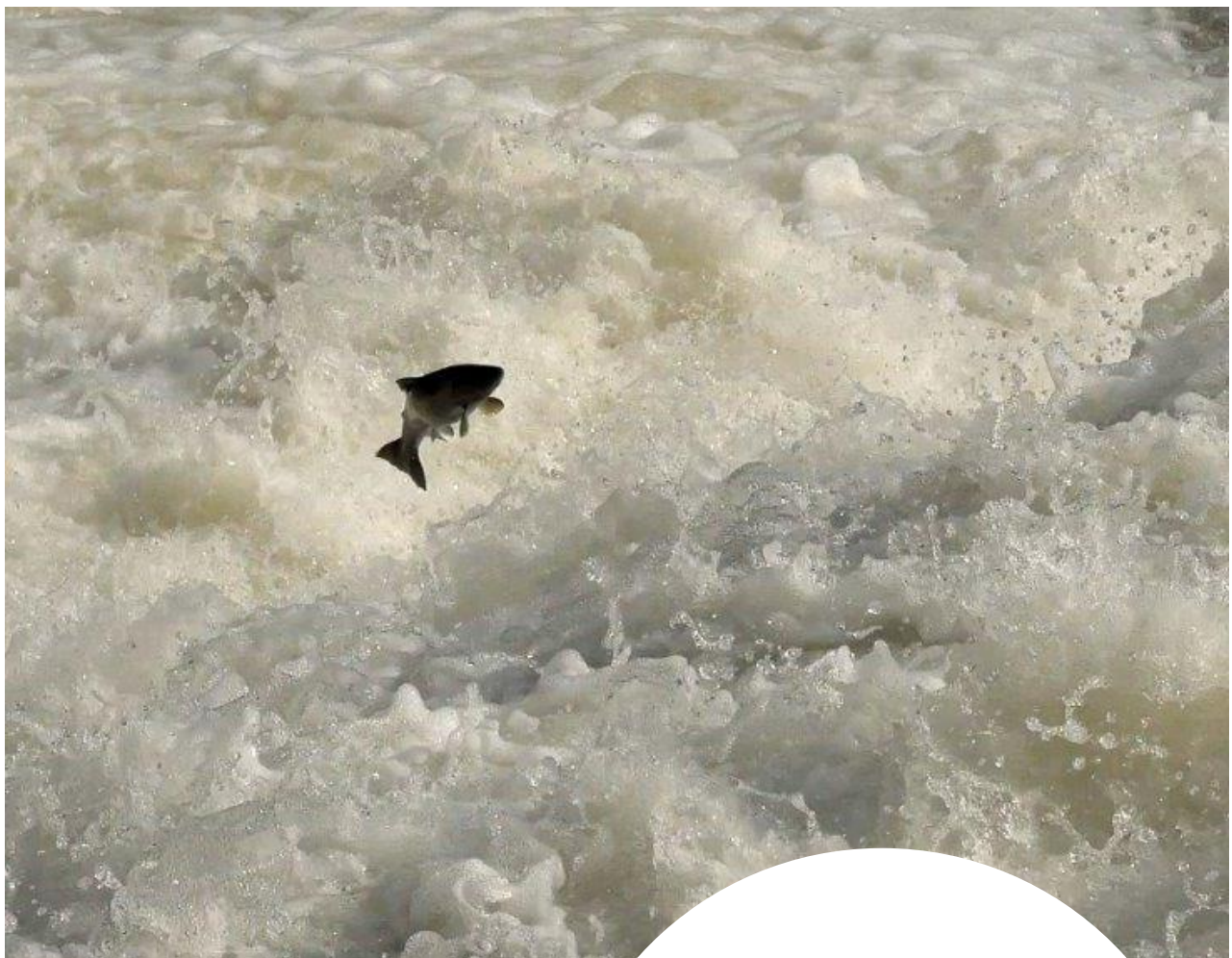




Vestfold og Telemark
FYLKESKOMMUNE

**Prosjekt Gyrofri – Risiko for spredning av lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* til Oslofjorden – Hindres spredning av *G. salaris* av en saltbarriere? Rapport 20.01.2023.
Vestfold og Telemark Fylkeskommune.**

Sluttrapport



Utgangspunktet for prosjektet er å undersøke risiko for spredning av *Gyrodactylus salaris* til Oslofjorden fra Drammensfjorden

www.gyrofri.no

Hovedpartnere og bidragsytere i prosjektet



Rapporten refereres slik:

Solheim, L. W., Christensen, G. N., Haugen, T. O., Staalstrøm, A. og Mo. T. A. 2023. Prosjekt Gyrofri – Risiko for spredning av lakseparasitten Gyrodactylus salaris til Oslofjorden – Hindres spredning av G. salaris av en saltbarriere? Rapport 20.01.2023. Vestfold og Telemark Fylkeskommune.

Forside: Hoppende laks i Numedalslågen. Foto: Per Foss

Innholdsfortegnelse

1. Forord	4
2. Sammendrag	6
3. Summary	11
4. Innledning	14
4.1. Bakgrunnen for prosjektet	14
4.2. Hvordan arbeidet vi i Gyrofri	17
4.3. Ekspertgruppas arbeid i Drammensregionen og prosjekt Gyrofri	19
4.4. Klimaendringer	20
4.5. <i>Gyrodactylus salaris</i> i Sverige	21
5. Resultater og diskusjon	22
5.1. Arbeidspakke 1 – Saltholdighetens robusthet	22
5.2. Arbeidspakke 2 – Risiko for spredning av <i>G. salaris</i> med fisk	25
5.3. Arbeidspakke 3 – Overvåkning	30
5.4. Arbeidspakke 4 – Forvaltningsråd	32
5.5. Nye utfordringer	35
5.6. Videre planer i Gyrofri-prosjektet	35
6. Ord og uttrykk	37
7. Referanseliste og litteratur	38
8. For mer informasjon se også	42

1. Forord

Hensikten med prosjektet var å undersøke risiko for spredning av lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* (*G. salaris*) fra Drammenselva, Lierelva og Sandeelva videre til det nasjonale laksevassdraget Numedalslågen i den nasjonale laksefjorden Svennerbassenget.

Sluttrapporten gir en samlet oppsummering av «prosjekt Gyrofri». I tillegg til denne rapporten er det utarbeidet flere status- og fagrapporter i prosjektet – se: Solheim og Bjellvåg 2015, Staalstrøm mfl. 2023, Haugen mfl. 2023.

I samråd med sektormyndighetene, forskningsinstitusjoner og interesseorganisasjoner var det et ønske om at Vestfold fylkeskommune tok rollen som prosjektansvarlig og prosjektledelse samtidig som avtaler om leveranser til ulike arbeidspakker ble lagt til FOU institusjonene Akvaplan-niva, Norges Miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU), Norsk institutt for vannforskning (NIVA) og Norsk institutt for naturforskning (NINA).

Øvrige partnere etter regionreformen har vært Statsforvalteren i Vestfold og Telemark og Statsforvalteren i Viken, Viken fylkeskommune, flere kommuner, Mattilsynet (ansvarlig sektormyndighet), Miljødirektoratet (observatør), Norges Jeger- og Fiskerforbund (NJFF), Norske Lakseelver, Fagrådet for laks og sjøørret på Østlandet, Sandefjord forvaltingslag for anadrom laksefisk (SFFAL) mfl. (ressursgrupper).

Prosjekt Gyrofri har arbeidet etter 3 hovedprinsipper, - at arbeidet skal være nytt, nyttig og å kunne nyttiggjøres. Sluttrapporten bygger på en serie forskningsrapporter og har som hovedmål å oppsummere og formidle resultater som kan nyttiggjøres.

Prosjektet er delt inn i 4 arbeidspakker (hovedansvarlig i parentes):

- AP 1. Saltholdighetens robusthet (André Staalstrøm, fagansvarlig forsker ved NIVA).
- AP 2. Spredning av *G. salaris* med fisk (Guttorm N. Christensen, fagansvarlig FOU-sjef ved Akvaplan-niva, Thrond O. Haugen, professor ved NMBU og Tor Atle Mo, seniorforsker i NINA).
- AP 3 Overvåkning (Lars W. Solheim, rådgiver Vestfold og Telemark fylkeskommune og Guttorm N. Christensen, Thrond O. Haugen).
- AP 4 Forvaltningsråd (Lars W. Solheim, Guttorm N. Christensen, Thrond O. Haugen).

En takk rettes også til vannområdekoordinator Agnes Hov Bjellvåg for bidrag i første del av prosjektet og Regionalt Forskningsfond Vestfold og Telemark for faglige råd om prosesser og økonomisk støtte til prosjektet.

FOU-prosjektene FjordOs I og FjordOs II ledet av professor Karina Hjelmervik (Universitetet i Sørøst-Norge) tilførte prosjekt Gyrofri betydelig kunnskap som seinere i prosjektet ble styrket ytterligere i samarbeid med NIVA i hovedprosjektet.

En takk rettes også til det administrative vannforvaltningsmiljøet i Viken fylkeskommune og representanter for svensk forskning- og forvaltning for godt samarbeid i slutfasen av prosjektet.

Takk til Trond Håvelsen (DOFA), Frode Laugerud (Hellefoss Klekkeri) samt mange frivillige sportsfiskere og deres barn. Takk til Elin Hønsi, Vassdragsteknisk ansvarlig ved Glitrevannverket IKS, for rask levering av vannføringsdata fra Lierelva.

