øst (Figur 1). Vannføringene i vassdragene varierer fra over 6000 til 9 liter per sekund (Tabell 1). Dette reflekterer også en stor variasjon i nedbørfeltenes størrelse og lengden på den lakseførende strekningen.



Figur 1: Kystlinjen mellom Mandalselva og Otra med de 11 undersøkte kystvassdragene og deres nedbørfelt.

Tabell 1: Kystvassdrag mellom Mandal og Kristiansand med nedbørfeltareal og vannføring undersøkt i denne studien.

Bekker	REGINE enhet vassdrag Nr.	Areal nedbørfelt	Anadrom strekning uten sidevassdrag (m)	Vannføring (liter/sek)
Regevikbekken	22.323	0.52	430	9.10
Jåbekken	22.32Z	11.69	5000	272.38
Kigebekken	22.322	2.43	2100	52.17
Harkmarksvassdraget (Djupdalsbekken, Suvatnetbekken)	22.3Z	39.35	7900	982.05
Tånevikbekken	22.226	0.78	1000	12.88
Trysbekken	22.223Z	13.28	1055	384.32
Kleivsetelva*	22.22Z	20.9	180	610.73
Lundeelva	22.2Z	84.15	6870	2205.73
Sygna	22.1Z	208.9	32980	6244.60
Kvernbekken	21.23Z	3.29	1250	78.00
Fiskåbekken	021.22Z	6.89		170.91

*Vannkjemisk tidsserie fra Kleivsetvannet brukt for å illustrere historisk utvikling i forsureningstilstanden i kystvassdrag

2.2 Fiskeundersøkelser

Forekomst av ungfisk ble undersøkt i 11 kystvassdrag med avgrensning i vest mot Mandalselva og Otra i øst, høsten 2019 (Tabell 1, Figur 1 og vedlegg A). Undersøkelsene ble gjennomført ved bruk av elektrisk fiskeapparat av typen FA-50 (Terik Technology AS) etter metode beskrevet i Norsk Standard og europeisk CEN standard (CEN 2003). Når fisken kommer inn i det elektriske feltet svimeslås den en kort stund slik at den kan fanges opp med håv. All fisk ble samlet inn og oppbevart i bøtter med vann for registrering. Fiskene ble bestemt til art, talt opp og lengdemålt før de ble sluppet levende tilbake i bekken. Bestandstetthet pr 100 m² bekkeareal ble estimert ut fra tre gangers overfiske av et kjent areal (Zippin 1958; Bohlin m. fl. 1989). For beregning av bestandstetthet er det vanlig å oppgi tetthet av ulike fiskearter og aldersgrupper (årsyngel og eldre). Alderssammensetning av årsyngel og eldre er beregnet ut fra fiskelengde. Selv om det er tettheten av unglaksefisk som er parameteren i denne undersøkelsen har vi også registrert andre fiskearter.

Det ble i tillegg innhentet opplysninger om hvilke arter som har vært eller er tilstede i vassdragene. Dette ble hentet fra vannmiljø (<https://vanmiljo.miljodirektoratet.no/>). Data baserer seg hovedsakelig på prøvofiske med garn i innsjøer oppstrøms elektrofiskelokalitetene. I tillegg er det innhentet opplysninger fra lokale grunneiere.

2.3 Analyse av miljøDNA fra vannprøver

Vannprøver for miljøDNA ble samlet inn fra 11 kystvassdrag sommeren 2020 (Tabell 1). Innsamling ble gjort ved kit og trykkassistert filtreringssystem fra NIRAS med tilhørende metodikk for innsamling (NIRAS A/S, eDNA sampling kit B og Pressure assisted filtration system, Filtration Guide). Laboratoriearbeid ble gjort ved Universitetet i Agder.

Det ble ekstrahert DNA fra vannfilterene, og gjennomført konsentrasjonsmålinger. To metoder ble benyttet for å analysere dette DNAet, qPCR og metabarcoding. Mens qPCR metodikken målrettet detekterer en enkelt art om gangen ved bruk av artsspesifikk DNA amplifisering, er det gjennom metabarcoding mulig å detektere et bredt spekter av arter simultant ved bruk av universell DNA amplifisering etterfulgt av DNasekvensering. Ved qPCR ble det her gjort artsspesifikke analyser for Brunørret og Atlantisk laks (et fragment fra Cytochrom b-genet på 96- og 95 basepar for henholdsvis laks og ørret; beskrevet i Matejusova med flere 2008, mens det i metabarcoding protokollen ble benyttet et verktøy utviklet for fisk generelt (MiFish-U; beskrevet i Miya mfl. 2015).

For detaljert metodebeskrivelse se; Neset 2021.

2.4 Vannkjemi

Det ble tatt vannprøver fra 11 kystvassdragene høsten 2019 (Tabell 1). Vi vet fra kontinuerlig vannkjemiovervåking i liknende systemer at pH kan variere svært mye gjennom året. En enkelt vannprøve, tatt på et vilkårlig tidspunkt, kan derfor bare delvis indikere den vannkemiske tilstanden. Det er ofte under episoder med økt nedbør eller snøsmelting at forholdene kan være kritiske for laks. Prøvetaking ble derfor gjennomført under en kraftig nedbørperiode, med høy vannføring i alle vassdragene. Verdiene representerer ikke nødvendigvis verst tenkelige forhold, men kan gi et godt bilde av forurensningstilstanden.

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør i Norge administreres av Miljødirektoratet. Vannkemiske effekter av tilførsler av forurenset luft og nedbør følges blant annet ved å overvåke 78 innsjøer (tidstrendsjøer). Hovedmålet med overvåkingen er å kunne registrere eventuelle endringer i forurensning av vann over tid, både som storskala regionale endringer og variasjoner i forurensningssituasjonen gjennom året. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har det faglige ansvaret for dette. Innsamlede data presenteres i korte årsrapporter (f.eks Garmo og Skanke 2019).