.....

Lars Wilhelm Solheim, Prosjektkoordinator, Vestfold og Telemark fylkeskommune

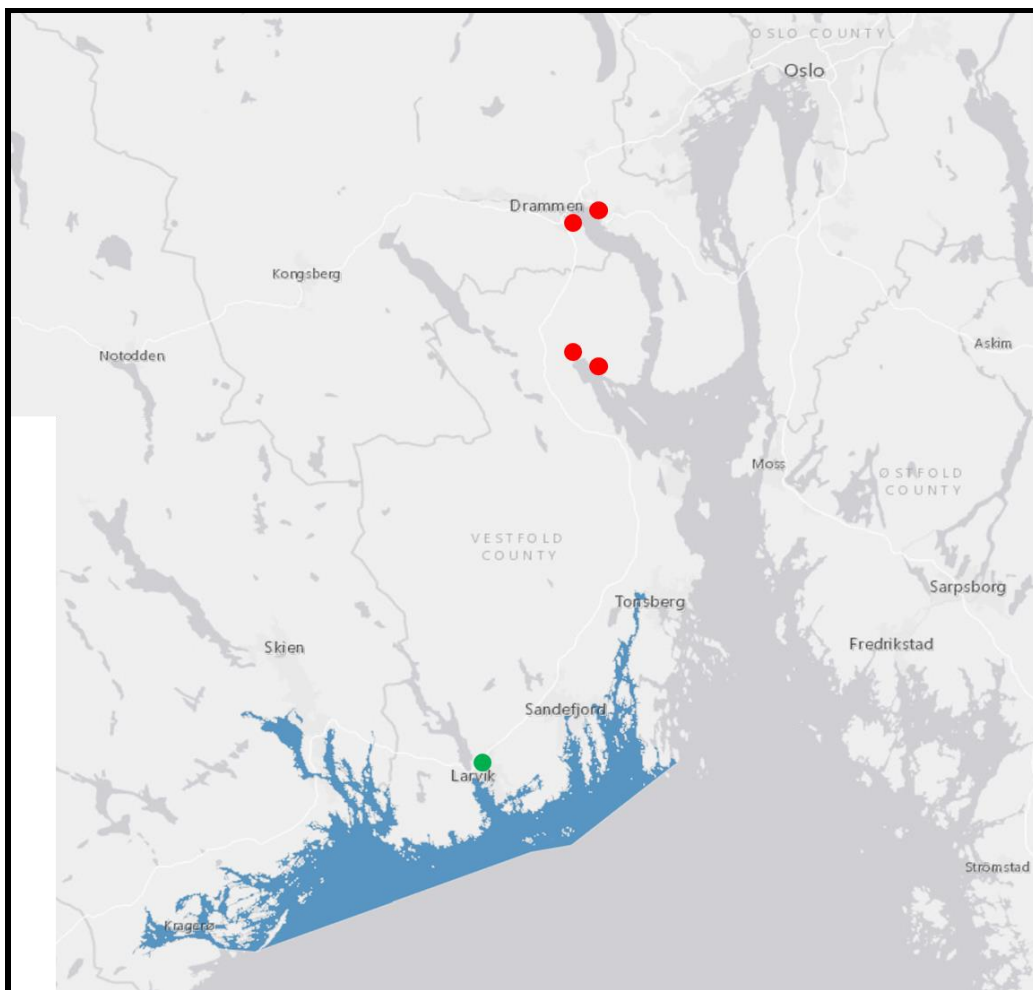
Januar 2023



Foto: Sluttkonferansen Hotell Jeløy Radio, september 2021. Foto: Lill Irene Cressey, RFF Vestfold og Telemark.

2. Sammendrag

Motivasjonen til oppstart av prosjekt Gyrofri bygger på bekymring for spredning av lakseparasitten *G. salaris* fra vassdrag i Drammensfjorden og Sandebukta via den nasjonale laksefjorden Svennerbassenget til Numedalslågen (Figur 1).



Figur 1. Kart over Oslofjorden som viser vassdrag som er infisert med lakseparasitten *G. salaris* (røde prikker) og den nasjonale laksevassdragen Numedalslågen (grønn prikk) den nasjonale laksefjorden Svennerbassenget. Kilde: Fiskeridirektoratet

G. salaris er en ferskvannsparasitt som overlever kun korte perioder i saltvann. Det har derfor vært antatt at spredning sør for Breiangen ikke har vært mulig da man har trodd at disse områdene har så høy saltholdighet at parasitten ikke vil overleve, dvs at en *saltvannsbarriere* har hindret videre spredning. Nyere observasjoner viser imidlertid at denne saltvannsbarrieren er mindre robust enn antatt. De ytre deler av Oslofjorden får nå tilført mer ferskvann fra de store vassdragene Glomma og Drammenselva gjennom større og hyppigere flomepisoder enn tidligere. Dersom *G. salaris* spres videre sør for Breiangen og inn til Svennerbassenget vil spredningsrisikoen til Numedalslågen øke

dramatisk da dette bassenget i lange perioder også har mye ferskvann fra både Aulivassdraget og Numedalslågen. Videre kan man se for seg et scenario med spredning mellom småelver som er lokalisert mellom Aulivassdraget og Numedalslågen da flere av disse har laks. Med dette bakteppet ble Gyrofriprosjektet igangsatt. Prosjektet satte seg fore å belyse to hovedspørsmål:

1. Hindres spredning av *G. salaris* av en saltvannbarriere i Oslofjorden?
2. Utgjør vandringsmønsteret til smolt, voksen laks, vinterstøinger og sjøørret en fare for spredning av *G. salaris*?

Disse hovedspørsmålene og andre problemstillinger belyses i følgende arbeidspakker:

- AP 1. Saltholdighetens robusthet
- AP 2. Risiko for spredning av *G. salaris* med fisk
- AP 3 Overvåkning
- AP 4 Forvaltningsråd

Sjøørretprosjektet i Vestfold registrerte at det finnes om lag 120 bekker og elver med anadrom laksefisk mellom Drammenselva og Numedalslågen. Etter flom er det mulig å se «strømfelt» av varierende lengde, bredde og dybde som «slanger seg» langs kysten. De lokale fiskerne i Vestfold kaller dette for en "strømrand" der man tydelig kan se at det er vannmasser med ulike egenskaper. Observasjoner av flomløp fra de store elvene ut i fjorden syntes å ha en bevegelse samme retning som de små vassdragene. I de øverste vannlagene er saltholdigheten (PSU) lavest og det er observert stimer med antatt laks nær overflaten i kanten av slike strømfelt. Det er trolig at disse strømfeltene kan fungere som spredningskorridorer for *G. salaris* ved smoltens utvandring. Strømfeltene møter større strømsystem i Ytre Oslofjord og blander seg med disse. Dette diskuteres videre under arbeidspakke 1 (saltholdighetens robusthet).

Undersøkelser fra arbeidspakke 2 (risiko for spredning av *G. salaris* med fisk) viste at utvandrende fisk, både laks og ørret, hadde utvandringsmønstre som medfører risiko for spredning av parasitten utover fjorden. For det første, bruker begge arter i all vesentlighet de øvre 2 meter, dvs det mest ferskvannspåvirkede vannlaget, på vei ut fjorden. Videre viste studien at laksesmoltutvandringen fra elvene ble igangsatt av vannføringsendringer knyttet til vannføringstopp, men at utvandringssperioden varte i flere uker (tidlig mai til midten av juni) innen samme vassdrag. Vinterstøingene av laks fra Drammenselva vandret ut noen uker tidligere enn smolten fra samme vassdrag. På denne måten var det utvandrende laks i fjorden over en to-måneders periode (slutten av april til slutten av juni), noe som resulterer i at disse fiskene opplever svært ulike saltholdigheter under utvandringen, og dermed også stor variasjon i miljøforhold som påvirker spredningsrisiko. Et siste trekk som gir økt spredningsrisiko til Numedalslågen er at et lite, men ikke ubetydelig, antall individer av begge arter ble registrert i Svennerbassenget. Det var stor variasjon mellom år (2016-2018) i bruken av dette området, ingen i 2018, men inntil 10 % av enkelte grupper i de to andre årene.

Telemetridataene ble brukt til konstruksjon av utvandringmodeller for laksen. Disse modellene ble brukt til å simulere smoltens utvandningsforløp og til disse forløpene koblet vi FjordOs-modellens saltholdighets- og temperaturestimer for å modellere den utvandrende fiskens erfarte miljø. Ved å

smitte opp hver simulerte smolt med *G. salaris* med typiske smittetall i det den forlater elva kunne vi estimere daglig *G. salaris* dødelighet ut fra fiskens erfarte temperatur- og saltholdighetsregime basert på en publisert dødelighetsmodell. På denne måten kunne vi simulere forventet smitteintensitet hos de simulerte laksesmolten under hele utvandningsruta. Simuleringene viste at sannsynligheten for at laksesmolten bar med seg levende *G. salaris* til områder sør for Breiangen varierte betydelig mellom år og vassdrag og at særlig i 2018 var det mange individer som hadde med seg levende *G. salaris* til områder sør for Bolærne. Selv om ingen av de 6000 simulerte individene (500 pr elv pr år) hadde smitte med seg til Svennerbassenget, var det 2,5 % som brukte disse områdene. Vi anser det derfor som overveiende sannsynlig at det over tid vil være forhold som gjør at utvandrende smolt eller vinterstøinger bærer med seg *G. salaris* også til Svennerbassenget og Numedalslågen.