Innsjøene, som brukes til overvåking av forurensningsutviklingen, er valgt ut fordi de har lavt innhold av basekationer (Ca, Mg, K) og er lokalisert slik at de er lite påvirket av lokal forurensning eller spesielle forhold i nedbørfeltet slik som kalking, hogst, beiting osv. Kleivsetvannet som drenerer ut Kleivsetelva er med i dette overvåkingsprogrammet. Data fra denne innsjøen representerer dermed hva vi kan forvente har vært utviklingen i vannkjemi i andre nærliggende upåvirkede kystvassdrag de siste 20-30 årene.

3 Resultater

3.1 Elektrofiske

Det ble dokumentert ungfisk av aure i alle de undersøkte bekkene og ved alle lokalitetene. Tettheten varierer fra noen få individer til over tre hundre i øvre deler av Kigebekken. Det ble funnet laksunger i 6 av 11 vassdrag. Innslaget av laks i forhold til aure varierer fra noen få dokumenterte individer i Kleivsetelva og Harkmarksvassdraget til totalt dominerende i Sygna. Datamaterialet er begrenset og gir ikke mulighet til statistiske analyser som godt kan prediktere hvilke miljøvariabler som kan være styrende for andelen ungfisk av laks i et kystvassdrag. Vi ser likevel tendenser til en positiv sammenheng mellom innslaget av laks og vannføringen i bekken (Figur 2), men understreker at det antagelig er mer komplekse sammenhenger enn kun vannføring som bestemmer innslaget av laks. Det er blant annet ikke påvist laks i det litt større vassdraget Jåbekken og svært få i Harkmarksvassdraget, mens innslaget av laks i den lille Kvernbekken er høy i nedre deler. Det er en tendens til at aurens vekst er noe høyere i bekker der den lever alene sammenliknet der det er innslag av laks (Figur 3). Forskjellene ser ut til å være størst for den yngste årsklassen.

Tabell 2: Tetthet av ørret og laksunger basert på el-fiske 2019

Vassdrag	Lokalitet	Tetthet/100m ²				Andel laks	
		Aure		Laks		0+	Eldre
		0+	Eldre	0+	Eldre		
Regeviksbekken	Total	6*					
Jåbekken	Øvre	34	1				
	Nedre	24	5				
Kigebekken	Øvre	337	9				
	Nedre	72	50				
Harkmarksvassdraget	Djupdalsbekken	175	6	5	0	5	0
	Suvatnetbekken	82	6				
Tånevikbekken	Øvre	135	23				
	Nedre	5	49				
Trybekken	Øvre	25	13	0	37		73
	Nedre	16	7	82	41	83	85
Kleivsetelva		21	15	1	0	4	
Lundeelva (Dåsåna)	Øvre	35	22	39	23	52	52
	Nedre	18	17	53	6	74	28
Sygna	Underåsen	2	1	44	21	97	96
	Jenshølen						
Kvernbekken	Øvre	12	17	2	2	13	9
	Nedre	9	13	19	7	67	37
Fiskåbekken	Øvre	0	16				
	Nedre	86	4				

3.2 MiljøDNA

Det ble påvist aure i alle de undersøkte vassdragene både ved qPCR og metabarcoding. Dette sammenfaller bra med data fra elektrofiske og arter dokumentert med garnfiske i innsjøer i nedbørfeltet (Tabell 3).

Det ble dokumentert laks i 7 av 11 vassdrag. Funnene sammenfaller delvis med elektrofiske. I Kigebekken og Fiskåbekken er det positivt utslag for laks, men det ble ikke observert laks under elektrofiske. I tillegg var det ikke positivt utslag for laks i Djupdalsbekken (Harkmarksvassdraget), mens det ble dokumentert tre individer under elektrofiske.

Det ble dokumentert betydelig flere arter ved metabarcoding enn det som ble funnet ved elektrofiske. En del arter som abbor, sørv og røye er typisk innsjølevende og dermed dokumentert i innsjøer oppstrøms elektrofiskelokaliteten. Ål finnes antagelig i alle de undersøkte kystvassdragene, noe resultatene fra metabarcodingen dokumenterer. Om de påtreffes under elektrofiske er antagelig mer avhengig av elektrofiskelokaliteten, mens innsjøundersøkelsene ofte baserer seg på garnfiske der ålen sjeldent blir fanget selv om den er tilstede.

Tabell3: Fiskearter dokumentert i 11 kystvassdrag ved bruk av fire ulike metoder

Vassdrag	Elektrofiske (2019)	Analyse av miljøDNA fra vannprøver (2020)		Arter dokumentert i nedbørfeltet (Vannmiljø 1975-)
		qPCR	Metabarcoding	
Regeviksbekken	Ørret Ål	Ørret	Ørret Ål Abbor	Jordtjønn: Ørret* Abbor*
Jåbekken	Ørret Ål	Ørret		Aurebekkvatnet: Ørret Abbor
Kigebekken	Ørret Ål	Ørret Laks	Ørret Laks Ål Abbor Trepigget stingsild Sørv	Kigevannet: Ørret Karuss Sørv*
Djupdalsbekken (Harkmarksvassdraget)	Ørret Laks Nipigget stingsild	Ørret		Drivartjønn: Abbor
Suvatnetbekken (Harkmarksvassdraget)	Ørret	Ørret		Suvatnet: Ørret Abbor
Tånevikbekken	Ørret Ål	Ørret	Ørret Ål Trepigget stingsild	
Trybekken	Ørret Laks	Ørret Laks		Homevann: Ørret Abbor
Kleivsetelva	Ørret Laks	Ørret Laks	Ørret Laks Ål Abbor	Kleivsetvannet: Ørret Abbor Røye
Lundeelva (Dåsåna)	Ørret Laks	Ørret Laks	Ørret Laks Ål Trepigget stingsild Røye	Repstadvannet: Ørret Abbor
Sygnå	Ørret Laks	Ørret Laks	Ørret Laks Ål Abbor Trepigget stingsild Røye	Farvannet: Ørret Abbor Røye
Kvernbekken	Ørret Laks	Ørret Laks		Storvannet: Ørret Ål
Fiskåbekken	Ørret	Ørret Laks	Ørret Laks Ål Abbor Trepigget stingsild	Bukksteinsvannet: Ørret