Gyrofri-simuleringene fanger ikke opp bevegelser i mindre strømfelt der smolten tenkes å svømme i strømlommer av ferskvann. Denne usikkerheten ble imidlertid forsøkt fanget opp i en egen algoritme der den simulerte smolten søkte opp det minst salte tilgjengelig hver dag (men med netto sydlig framdrift hver dag). Dette scenarioet produserte noe uventet at det kan være økt risiko for avspredning *G. salaris* fra gyroinfiserte vassdrag i Drammensregionen til østsiden av Oslofjorden eller også motsatt vei, - fra svensk side dersom norske vassdrag infiseres via spredning av *G. salaris* som i dag er å finne i vassdrag på vestkysten av Sverige. Modellering av saltholdighet viser at i en ekstrem flomsituasjon i fjordsystemet slik som den i juni 1995, vil det være stor sannsynlighet for at parasitter ville overleve på fisk hvis de hadde vandret mellom Glomma og Aulivassdraget. Modelleringene viser også at det på strekningen fra Tønsbergfjorden til Larviksfjorden i perioder med varighet opp mot to uker kan være en saltholdighet ned mot 18 psu, men saltholdigheten vil være høyere enn 24 psu mesteparten av tiden. Basert på saltholdighet vil det trolig være lav sannsynlighet for at lakseparasittene overføres fra Aulivassdraget til Numedalslågen. Området mellom Tønsberg og Larvik (Svennerbassenget) kan betraktes som en saltholdighetsbarriere. Simuleringene av fiskevandring viser likevel at det som overveiende sannsynlig at det over tid vil være forhold som gjør at utvandrende smolt eller vinterstøinger bærer med seg *G. salaris* også til Svennerbassenget og Numedalslågen.

Nytt og nyttig og nyttiggjort

- Prosjekt Gyrofri har vist at ny kunnskap kan synliggjøres gjennom samarbeid med ulike fagfelt og sektorer innen forskning og forvaltning. Dersom miljømål skal nås er det en forutsetning at arbeidet koordineres på et administrativt og politisk nivå, ikke minst når det gjelder de økonomiske sidene av arbeidet. «Helhetlig plan for en ren og rik Oslofjord med et aktivt friluftsliv» (2021) har etablert et *Oslofjorderåd* for oppfølging av den planen. Videre arbeide om *G. salaris* i Oslofjorden bør innrapporteres som «Tiltakspunkt» til Oslofjorderådet. Rådet må arbeide for ressurser slik at Oslofjorden blir fri for *G. salaris* i framtiden. Miljødirektoratets og Mattilsynets økonomi må sikres slik at nødvendige tiltak blir gjennomført innen fristen i vannforskriften (2033).
- Ansvarlig sektormyndighet for spørsmålet om spredning av *G. salaris* i Oslofjorden er Mattilsynet. Prosjekt Gyrofri anbefaler at Mattilsynet i dialog med Oslofjorderådet innarbeider oppfølging av arbeidet med *G. salaris* i relevante tiltakspunkt i handlingsdelen til «Helhetlig plan for en ren og rik Oslofjord med et aktivt friluftsliv», konferer miljømål i de regionale vannforvaltningsplanene som berører Oslofjorden.
- Gjennom Gyrofri-prosjektet har vi avdekket ny kunnskap om strømningsforhold i Oslofjorden og vandringsmønsteret til laks og sjøørret. Disse resultatene sammen med telemetristudiene viser at det er en betydelig risiko for at parasitten kan spres til andre vassdrag i Oslofjorden, der Aulivassdraget viser seg å være et "hotspot"-område. Aulivassdraget har både bestander av laks og sjøørret. Om parasitten når Aulivassdraget anses sannsynligheten for videre spredning som relativt stor. I et varmere klima og med 10 % høyere vannføring i Drammenselva kan risikoen sannsynligvis økes ytterligere. Aulivassdraget er derfor en særlig viktig elv å overvåke med tanke på å unngå spredning av *G. salaris* videre til Numedalslågen.
- Tall fra el-fiskeundersøkelser i kystnære bekker i Vestfold viser at det er et økende antall bekker der det blir påvist laksunger. Det er viktig å gjennomføre en kartlegging i antall bekker mellom det infiserte Sandeområdet og videre sørover til Numedalslågen, slik at man helt frem til tiltaket med fjerning av *G. salaris* i regionene er gjennomført har en kontroll på eventuell ny spredning av *G. salaris*.
- Under storflommen i 2015 («ekstremværet» Petra) var det ekstremt mye vann i Glomma. Vannføringen i Drammenselva var også høy, men ikke høyere enn at slike vannføringer kan opptre med en til to års mellomrom. Slike episoder som i 2015 vil derfor først og fremst øke risikoen for overføring av parasitten fra vest til øst. Vurderingen av saltholdigheten i Oslofjorden som er gjort i denne rapporten viser at saltholdigheten periodevis er så lav at en del *G. salaris* mest sannsynlig overlever på vandrende laks fra Drammenselva og helt fram til området rundt Horten.



Figur 2. Illustrasjon om ekstremværet "Petra". Illustrasjon: Camilla Freng Billett og Lars W. Solheim.

- Det er flere gyroinfiserte vassdrag på svensk side som kan føre til økt risiko for spredning til norske vassdrag både på østsiden og vestsiden av Oslofjorden. Det er generelt nødvendig med et bredere samarbeid om *G. salaris* i Oslofjorden, et samarbeid som også må involvere svensk forskning og forvaltning.
- Enningdalselva er et felles norsk/svensk laksevasdrag. På norsk side har elva status som nasjonalt laksevasdrag, mens Iddefjorden derimot ikke er tildelt status som nasjonal laksefjord. Behovet for en harmonisert tilnærming av elv og fjord bør drøftes nærmere på et myndighetsnivå i Norge og Sverige.
- Overvåkning. Behov for satellittovervåkning og studier av *strømfelt/ vandringskorridorer* for anadrom fisk/laks i sjøen under flom og ekstremvær, -fra utløpet til Glomma, Drammensvassdraget og Aulivassdraget bør drøftes.

I sum betyr dette at det er særdeles viktig at miljømål følges opp seinest innen fastsatte frister etter vannforskriften som er 2033.

3. Summary

The background for the project Gyrofri is based on concern that the salmon parasite *G. salaris* from rivers in the Drammensfjorden and Sandebukta can infect the National salmon fjord "Svenner Basin" and the adjacent national salmon river Numedalslågen (Figure 1).

G. salaris is a freshwater monogenean fluke that lives as a ectoparasite on the salmon skin. The parasite only survives short periods in saltwater. It has therefore been assumed that rivers south of Breianger area will not be infected by *G. salaris* due to the high salinity that presumably characterize this area and act like a saltwater barrier has prevented further infections of rivers. However, recent observations show that this saltwater barrier is less robust than previously assumed. The outer parts of the Oslofjord are now supplied with more fresh water from the large river systems Glomma and Drammenselva through larger and more frequent flood episodes than before. If *G. salaris* is transported further south of Breianger and into the Svenner basin, the risk of spreading to Numedalslågen is believed to increase dramatically as this basin also receives a lot of freshwater from both the Aulivassdragnet and Numedalslågen for long periods. Furthermore, one can imagine a scenario with transport of *G. salaris* between small rivers located between the Aulivassdragnet and the Numedalslågen, as several of these have salmon. Against this backdrop, the Gyrofri project was launched. The project has two main questions:

1. Is the distribution of *G. salaris* constrained by a saltwater barrier in the Oslo Fjord?
2. Does the migration pattern of smolts, adult salmon and sea trout increase the risk of *G. salaris* spreading to new river systems?

These main questions and other issues are highlighted in the following work packages:

- AP 1. Robustness of salinity barrier
- AP 2. Risk of transporting *G. salaris* with fish to new rivers
- AP 3 Monitoring
- AP 4 Management

The "Sea trout project" in Vestfold County recorded that there are about 120 streams and rivers with anadromous salmonids between the rivers Drammenselva and Numedalslågen.

Observations of flood water from large rivers that empty into the outer Oslofjord areas seemed to have a movement in the same direction as the small waterways. In the shallow water layers (< 3m), the salinity (PSU) is the lowest and shoals of Atlantic salmon have been observed near the surface at the edge of such current fields. It is likely that these current fields act as migration corridors for fish. The current fields meet the larger current system in the Outer Oslofjord and mix with these. This is discussed further under work package 1 (salinity robustness).

The telemetry data from work package 2 (risk of *G. salaris* spreading with fish) showed that emigrating fish, both salmon and trout, had migration patterns that increasing risk of parasite spread beyond the Drammensfjord/Sandebukta area. Firstly, both species essentially use the upper 2 meters, i.e., the water layer with most fresh water, while descending the fjord. Furthermore, the

study showed that migration of salmon smolt from the rivers was initiated by changes in river discharge linked to peaks in water flow, and that the migration initiation period lasted for several weeks (early May to mid-June) within the same watercourse. The salmon kelt from Drammenselva initiated migration a few weeks earlier than the smolt from the same watercourse. In this way, there were migrating salmon in the fjord over a two-month period (end of April to end of June), which resulted in these fish experiencing very different salinities during migration, and thus also great variation in environmental conditions affecting the risk for transporting the parasite to new river systems. A final feature that increases the risk of spread to Numedalslågen is that a small, but not insignificant, number of individuals of both species were recorded in the Svenner Basin. There was great variation among years (2016-2018) in the use of this area, none in 2018, but up to 10 % for certain groups in the other two years.