*Haraldstad T. pers med

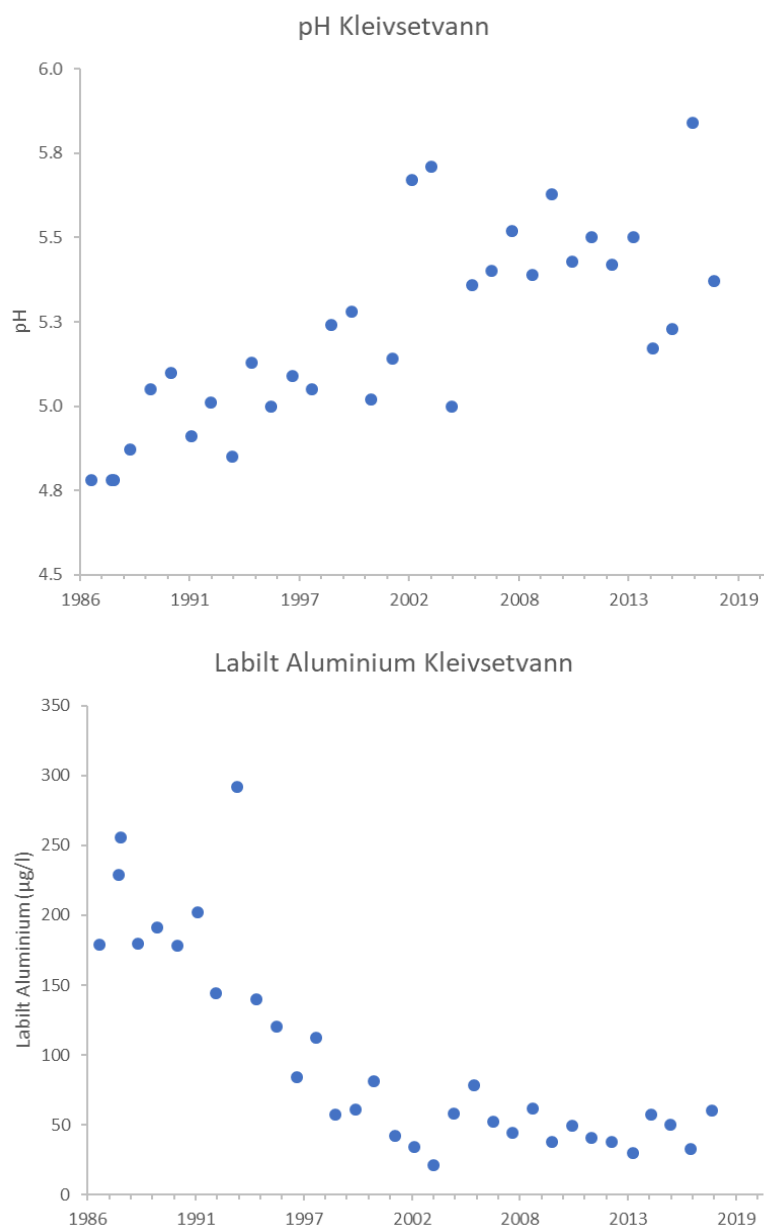
3.3 Vannkjemiske forhold

Basert på en runde med vannprøvetaking høsten 2019 ser de fleste kystvassdragene fremdeles ut til å være påvirket av forsurening (Tabell 4). Kun Fiskåbekken og Trysbekken har labilt aluminiums nivåer under 10. Fem bekker kommer i kategorien dårlig for klassegrenser for potensielt giftig aluminium (LAI) i anadrome elver. Størst bekymring rundt dette bør kanskje vektlegges Lundeelva, der tettheten av laksunger også er relativt høyt. Høyt innhold av kalsium i Regeviksbekken, Jåbekken, Kigebekken og Fiskåbekken tyder på at deler av nedbørfeltet ligger under marin grense. Høyt nitratinnhold i Jåbekken, Kigebekken, Lundeelva, Sygna og Fiskåbekken indikerer tilførsel fra landbruket. Samtidig skiller Fiskåbekken seg ut som en urban bekk i forhold til de andre. Det er ikke usannsynlig at diffuse utslipp fra for eksempel kloakk kan bidra til forhøyede nivåer. Trysbekken, Kleivseteva og Kvernbecken fremstår nær naturtilstand. Kigebekken, Fiskåbekken og Tånevikkbekken får klassegrenser moderat/dårlig for totalt fosfor.

Fra 1980-tallet og frem til i dag ser vi en tydelig positiv trend i pH, der vi startet omkring pH 4,8 til dagens nivå rundt pH 6 (Figur 4). Selv om den generelle tendensen viser en høyere pH enn tidligere, observerer vi i dag en større variasjon, der lave nivåer fremdeles forekommer. Labilt aluminium viser en tydelig negativ trend fra 1980-2000, men har ligget stabilt rundt 50 og under etter dette. Dette er antagelig godt nok for aure, men nivåene er for høye for laks og da spesielt det følsomme smoltstadiet. Etter klassifisering under anadrome elver kommer denne vannforekomsten ut som «dårlig».

Tabell 4: Resultater fra prøvetaking av kystvassdrag 1. november 2019. Klassegrenser for potensielt giftig aluminium (LAI) i anadrome elver samt klassegrenser for totalt fosfor (Tot-P) i humøse, kalkfattige, lavlandselver.

Bekk	Labilt				TOC	Fosfor
	Aluminium	Kalsium	Nitrat	pH		Tot P
Regeviksbekken	30	4.6	200	6.57	9.8	9
Jåbekken	30	4.64	470	6.36	7.2	14
Kigebekken	30	4.66	510	6.73	0.14	26
Harkmarkselva	12	2.88	250	6.35	10.8	4
Tånevikkbekken	11	3.81	210	6.68	7.3	83
Trysbekken	7	3.92	170	6.35	5.6	5
Kleivsetelva	30	1.21	130	5.75	6.8	4
Lundeelva	30	2.91	340	6.15	6.1	14
Sygna	10	2.37	360	6.23	6.8	10
Kvernbecken	20	2.19	140	6.28	8.6	8
Fiskåbekken	5	4.95	450	6.87	5.8	25



Figur 4: pH (øverst) og labilt aluminium fra høstprøver i Kleivsetvannet 1986-2020, etter Garmo og Skanke 2020 Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør.

4 Diskusjon

I denne studien har vi dokumentert at laksen er tilbake i mange av kystvassdragene i Agder og med dagens lave bestandssituasjon er slik reetablering viktig. Bestandene i kystvassdragene er likevel sårbare, med få individer og små bekkesystemer. Mindre påvirkninger i nedbørfeltet og innblanding av rømt oppdrettslaks kan ha store negative konsekvenser for bestandene. Forsuringssituasjonen er generelt bedre i regionen og er antagelig bakgrunnen for at laksen igjen etablerer seg gjennom innvandring av laks fra de kalkede naboelvene. Vannkjemien er likevel begrensende for laksen i flere vassdrag i dag. Vi anbefaler at flere kystvassdrag kartlegges slik at vi får en oversikt over andelen laks i disse og hva som er styrende for forholdet mellom ungfisk av laks og aure i mindre vannsystemer. MiljøDNAanalyse kan være en viktig metode i en tidlig og bred screening, men tetthetsestimater, aldersfordelinger og forholdet mellom artene bør foretas basert på tradisjonelt elektrofiske. Vi anbefaler at vannkjemien overvåkes i vassdrag med høyt innslag av laks og at dosererkalking fra mindre anlegg bør vurderes.

Det ble dokumentert ungfisk av laks i flere kystvassdrag mellom Mandal og Kristiansand. Basert på hva vi vet fra andre deler av laksens utbredelsesområde må vi anta at laksen var naturlig tilstede i mange kystvassdrag før forsuringen tok til på starten av 1900-tallet (Jonsson og Jonsson 2011). Reetableringen har antagelig skjedd etter at vannkjemien gradvis har blitt bedre og levelig for laks. Selve reetableringen har antagelig skjedd gjennom innvandring av gytelaks fra nærliggende elver. Vi anbefaler en videre genetisk studie av laksen i disse systemene for å kartlegge opprinnelsesbestand, effektiv populasjonsstørrelse samt følge den genetiske utviklingen i og etter en reetableringsfase.

Laksen er i tilbakegang i store deler av utbredelsesområdet (WWF 2001). Reetablering av laksestammer i kystvassdragene på Sørlandet er derfor svært positivt. Bestandene er likevel små. Mange har antagelig en smoltproduksjon under 1000 individer, som ofte benyttes som minstestørrelse for laksevassdrag (Skurdal et al 2001). Samtidig vil mange av dem antagelig ha et gytebestandsmål høyere enn flere vassdrag som i dag vurderes av vitenskapsrådet. Summen av mange små kystvassdrag i regionen vil likevel kunne gi en høy samlet produksjon. Diversiteten i vannforekomstene bidrar også til stabilitet rundt smoltproduksjon i regionen. Det blir en slags portefølje-effekt, der risikoen for negative effekter på lakseproduksjonen spres utover en variert gruppe bekker, og gjør produksjonen av smolt mindre sårbar for uforutsette hendelser. I denne sammenhengen er det naturlig å trekke inn de mange små sidevassdragene som finnes langs de store lakselvene på Sørlandet. Dynamikken mellom de mange små kyst- og sidevassdragene på de store lakselvene bør undersøkes nærmere.

Laksebestandene i kystvassdragene er sårbare. Få individer i gytebestanden gjør dem svært utsatt for innkryssing av rømt oppdrettslaks. Dette er vist for små vassdrag på Vestlandet (Pulg et al 2021). Dette bør tas med i vurderingen av nye konsesjoner for oppdrett i åpne merder i skjærgården mellom Kristiansand og Mandal. I tillegg er vannføringen i mange av kystvassdragene lav og selv små utslipp kan få store følger for vannkjemien. Sørlandskysten er tett befolket og påvirker små kystnære nedbørfelt betydelig. Det gjelder avrenning fra hytte- og boligområder, men også jordbruk. De er også sårbare for inngrep i selve vannstrengen som kanalisering og fjerning av kantvegetasjon. Vandringshinder som dårlige kulverter og små dammer er svært kritisk for laks, som er avhengig av å kunne vandre fritt opp bekken som gytelaks og ned igjen som laksesmolt. En grundig kartlegging av kystvassdragene vil avdekke slike forhold og samtidig gi vannforekomstene den beskyttelsen de trenger mot fremtidige inngrep.

Det ble dokumentert laks i flere kystvassdrag ved bruk av miljøDNAanalyser. Resultatene støttet opp om elektrofiskedata, med noen unntak. Unntakene kan skyldes at det faktisk hadde skjedd en endring i vassdraget mellom prøvetakingsperiodene (elektrofiske 2019, miljøDNA 2020). Vi må anta et det forekommer store år til år variasjoner i innslag av laks, som får spesielt store utslag i bekker med få individer. Det er ikke usannsynlig at det var laks i Kigebekken og Fiskåbekken i 2020 men ikke i 2019. I tillegg er elektrofiske begrenset til en liten del av bekken (ca 100m²), mens DNA fragmenter fra laks antagelig vil være tilstede i store deler av bekkestrengen nedstrøms fisken. At det ikke ble dokumentert laks i Djupdalsbekken ved analyse av miljøDNA i 2020 kan skyldes at utbyggingen av nye E-39 ble igangsatt etter elektrofiske i 2019 med betydelig avrenning fra arbeidet til bekken i 2020. I tillegg ble det kun funnet et fåtall individer under elektrofiske. Vår konklusjon er at miljøDNAanalyse er en god metode for kartlegging av tilstedeværelse av laks i bekkene. Spesielt fordi den er mindre arbeidskrevende enn tradisjonelt elektrofiske.