The telemetry data was used to construct migration models for the salmon. These models were used to simulate the spatio-temporal migration trajectory of the smolt. We linked the migration trajectories to the FjordOs model's spatio-temporal salinity and temperature estimates to model the environment experienced by the migrating fish. By infecting each simulated smolt with *G. salaris* with typical infection rates as it leaves the river, we were able to estimate daily *G. salaris* mortality based on the fish's experienced temperature and salinity regime based on a published mortality model. In this way, we were able to simulate the expected intensity of infection in the simulated salmon smolts during their entire migration route. The simulations showed that the probability of the salmon smolt transporting live *G. salaris* to areas south of Breianger varied significantly between years and watercourses and that especially in 2018 there were many individuals who carried live *G. salaris* to areas south of Bolærne. Although none of the 6,000 simulated individuals (500 per river per year) carried the infection with them to the Svenner Basin, 2.5 % used these areas. We therefore consider it very likely that over time there will be coinciding conditions that facilitate migrating smolts or kelt transport of *G. salaris* to the Svenner basin and, potentially, Numedalslågen as well.

The Gyrofri-simulations do not capture movements in smaller current fields where the smolt is thought to swim in current fields with low salinity. This uncertainty was, however, attempted to be captured in a separate algorithm where the simulated smolt sought out the least saline water available each day (but with a net southward drift each day). This scenario produced, somewhat unexpectedly, that there may be an increased risk of the spread of *G. salaris* from gyro-infected watercourses in the Drammen region to the east side of the Oslofjord (or also the opposite way if east-side populations get infected from Sweden). The FjordOs modeling of salinity shows that in an extreme flood situation as in June 1995, there is a high probability that parasites can survive on fish if they had migrated between Glomma and the Aulivassdraget.

New, useful and utilized information from the Gyrofri-project

- Project Gyrofri has shown that new knowledge can materialize through collaboration between various fields and sectors within research and administration. If environmental goals are to be achieved, it is a prerequisite that the work is coordinated at an administrative and political level, not least when it comes to the financial aspects of the work.
- "Comprehensive plan for a clean and rich Oslofjord with an active outdoor life" (2021) has

established an Oslofjord Council for follow-up of that plan. Further work on *G. salaris* in the Oslo Fjord should be reported as an "Action Point" to the Oslo Fjord Council. The council must work for resources so that the Oslofjord will be free of *G. salaris* in the future. The finances of the Norwegian Environment Agency and the Norwegian Food Safety Authority must be secured so that the necessary measures are carried out within the deadline in the water regulations (2033).

- The responsible sector authority for the issue of the spread of *G. salaris* in the Oslofjord is the Norwegian Food Safety Authority. Project Gyrofri recommends that the Food Safety Authority, in dialogue with the Oslofjord Council, incorporate follow-up of the work with *G. salaris* into relevant measures in the action section of the "Complete plan for a clean and rich Oslofjord with an active outdoor life", conferring environmental goals in the regional water management plans that affect the Oslofjord.
- Through the Gyrofri project, we have uncovered new knowledge about current conditions in the Oslo Fjord and the migration pattern of salmon and sea trout. These results together with the simulation studies show that there is a significant risk that the parasite can be spread to other watercourses in the Oslofjord, where the Aulivassdraget turns out to be a "hotspot" area. The Aulivassdraget has both stocks of salmon and sea trout. If the parasite establishes in the Aulivassdraget, the probability of further southwards spread is considered relatively high. In a warmer climate and with a 10 % higher water discharge in Drammenselva, the risk can probably increase further. The Aulivassdraget is therefore a particularly important river to monitor as a mean to prevent spreading *G. salaris* further to Numedalslågen.
- Results from electric fishing surveys in coastal rivers in Vestfold show that there is an increasing number of rivers where salmon fry are detected. It is important to carry out a study of the number of streams between the infected Sande area and further south to Numedalslågen.
- There are several gyro-infected rivers along the Swedish west coast that pose a risk of spread to Norwegian watercourses on both the east and west sides of the Oslofjord. It is therefore necessary to have a broader collaboration on *G. salaris* monitoring in the Oslo Fjord area, a collaboration that must also involve Swedish research and management institutions.
- Enningdalselva is a joint Norwegian/Swedish salmon river. On the Norwegian side, the river has the status of a national salmon river), while the Iddefjord, on the other hand, has not been granted the status of a national salmon fjord. The need for a harmonized approach to rivers and fjords should be discussed in more detail at authority level in Norway and Sweden.
- Monitoring. The need for satellite monitoring and studies of current fields/migration corridors for anadromous fish/salmon in the sea during floods and extreme weather, -from the outlet to Glomma, the Drammensvassdraget and the Aulivassdraget should be discussed.

In sum, this means that it is extremely important that environmental goals are followed up within the set deadlines according to the EU water framework directive, which are 2033 at the latest.

4. Innledning

4.1. Bakgrunnen for prosjektet

Norges hav- og kystområder og elver utgjør viktige leveområder for den atlantiske laksen (*Salmo salar*) og Norge har derfor et særskilt internasjonalt ansvar for bærekraftig forvaltning av villaksstammer (St.prp. nr. 32 (2006–2007)).

Laksebestandene i Norge representerer betydelige verdier som næringsgrunnlag for fiskerettshaverne, lokale, regionale og nasjonale aktører. Det er anslått at verdien av dette er på om lag 1 mrd. Kr. pr. år, med potensial for 2 mrd. Kr. pr. år (Kongelig resolusjon 2013).

G. salaris er anslått å være en av de største truslene mot de atlantiske laksestammene og har historisk sett medført årlige økonomiske tap for elveiere og lokalsamfunn. Numedalslågen er en av landets beste lakseelver, både hva gjelder naturlig produksjon av laks og fangst. Fisket har stor rekreasjonsverdi for svært mange, både for utøverne av «det moderne» sportsfiske og ikke minst den kulturelle og kulturhistoriske verdien av det tradisjonelle laksefisket med røtter tilbake til i hvert fall tidlig middelalder. Vi finner ikke tilsvarende i noen annen lakseelv i hele verden. Denne levende kulturhistorien er avhengig av kontinuitet i fisket.

Laksen er en viktig kulturbærer for fritidsfiske, sjølaksefiske, samisk fiske, kystkultur og tradisjonell bruk og som kilde til rekreasjon og naturopplevelse. Miljødirektoratet har under arbeidet med vannforskriften (EUs vanndirektiv), påpekt at forvaltningen bør ha økt fokus på klimautfordringer knyttet til fremmede arter og økosystem. *G. salaris* er en uønsket introdusert art som er på fremmedartsliten og som fører til stor negativ påvirkning på økosystemet i mange norske lakseelver.

Spørsmålet tas opp etter vannforskriftens § 4 (miljømål for økologisk tilstand), § 8 (frister for å nå miljømålene) og § 12 (ny aktivitet og nye inngrep), samt påtegning om *G. salaris* ved sentral godkjenning (04.07.2016) av vannforvaltningsplanen for vannregion Vest-Viken.

Sentral godkjenning uttrykker bla;

«Departementet gir utsatt frist for måloppnåelse etter vannforskriften § 9a til 2027 for vannforekomster påvirket av Gyrodactylus salaris i Drammenselva, Lierelva og Sandeelva ettersom bekjempingstiltak ikke ennå er besluttet og iverksatt, tiltaksperiode er usikker og det er urealistisk at disse vannforekomstene vil nå god tilstand innen 2021, jf. vedlegg 4.»

Gyrofri-prosjektet har tittelen; "Risiko for spredning av lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* i Oslofjorden – hindres spredning av *G. salaris* av en saltbarriere?". I dette prosjektet ble spredningsmekanismer av *G. salaris* via fisk dokumentert ved å forske på salinitet, temperatur, havstrømmer og klimaendringenes påvirkning på en eventuell saltbarriere og studier av fiskevandring.

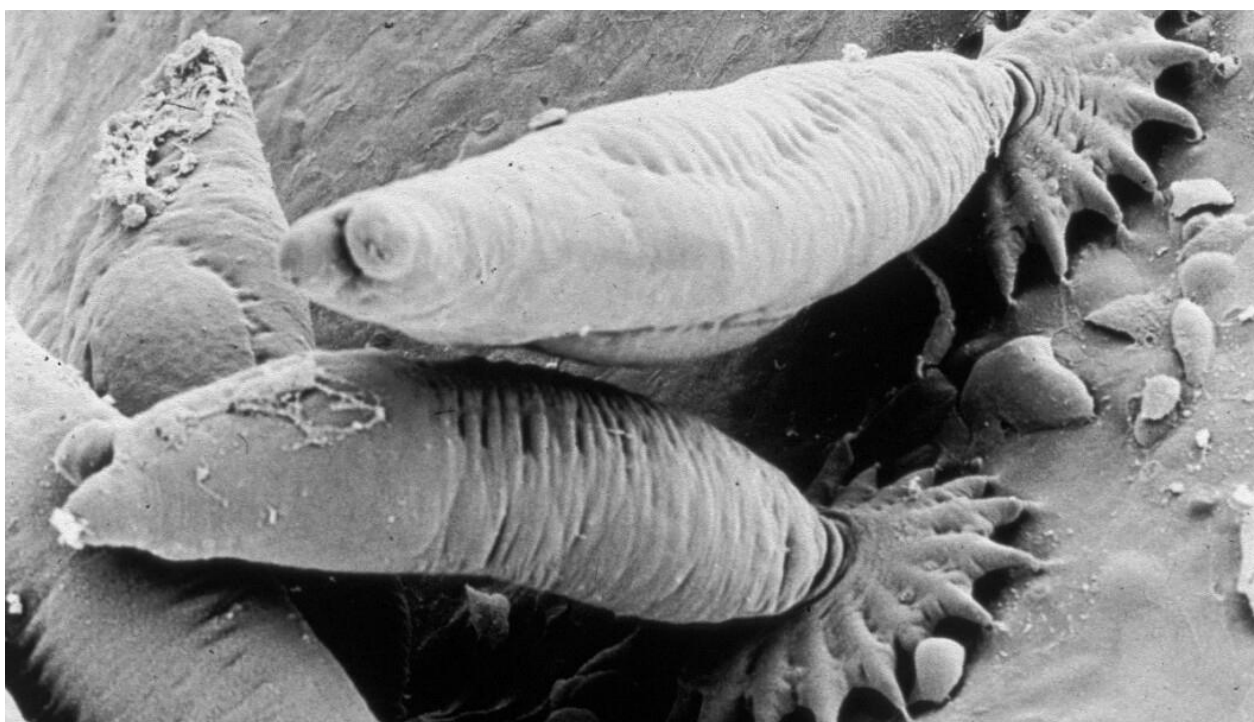
Prosjekt Gyrofri er en konkret oppfølging av et emnepunkt under vesentlige spørsmål i regional plan for vannforvaltning (2015 – 2021) i vannregion Vest-Viken. Prosjekt Gyrofri setter fokus på om

forvaltningen i tilstrekkelig grad har tatt hensyn til klimaendringer ved vurdering av risiko for spredning av *G. salaris* fra Drammensregionen til Oslofjorden og til det nasjonale laksevassdraget Numedalslågen (rapport fra Vestfold fylkeskommune, versjon 3 rev. 12.01.2015).

Hovedprosjektets overordnede målsetning var å innhente hydrologiske data, gjennomføre modellkjøringer med klimascenarioer og studere vandringsmønsteret til anadrom laksefisk for å kunne øke kunnskapen om faren for spredning av lakseparasitten fra smitteregion Drammensvassdraget og på denne bakgrunnen gi best mulige forvaltningsråd til relevante myndigheter.

Lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*

- *G. salaris* før til at produksjonen av lakseunger reduseres dramatisk (80-90 prosent) og laksestammene trues av utryddelse etter få år dersom ikke mottiltak iverksettes. *G. salaris* er regnet for å være blant de største truslene mot ville laksestammer i Norge.
- *G. salaris* er en ½ mm lang haptormark av dyregruppa gyrodactylider.
- Dyregruppa som *G. salaris* tilhører kalles monogener (haptormark). Denne kjennetegnes med et bakre fastheftingsorgan med kroker, klemmeskåler eller sugeskåler.
- Fastheftingsorganet benyttes til å feste seg på vertens hud.
- Parasitten lever hovedsakelig på finnene til fisken hvor den ernærer seg av fiskens hud. Sårene i fiskens hud kan bli infisert av sopp og bakterier.
- *G. salaris* er en ferskvannsparasitt som dør etter kort tid dersom den eksponeres for rent sjøvann, men overlever opptil noen dager i brakkvann.
- *G. salaris* har vært påvist i 51 elver i Norge. I dag har 8 elver kjent forekomst av *G. salaris* og 42 elver er friskmeldt.
- Norge har til nå brukt 1,1 milliard til bekjempelse av *G. salaris*.



Figur 3. Parasitten *Gyrodactylus salaris* er bare en halv millimeter lang og har vært en av de største truslene mot norsk villaks. (Foto: Tor Atle Mo, NINA)

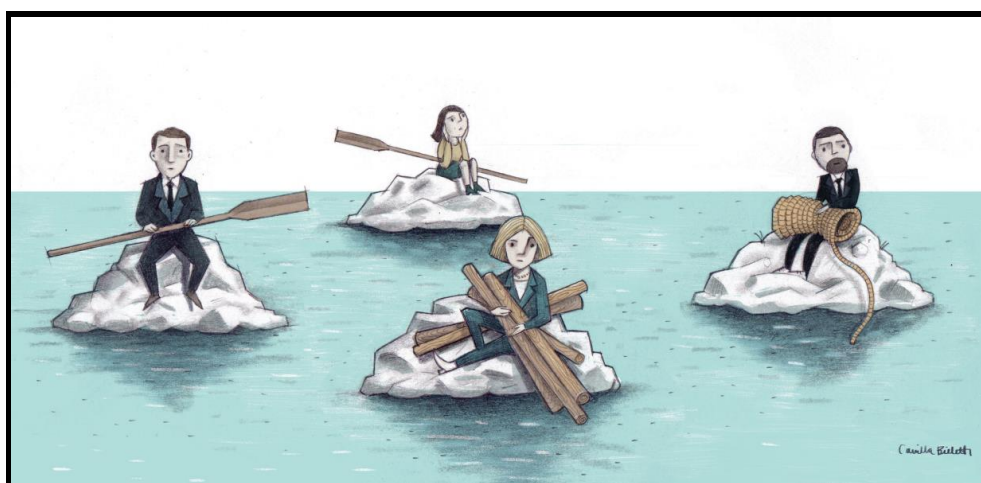
4.2. Hvordan arbeidet vi i Gyrofri

Mål for prosjektet Gyrofri

- **Mål med Gyrofri:** Å etablere et kunnskapsgrunnlag som kan legges til grunn for å unngå videre spredning/ risiko for spredning av *G. salaris* til nye anadrome vassdrag i Oslofjorden.
- **Mål for norsk forvaltning:** Å etablere felles kunnskapsgrunnlag og strategi for å fjerne lakseparasitten helt fra infiserte vannforekomster på norsk side, samt å unngå å bli infisert på nytt.
- **Mål for samhandling:** Å etablere et felles kunnskapsbasert grunnlag for samhandling og effektiv bruk av ressursene.

Prosjektet startet opp i 2015 gjennom et kvalifiseringsprosjekt støttet av Oslofjordfondet. Etter at kvalifiseringsprosjektet var avsluttet viste resultatene et bredt faglig behov for å gå videre med et hovedprosjekt (2016) støttet av Oslofjordfondet. Planlagt avslutning av prosjektet har blitt utsatt grunnet utbruddet av Covid-19, samt behov for et forsterket kunnskapsgrunnlag gjennom ytterligere feltarbeid. Sluttkonferansen ble holdt 21 – 22 september 2021. Prosjektet la opp til å utarbeide omforente forvaltningsråd gjennom prosessen i sluttkonferansen.

Partene i prosjektet har hatt et svært godt samarbeidet gjennom hele fasen fra utvikling av prosjektet til utarbeidelse av søknad og for å skaffe finansiering til gjennomføringen. Dette har vært et samarbeid der forskere, forvaltning, sektormyndigheter og lokale interesser har over lengre tid jobbet svært godt sammen. Prosjektet har dermed blitt gjennomført i samsvar med FNs bærekraftsmål 17 om «samarbeid for å nå målene». *G. salaris* ble omtalt og påpekt som en utfordring av statsråd Vidar Helgesen (H) i sentral godkjenning av Regional vannforvaltningsplan for Vest Viken vannregion sommeren 2016. Etter regionreformen har vannregionmyndighetene i Innlandet og Viken og Vestfold og Telemark samarbeidet om prosjektet.



Figur 4. Illustrasjon om samarbeid. I Gyrofri var det et samarbeid der forskere, forvaltning, sektormyndigheter og lokale interesser har over lengre tid. Illustrasjon: Camilla Freng Billett.

Iht. vannforskriften og de regionale planene for vannforvaltning har en samlet forvaltning tiden fram til 2033 for gjennomføring av tiltak knyttet til spørsmålet om *G. salaris* i Oslofjorden. Mattilsynets (ansvarlig sektormyndighet for spørsmål om spredning av *G. salaris*) framdriftsplan er 2030, og Miljødirektorats (ansvarlig sektormyndighet for utryddelse av *G. salaris*) fremdriftsplan er 2031 (tentativ tidslinje, - stenging av Hellefossen, kjemisk behandling 2025-26, 2027-31 overvåking og gjenoppbygging, eventuell forsinkelse ett år). Dette passer godt ift. tidsplanen for vannforskriften med vedtak i regional plan for vannforvaltning i 2033, konferer www.vannportalen.no der målsettingen er at *G. salaris* skal være borte fra Oslofjorden innen den tid.

Fylkeskommunens rolle i prosjekt Gyrofri var å etablere en møteplass der berørte sektormyndigheter, forvaltning og forskning kunne dele kunnskap, - diskutere problemstillinger og skape synergier gjennom samarbeid. Dette aktualiserte seg særlig i prosjekt Gyrofri der tema faller mellom flere forvaltningsnivåer og på tvers av større administrative geografiske grenser. Dette gjelder også funn om økt risiko for smitte fra gyroinfiserte vannforekomster på den svenske vestkysten, samt risiko ved planer om villet flytting av fisk fra områder som allerede er smittet ifm. fiskekultivering eller akvakultur av anadrome arter.