Det ble dokumentert betydelig flere arter ved metabarcoding enn det som ble funnet ved elektrofiske. En del arter som abbor, sørv og røye er typisk innsjølevende og dermed dokumentert i innsjøer oppstrøms elektrofiskelokaliteten. Ål finnes antagelig i alle de undersøkte kystvassdragene, noe resultatene fra metabarcodingen dokumenterer. Om ål påtreffes under elektrofiske er antagelig mer avhengig av elektrofiskelokaliteten, mens innsjøundersøkelsene ofte baserer seg på garnfiske der ålen sjeldent blir fanget selv om den er tilstede. For kartlegging av ål vil miljøDNA være et svært godt alternativ. Det samme gjelder for elvemusling som er gått tapt i svært mange vassdrag på Sørlandet gjennom forsursperioden (Larsen 2010). I senere tid er det blitt spredt uønskede fiskearter i regionen, og miljøDNA vil være en god metode for å dokumentere uønsket spredning av f.eks gjedde, sørv og pukkellaks.

Den lange vannkjemiske tidsserien fra Kleivsetvannet viser hvordan pH har økt og labilt aluminium har sunket siden den verste forsursperioden på midt av 1980-tallet. Vi må anta at mange av de andre kystvassdragene har hatt en liknende utvikling og at labilt aluminium har ligget på et lavere nivå fra omtrent 2000-tallet. Samtidig er nok Kleivsetvann blant de mest forsurede blant vannforekomstene i denne undersøkelsen. Innsjøen ligger 93meter over havet, med et relativt stort nedbørfelt over dette. Mange av de undersøkte kystvassdrag i vår studie har nedbørfelt som ligger lavere, med deler av nedbørfeltet, eller lang oppholdstid under marin grense. Dette gir bedre bufferevne mot forsuring. Tidsserien fra Kleivsetvann tyder på en positiv utvikling for forsuringssituasjonen i kystvassdragene, og variasjonen i målte labile aluminiumsverdier viser at det finnes betydelige forskjeller mellom kystvassdragene.

Forsuringssituasjonen på Sørlandet setter fremdeles begrensninger for reetablering av laks i kystvassdrag. Periodevis dårlig vannkemi kan føre til at en har både gytelaks og ungfisk av laks i bekken, men at forholdene under smoltutvandringen vil gi redusert smoltkvalitet som resulterer i lav sjøoverlevelse. Laksen klarer ikke å fullføre livssyklusen i vassdraget, og etableringen av stedegne bestander som har mulighet til å utvikle seg over tid vil ikke inntreffe. Basert på en runde med vannprøvetaking høsten 2019 ser de fleste kystvassdragene fremdeles ut til å være påvirket av forsuring, og fem bekker kommer i kategorien dårlig for klassegrenser for potensielt giftig aluminium (LAI) i anadrome elver. Størst bekymring rundt dette bør kanskje vektlegges Lundeelva, der tettheten av laksunger også er relativt høyt. Det trengs mer kunnskap og utprøving for å finne gode strategier for dosering av kalk i mindre vassdrag, der vannkjemien er dårlig i kortere perioder.

Auren er tilbake i alle de undersøkte kystvassdragene, og var på plass tidligere enn laksen. Trolig skyldes dette at auren er mer robust mot dårlig vannkemi (Hesthagen et al 2017). Vi vet likevel for lite om aurens, og spesielt sjøaurens, krav til vannkemi, og om den også stedvis begrenses av forsuringssituasjonen i dag. I flere av vassdragene er det dokumentert at ørret var tilstede i kystnære

innsjøer på 70 og 80 tallet. Det bør undersøkes hvorvidt aure i bekkene stammer fra rekolonisering av aure fra ovenforliggende bestander, eller om det hovedsakelig er sjøaure fra andre vassdrag som kommer inn. Det er også mulig at både overliggende bestander og omkringliggende vassdrag bidrar til de aurebestandene vi har i bekkene i dag.

I mange av kystvassdragene konkurrerer laks og aureunger om plass og mat. Undersøkelsene våre indikerer også noe lavere vekst hos aure i bekker der laksen er tilstede. Konkurransen mellom ungfisk av laks og aure er naturlig forekommende i nesten hele utbredelsesområdet for laks. Auren vil trolig ha en konkurransefordel i mange kystvassdrag, på grunn av mindre kroppsstørrelse og større fleksibilitet i livshistoriestrategier.

Denne studien er basert på et begrenset antall vassdrag (11) som befinner seg i et mindre geografisk område (kystlinjen mellom Otra i øst og Mandalselva i vest). Undersøkelsen basert på elektrofiske fra kun ett enkelt år, med to lokaliteter per vassdrag. Selv om våre resultater viser at laksen er reetablert i mange kystvassdrag på Agder, vil det kreve en mer omfattende kartlegging for å kunne prediktere forekomst og andelen laks i forhold til aure i andre mindre kystvassdrag i denne regionen.