Etter hvert som ny kunnskap bygges involverte dette et bredere miljø, også fra svensk side (Lanstyrelsen i Värmlands len, Havs- og vattenmyndigheten, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser (SLU Aqua) og Statens Veterinärmedicinska Anstalt, SVA).

Statsforvalteren i Innlandet ble også involvert i sluttkonferansen for å drøfte eventuelle konflikter mellom bekjempelse av *G. salaris* i Oslofjorden og prosjektet om etablering av laks fra svensk side til Trysilvassdraget.

Prosjektet Gyrofri ble organisert i følgende fire arbeidspakker:

- AP 1. Saltholdighetens robusthet
- AP 2. Risiko for spredning av *G. salaris* med fisk
- AP 3 Overvåkning
- AP 4 Forvaltningsråd

Følgende ble gjort i Gyrofri:

- Supplere det eksisterende overvåkningsprogrammet for Ytre Oslofjord, for å beskrive hvordan saltholdigheten varierer i en flomsituasjon.
- Overvåkning av saltholdighet i overflatelaget i Oslofjorden med eksisterende FerryBox målinger. Dette vil innebære og ta i bruk data som måles på Oslo-Kiel ferga.
- Kontinuerlige målinger av saltholdigheten.
- Ta i bruk FjordOs-modellen som et aktivt verktøy for å studere saltholdighet og strømforhold i overflaten i nær sann tid, og for å studere effekten av mer intens nedbør på saltbarrieren.
- Årlig undersøkelser av gyrosituasjonen i Selvikelva, Bergselva og Ramnesbekken.
- Studier av laksesmolt/voksen laks/vinterstøinger/sjøørret på vandring ved bruk av telemetri. Slike studier vil blant annet kunne avdekke hvor raskt fisken kan vandre fra et infisert område til et ikke-infisert område, om fisken vandrer opp i flere ulike vassdrag i løpet av høsten.
- Risikovurderingsmodell som tar i bruk den nye informasjonen om overflatevannets saltholdighet og temperatur under ulike klimascenarioer, fiskens vandringsmønster og parasittens salinitets- og temperaturrelaterte overlevelse i en kombinert risikoanalyse (Haugen mfl. 2014, Haugen mfl 2023).

4.3. Ekspertgruppas arbeid i Drammensregionen og prosjekt Gyrofri

G. salaris i Drammensregionen

- Lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* ble introdusert i Drammenselva i 1987.
- Parasitten ble spredt til Lierelva samme år (1987) og senere til Sandeelva (2003) og Selvikelva (2019). Parasitten bryr seg ikke om administrative grenser – derfor må vi samarbeide på tvers av disse, men hvem samarbeider med hvem?
- Parasitten medfører i prinsippet at disse fire elvene ikke oppnår god økologisk tilstand (*) etter vannforskriften (*) og skal i prinsippet rehabiliteres ved at parasitten blir utryddet fra vannforekomstene (konferer vannforskriften §§ 4, 8 og 12 (28)). En arbeidsgruppe som ble oppnevnt av Miljødirektoratet i 2015 mener at G. salaris kan utryddes fra Drammensregionen. Forut for en kjemisk behandling må det skje en kunnskapsinnhenting som gir trygghet for at de store utfordringene som arbeidsgruppen har identifisert, kan håndteres på en sikker måte.

Miljødirektoratet oppnevnte et ekspertutvalg (i 2015) for en vurdering av muligheten for å utrydde G. salaris i de gyroinfiserte vannforekomstene i Drammevassdraget (infisert 1987), Lierelva (1987), og Sandeelva (2003). Det ble oppdaget G. salaris i Selvikelva etter ekspertutvalgets arbeid. Miljødirektoratet er ansvarlig sektormyndighet for dette. Utgifter til oppfølging er synliggjort i de regionale tiltaksprogrammene for vannregion Vestfold og Telemark og for Innlandet og Viken. Utgiftene må imidlertid også finansieres ved bevilgning over statsbudsjettet. Dette gjelder utgifter både til utrydding og videre oppfølging, men også midler knyttet til ajourhold av kunnskap om risiko for spredning gjennom overvåkning. I «Handlingsplan for ville bestander av atlantisk laks», signert Klima- og miljøminister Sveinung Rotevatn (V) september 2021 uttrykkes bla;

- «Arbeidet med å eliminere parasitten *Gyrodactylus salaris* bygger på handlingsplanen for utryddelse av G. salaris utarbeidd av Miljødirektoratet og Mattilsynet».
- «Det er også viktig at Mattilsynet viderefører overvåkinga si av G. salaris, og at det etablerast eit formalisert samarbeid med naboland for å hindre vidare spreiding inn i Noreg». (HP/KMD september 2021).
- «For **Drammensregionen** har det vore sett ned ei arbeidsgruppe (ekspertgruppa) som skulle sjå på kva tiltak det var mogleg å gjennomføre». Ekspertgruppa oversendte sin endelige anbefaling i 2018.

Ekspertgruppas konklusjon er at det er mulig å utrydde *G. salaris* fra de infiserte elvene i Drammensregionen ved en miks av fysiske tiltak og bruk av enten Rotenon, surt aluminium eller klor (Hindar mfl. 2018). Erfaringer fra klorbehandling i Driva kan danne et grunnlag for behandling av infiserte elver i Drammensregionen (Jarle Steinkjer, ansvarlig for *G. salaris* i Miljødirektoratet september 2021).

Vannregionmyndighetene påpeker at Mattilsynet og Miljødirektoratet kan bruke vannområdekoordinatorene (som jo er spleiselag om vannforvaltning i kommunene) for å nå ut med informasjon til brukerne.

4.4. Klimaendringer

I prosjektets rapport «Risiko for spredning av *Gyrodactylus salaris* i Oslofjorden» (Solheim og Bjellvåg 2015) var klimaendringer som driver for økt risiko gjennom endret flombilde og ekstremvær og dermed påvirker av saltinnholdet i fjorden et viktig spørsmål. (Rapportens klimadel ble kvalitetssikret av professor Inger Hanssen-Bauer, Meteorologisk institutt 2015).

Utfordringsbildet i prosjekt Gyrofri var blant annet knyttet opp til spørsmålet om saltholdighet i «strømfelt» og i områder hvor større vassdrag har sitt utløp i havet. «Endringer går raskere enn vi har antatt tidligere; *«Modeller klarer ikke, eller i liten grad å fange opp endringer i økosystem. Enkelte arter kan med ett få nye nisjer, mens andre arter får tilbakeslag, - endringer lokalt, regional og internasjonalt kan være uforutsigbare. Raske endringer og overraskelser i naturen opptrer oftere enn vi antok om vi går 10 – 20 år tilbake.»* (pers. med. professor Carlo Aall – Vestlandsforskningen, september 2021). Hvilke konsekvenser kan dette ha? Hvilken betydning kan dette ha for *Gyrodactylus salaris* når overlevelse i sjøen bla. er knyttet til psu (saltholdighet) og temperatur?

FNs klimapanel 2021 uttrykker; alvorlige klimaendringer er i full gang - "Kode rød" for menneskeheten;

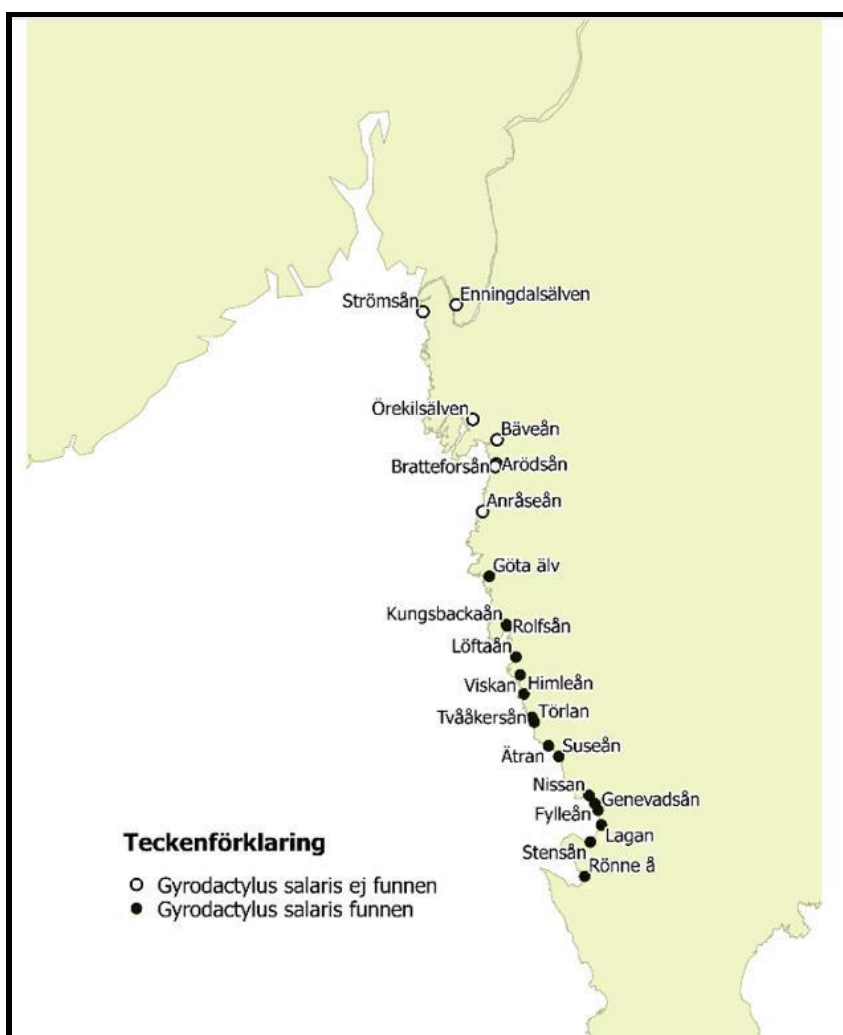
«Menneskelig klimapåvirkning er entydig. Kloden blir varmere. Vi ser raske endringer i hele verden. Våre handlinger nå er avgjørende for fremtiden. Klimapanelet gir en mer detaljert vurdering av regionale klimaendringer. Dette inkluderer økt informasjon som er relevant for regional risikovurdering, tilpasning, og annen beslutningstaking. Det er et nytt rammeverk som bidrar til å forstå hvordan fysiske endringer i klima, som varme, kulde, regn, tørke, snø, vind, kystflom og mer, påvirker samfunnet og økosystemene.