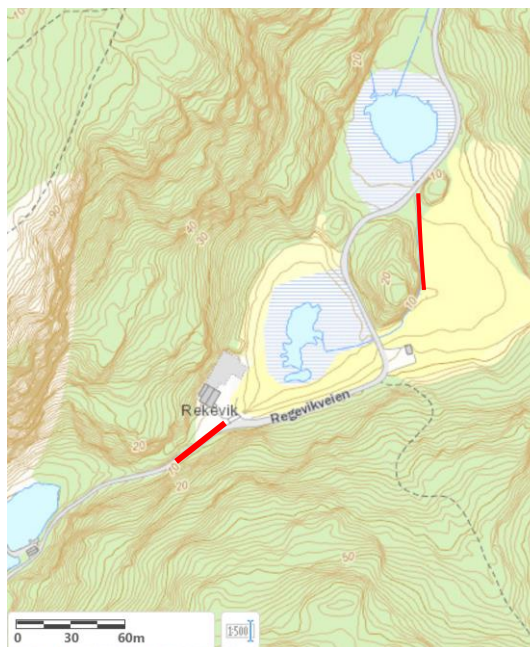
5 Referanser

- Anon 2020. Status for norske laksebestander i 2020. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 15, 147
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T. G., Rasmussen, G., & Saltveit, S. J. 1989. Electrofishing—theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia*, 173(1), 9-43.
- Garmo, Ø., Skancke, L. B. 2019. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Vannkjemiske effekter 2019. NIVA-rapport 7550
- Hesthagen, T., Larsen, B. M., Bolstad, G., Fiske, P., & Jonsson, B. 2017. Mitigation of acidified salmon rivers—effects of liming on young brown trout *Salmo trutta*. *Journal of fish biology*, 91(5), 1350-1364.
- Jonsson, B., Jonsson, N. 2011. Ecology of Atlantic salmon and brown trout: habitat as a template for life histories (Vol. 33). Springer Science & Business Media.
- Larsen, B. M. 2010. Distribution and status of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) in Norway. In Conservation of Freshwater Pearl Mussel *Margaritifera margaritifera* Populations in Northern Europe. Proceedings of the International Workshop. Karelian Research Centre of RAS, Petrozavodsk (pp. 35-43).
- Matejusová, I., Doig, F., Middlemas, S. J., Mackay, S., Douglas, A., Armstrong, J. D., . . . Snow, M. 2008. Using quantitative real-time PCR to detect salmonid prey in scats of grey Halichoerus grypus and harbour Phoca vitulina seals in Scotland - an experimental and field study. *Journal of Applied Ecology*, 45(2), 632-640.
- Miya, M., Sato, Y., Fukunaga, T., Sado, T., Poulsen, J. Y., Sato, K., . . . Iwasaki, W. (2015). MiFish, a set of universal PCR primers for metabarcoding environmental DNA from fishes: detection of more than 230 subtropical marine species. *R Soc Open Sci*, 2(7), 150088.
- Neset, P. T. 2021. Kartlegging av laks og ørret i kystvassdrag i Agder ved studier av miljø-DNA. Masteroppgave ved Universitetet i Agder. 62 s
- Pulg, U., Karlsson, S., Diserud, O. H., Postler, C., Stranzl, S. F., Espedal, E. O., Lennox, R. J. 2021. Laks i sjøørretbekker – villaks eller oppdrettslaks? LFI-Rapport 376
- WWF. 2001 The Status of Wild Atlantic Salmon: A River by River Assessment.
- Zipin, C. 1958. The removal method of population estimation. *The Journal of Wildlife Management*, 22(1), 82-90.

Vedlegg A.

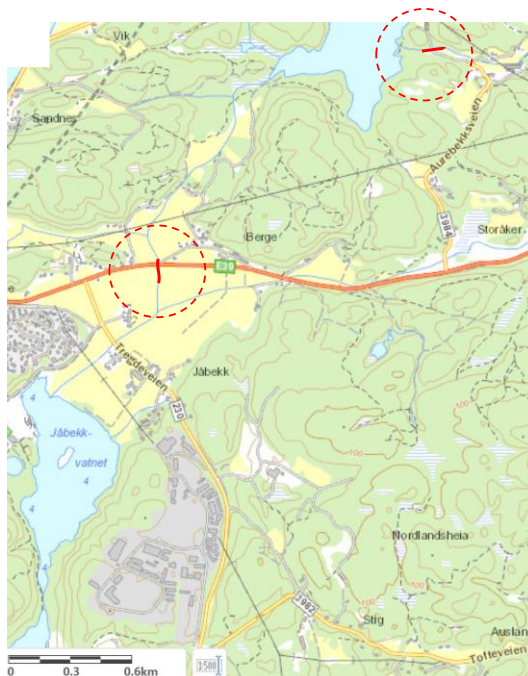
Regeviksbekken

Regeviksbekken er en liten bekk som munner ut i Regeviga ved Kleven og Gismerøya, like øst for elvemunningen til Mandalselva. Nedbørfeltet er 0,52km², men en gjennomsnittlig vannføring på om lag 9,1 l/sek. Sjøaure kan vandre omtrent 430 meter opp i vassdraget. Det finnes to små tjern i den anadrome delen av bekken.



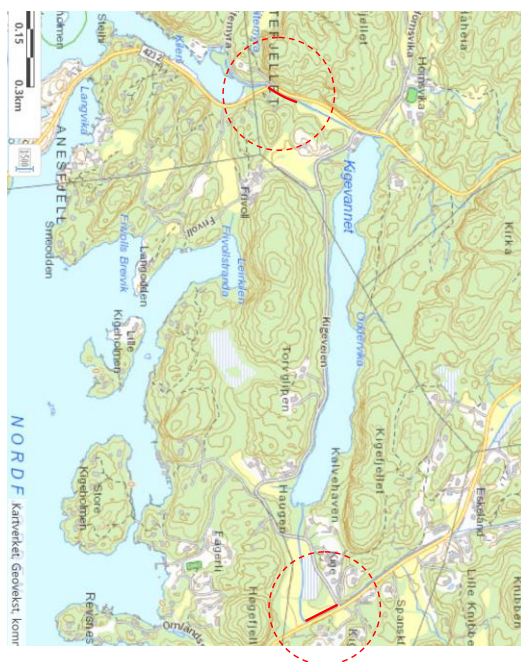
Jåbekken

Jåbekken er et mellomstort kystvassdrag som renner ut i Strømsvika. Utløpet i Strømsvika var tidligere uten inngrep, men er de senere årene blitt svært forandret med utspredning av betydelig masse på begge sider i forbindelse med anlegning av tømmerkai. Nedbørfeltet til Jåbekken er om lag 12 km². Nedre deler er jordbrukspåvirket og dette området ligger antagelig også under marin grense. Sjøauren kan vandre inn i Jåbekkvatnet og vider kan den vandre opp en liten bekk i østlige deler mot Kalvehaven eller følge hovedløpet i nordenden av vannet. Denne deler seg videre på Imesletta, ett løp mot øst og ett løp nordover og inn i Aurebekkvatnet. Flere innløpsbekker til Aurebekkvatnet fungerer antagelig som gytebekker for sjøaure.



Kigebekken

Kigebekken munner ut i Kilen, like vest for Skjernøysund. Nedbørfeltet er 2,43km² med en middelvanntføring på 52 l/s. Det finnes en liten innsjø, Kigevannet, i den 2,1km lange bekkestrekningen. Her er det satt ut sørv, søknad om rotenonbehandling for å bli kvitt arten ble ikke innvilget.

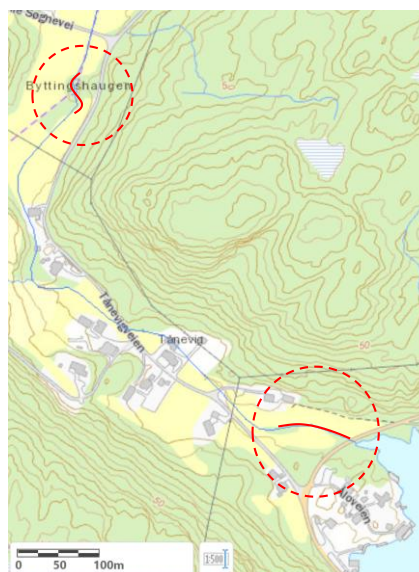
**Harkmarksvassdraget**

Harkmarksvassdraget er et relativt stort vassdrag som munner ut innerst i Harkmarksfjorden. Nedbørfeltet er 39,35km² med to store innsjøer Djubovatnet og Skagestadvatnet. I den vestlige delen av Skagestadvatnet, ved Valand finner vi Djupdalsbekken. I den nordlige delen renner Suvatnetbekken inn. Det ble elektrofisket i disse to innløpsbakkene. Det ble også el-fisket i den nederste elvestrekningen ved to anledningen, det var noe utfordrende med middels til høy vannføring, men vårt inntrykk er likevel en overaskende lav tetthet av fisk på denne nederste elvestrekningen. Årlig middelvanntføring ved utløpet er 982 l/s. Nye E-39 ble anlagt gjennom nedbørfeltet i 2020-21, og påvirket vannkjemien i deler av vassdraget under byggefasen.

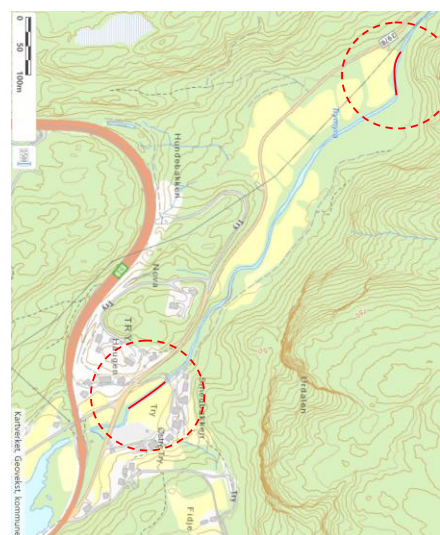


Tånevikkbekken

Tånevikkbekken er et lite kystvassdrag som renner ut på grensa mellom Lindesnes og Kristiansand kommuner i Komlefjorden, like vest for Ålo. Nedbørfeltet er 0,78km² med en middelvannføring på om lag 19 l/s. Sjøauren kan vandre omtrent en km opp i vassdraget.

**Trysbekken**

Trysbekken munner ut innerst i Trysfjorden og har et nedbørfelt på litt over 13 km² med en gjennomsnittlig vannføring på 384 l/s. Laks og sjøaure vandrer en drøy kilometer oppover bekken til en foss innerst i Trymyra. Det er mulig anadrom fisk kan vandre opp denne fossen på ideelle forhold. Funn av mye laksunger nedstrøms og ikke oppstrøms fossen i 2016 indikerer et fossen antagelig var en oppvandringsbarriere høsten 2014 og 15.

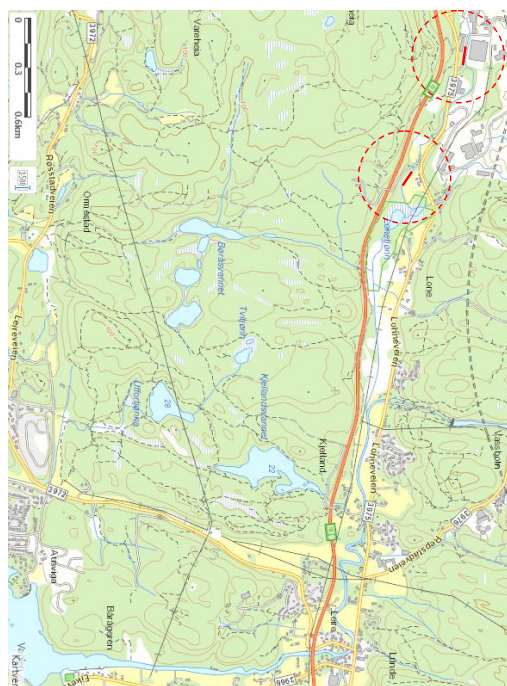
**Kleivsetelva**

Kleivsetelva har et relativt stort nedbørfelt på 21 km² med en middelvannføring på 910 l/s. Elva stuper ned i Trysfjorden like sør for utløpet av Trysbekken. Den høye fossen nære munningen gir en kort anadrom strekning på 180 meter.