- *Med 1,5 grader oppvarming vil det bli lengre varme årstider og kortere kalde årstider.*
- *Med 2 grader oppvarming vil ekstremvarme oftere nå kritiske utfall for jordbruk og helse. Nord-Europa – og Norge – vil få varmere og våtere klima, med mer ekstremvarme, kraftig nedbør, og flom.*
- *Nær alle kystregioner vil oppleve flere flommer.»*

4.5. *Gyrodactylus salaris* i Sverige

G. salaris regnes som endemisk (stedegen) art i mange elver som renner ut i Østersjøen. Parasitten er påvist i en rekke vassdrag på vestkysten sør for Göta älv. Status per i dag er at kun 7 av de 23 lakseførende vassdragene på den svenske vestkysten er uinfisert og det infiserte vassdraget som ligger nærmest den norske grensa er Göta älv som renner ut ved Göteborg (Figur 5).

I svenske elver er dødeligheten av laksunger som følge av *G. salaris* betydelig lavere enn det man har funnet i norske elver.



Figur 5. Kart som viser vassdrag der man har påvist (sorte prikker) *Gyrodactylus salaris* og vassdrag der parasitten ikke er påvist (hvite prikker) (Kilde: Gjengitt med tillatelse fra Erik Degerman, Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU)).

Havs-og vattenmyndigheten (Håkan Calstrand) opplyser at det skal lages en beredskapsplan mot spredning av *G. salaris* med fokus på spredning (2022) og at dette inngår i implementeringsplanen for NASCO (North Atlantic Salmon Conservation Organization). Dialog med norsk forskning og forvaltning er ønskelig og særlig viktig fra norsk side da *G. salaris* i hovedsak er et problem i Norge. Det er derfor et tydelig behov for proaktiv dialog mellom Norge og Sverige om sannsynlighet for spredning til Norge og overvåking i samarbeid med Sverige bør etableres med tanke på dette.

5. Resultater og diskusjon

5.1. Arbeidspakke 1 – Saltholdighetens robusthet

Denne arbeidspakken omhandler modellering av saltholdighetsbarrierens robusthet der man har benyttet eksisterende data og nye data inn i modelleringen. Man har da fått en detaljert kunnskap om saltholdighet, temperatur og strømforhold i studieområdet gjennom en rekke målinger og ved modellering. Denne kunnskapen benyttes videre i arbeidspakke 2 om fiskens vandring og der man utarbeider en risikovurderingsmodell for spredning av parasitten *G. salaris*.

Arbeidspakken har bestått av:

1. Supplere det eksisterende overvåkningsprogrammet for Ytre Oslofjord, for å beskrive hvordan saltholdigheten varierer i en flomsituasjon.
2. Overvåkning av saltholdighet i overflatelaget i Oslofjorden med eksisterende FerryBox målinger. Dette vil innebære og ta i bruk data som måles på Oslo-Kiel ferga.
3. Kontinuerlige målinger av saltholdigheten.
4. Ta i bruk FjordOs-modellen som et aktivt verktøy for å studere saltholdighet og strømforhold overflaten, og for å studere effekten av mer intens nedbør på saltbarrieren.

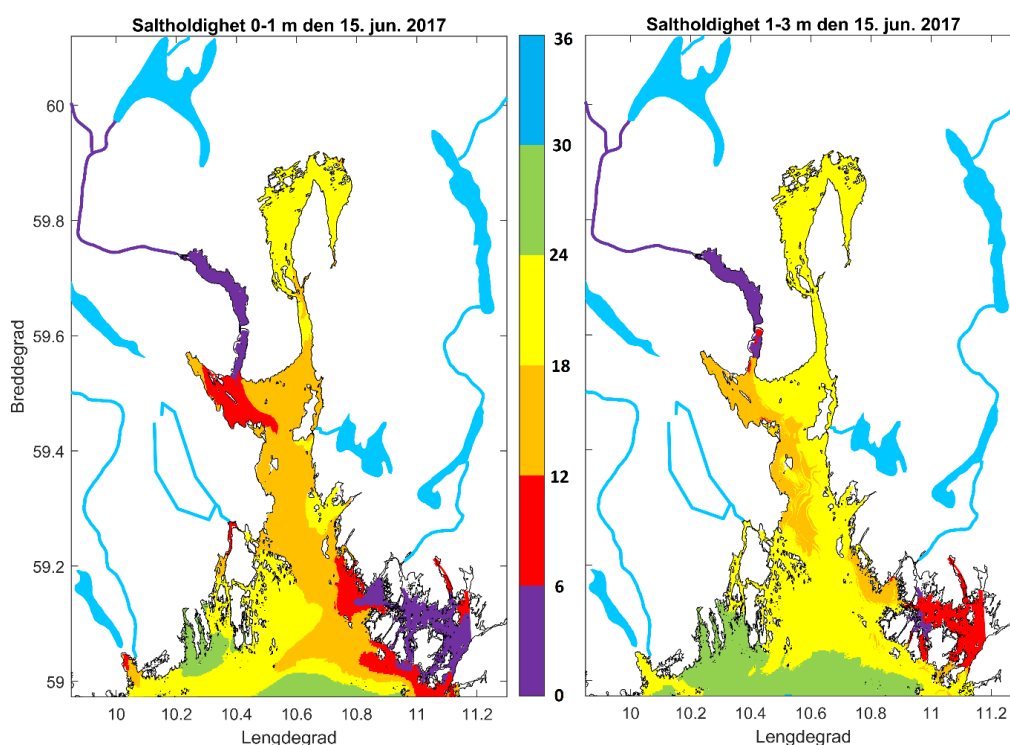
Fjordsystemet Oslofjorden defineres ofte som området nord for Færder, som inkluderer Sandefjordsfjorden, Tønsbergfjorden (også kalt Vestfjorden) og Færder-området på vestsiden og Hvaler-området på østsiden, selv om dette strengt tatt er egne områder. To av de største elvene i landet renner ut i Oslofjorden. Drammenselva har en middelvannføring på rundt 340 m³/s, mens Glomma har en middelvannføring på rundt 770 m³/s. Resten av vassdragene bidrar med ytterligere ca. 100 m³/s, hvis man inkluderer området fra Hvaler til Sandefjord. Neste store vassdrag, Numedalslågen som renner ut i Larviksfjorden, har en middelvannføring på rundt 120 m³/s.

Målinger på faste overvåkningsstasjoner gjøres sjeldent. I dette prosjektet ble det derfor utplassert loggere for saltholdighet på noen posisjoner i fjorden. Disse registrerte saltholdigheten i overflatelaget (1 meters dyp) hver time, og det er derfor mulig å se på hvordan forholdene endrer seg fra dag til dag.

I denne arbeidspakken har modellkjøringer med FjordOs-modellen blitt kalibrert mot målinger av saltholdighet i overflatelaget i Oslofjorden. Modellen har blitt kjørt for perioden 2015-2018, og man har valgt ut episoder når saltholdigheten var lavest. De kalibrerte modellresultatene kan estimere saltholdigheten på et gitt sted og tid med en nøyaktighet på 0,5 psu. Disse modellresultatene er brukt for å vurdere muligheten for at vandrende laks og sjøørret kan overføre *G. salaris* fra elv til elv via sjøen (se neste kapittel).

Den første episoden som er plukket ut er fra oktober 2015. I denne situasjonen hadde det i forkant vært stor vannføring til fjorden i forbindelse med uværet Petra. I Figur 6 vises kalibret saltholdighet fra overflaten (0-1 m) og fra laget rett under (1-3 m). I situasjonen som figur 4 viser vil det være en korridor med saltholdighet lavere enn 18 psu fra Drammenelva og til utløpet av Aulivassdraget i den

øverste meteren. I laget fra 1 til 3 m, er det høyere saltholdighet. I området fra vestre del av Breiangen og helt ned til Tjøme er saltholdigheten 18-24 psu.



Figur 6. Ekstremværet Petra. Saltholdigheten i fjorden en dato i oktober 2017, basert på kalibrerte modellresultater fra FjordOs-modellen. Kartet til venstre viser saltholdigheten i den øverste meteren, mens kartet til høyre viser verdiene i dybdeintervallet 1-3 m.