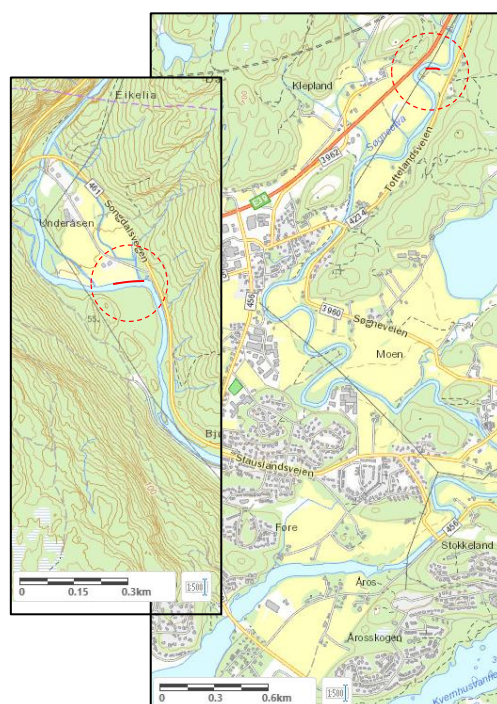


Lundeelva

Lundeelva renner ut ved Vaglen i Torvefjorden, like vest for Høllen. Lundeelva er det nest største av de undersøkte vassdragene med et nedbørfelt på 84 km² og en middelvannføring på 2205 l/s. Vassdraget kan nok heller defineres som en elv, enn et kystvassdrag, men er likevel så lite at det ofte ikke regnes blant lakseelvne i Agder. Elva forgreiner seg raskt i flere sideløp. Ved Lunde kommer Føssa fra øst, mens hovedløpet svinger mot vest. Etter om lag 1,5 km deler elva seg, fra Nord kommer Tverråna som er størst, mens Dåsåna fortsetter mot vest. Det er den senere tid bygget fisketrapp slik at anadrom fiske kan vandre inn Tverråna. El-fiske ble utført i Dåsåna. Vassdraget ble påvirket av utbygging av nye E-39.

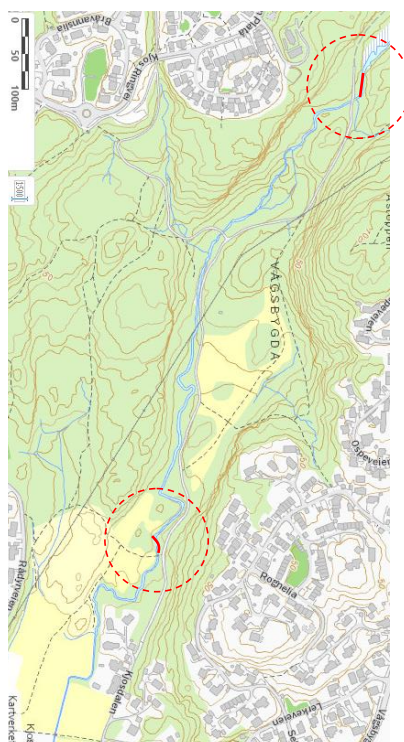
**Sygna**

Sygna (Søgne og Songdalsleva) renner ut ved Høllen og Årossanden og regnes blant de minste lakseelvne i Agder. Elva har et nedbørfelt på like over 200 km² med en middelvannføring på 6244 l/s. Elva er ikke fullkalket med doserer med det er siden 90-tallet dokumentert en økt andel laksunger i ungfiskundersøkelsen og det tas årlig noen hundre kilo laks i elva. Vannkjemien er periodevis så dårlig at det påvirker laks og spesielt utvandrende laksesmolt negativt. En kalkingsplan for vassdraget er utarbeidet. Laks og sjøaure kan vandre over 6 km oppover Sygna, like forbi Underåsen.

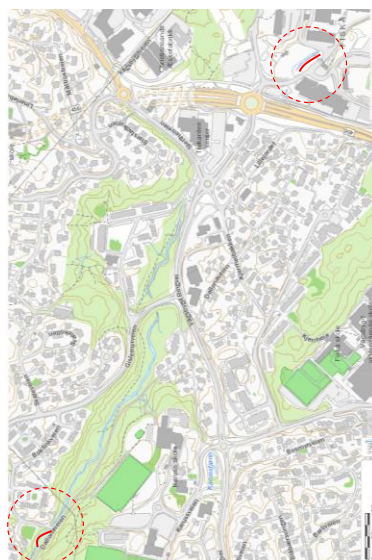


Kvernbebben

Kvernbebben (Kjøsbekken) renner ut i Kjosbukta i Vågsbygd, like vest for Kristiansand. Nedbørfeltet er 3,3 km² med en middelvannføring på 78 l/s. Kristiansand Jeger og fiskeforening har gjennomført habitatforbedrende tiltak her i flere år. Sjøaure kan vandre omtrent 1,2 km oppover i bebben. Til å være så nær Kristiansand, er bebben lite påvirket av menneskelig aktivitet.

**Fiskåbekken**

Fiskåbekken renner ut ved industriområdet på Fiskå i Vågsbygd. Nedre deler av bebben går i rør under Vågsbygdveien og industriområdet til Elkem. Det er meldt om utslipp fra kommunalt renseanlegg til bebben for noen år tilbake. Det er usikkert om sjøauren kan vandre gjennom de mange kulvertene i nedre deler. Nedbørfeltet er 6,9 km² med en middelvannføring på 170 l/s.



NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) er Norges viktigste miljøforskningsinstitutt for vannfaglige spørsmål, og vi arbeider innenfor et bredt spekter av miljø, klima- og ressurs spørsmål. Vår forskerkompetanse kjennetegnes av en solid faglig bredde, og spisskompetanse innen mange viktige områder. Vi kombinerer forskning, overvåkning, utredning, problemløsning og rådgivning, og arbeider på tvers av fagområder.



Norsk institutt for vannforskning

Økernveien 94 • 0579 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no