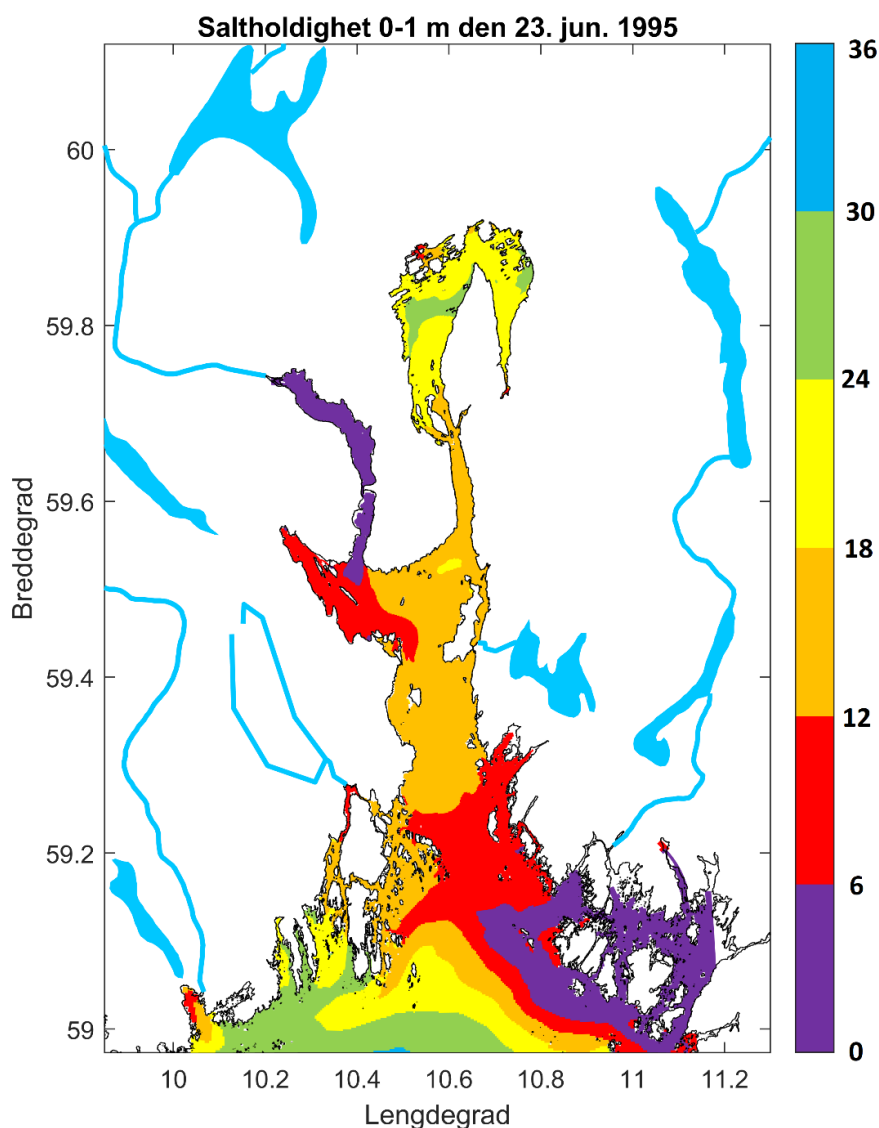
Selv om Petra var et såkalt «ekstremvær», så vil det også kunne være lignende saltholdighetsforhold noen ganger ellers i året. I september 2017 var det en situasjon hvor saltholdigheten var enda lavere enn etter Petra. I forkant av denne situasjonen hadde det vært høy vannføring uten at dette kan knyttes til en bestemt navngitt storm. På strekningen fra Rødtangen til Tønsberg var saltholdighetene under 18 psu også i dybdeintervallet 1-3 m.

De to episodene nevnt her, hvor den ene er vist i Figur 4, er fra høsten, men det kan også være lave saltholdighetsforhold andre tider på året. I juni forekommer det typisk episoder med høy vannføring i elvene som resultat av snøsmelting og modelleringen viser at det kan forventes lave saltholdighetsforhold i kortere perioder hvert år og spesielt i overflatelaget. Av disse fire somrene som ble modellert var det lavest saltholdighetsforhold i juni 2017, hvor det nesten var en sammenhengende korridor med saltholdighet i intervallet 12-18 psu fra Drammen og til Hvaler.

I alle episodene som er undersøkt (Staalstrøm m.fl. 2023) er det i den øverste meteren saltholdigheter under 12 psu fra Drammen til Horten. I slike forhold tyder resultatene fra Soleng & Bakke (1997) at parasitten kan overleve i flere døgn.

FjordOs-modellen har blitt kjørt med vannføring i Drammenselva og Glomma fra 1995. De laveste saltholdighetsforholdene som forekommer i denne modellkjøringen er vist i Figur 7. Igjen ser vi at

saltholdigheten mellom Horten og Bolærne ikke er spesielt lavere enn det som kan forekomme hvert år. Rundt Hvaler-øyene og i østre del av fjorden er derimot saltholdigheten svært lav. Hvis laksefisk vandrer mellom elvene på Hvaler og omtrent midt i ytre Oslofjord, så ville *G. salaris* mest sannsynlig overleve, siden saltholdigheten er under 6 psu (lilla farge på kartet). Det er også stor sannsynlighet for at parasitter ville overleve på fisk hvis de hadde vandret mellom Glomma og Aulivassdraget og vice versa at parasitten vil kunne overleve på fisk som svømmer fra vestsida av fjorden til Hvalerområdet.

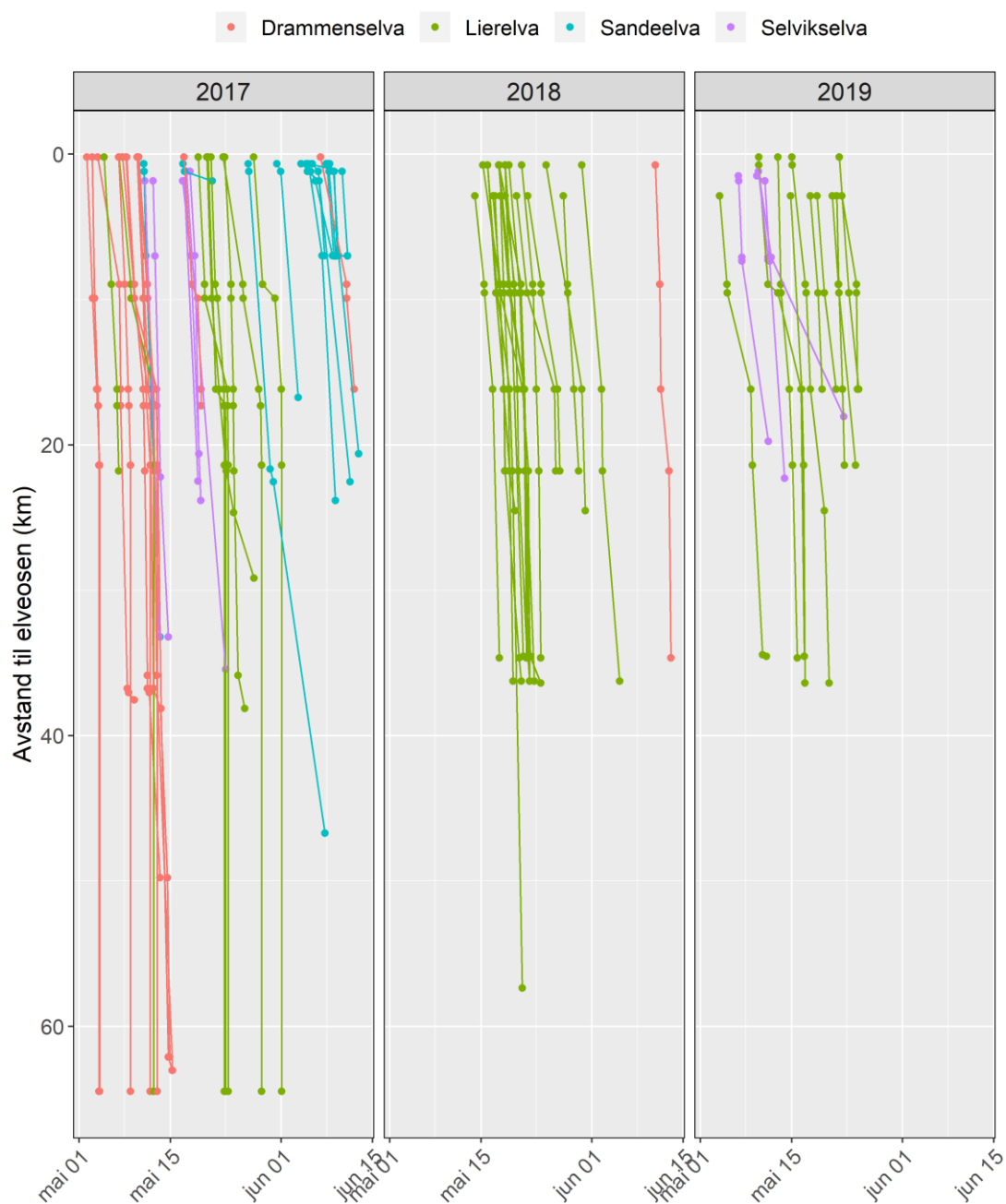


Figur 7. Saltholdigheten i fjorden etter storflommen i 1995, basert på kalibrerte modellresultater fra FjordOs-modellen.

5.2. Arbeidspakke 2 – Risiko for spredning av *G. salaris* med fisk

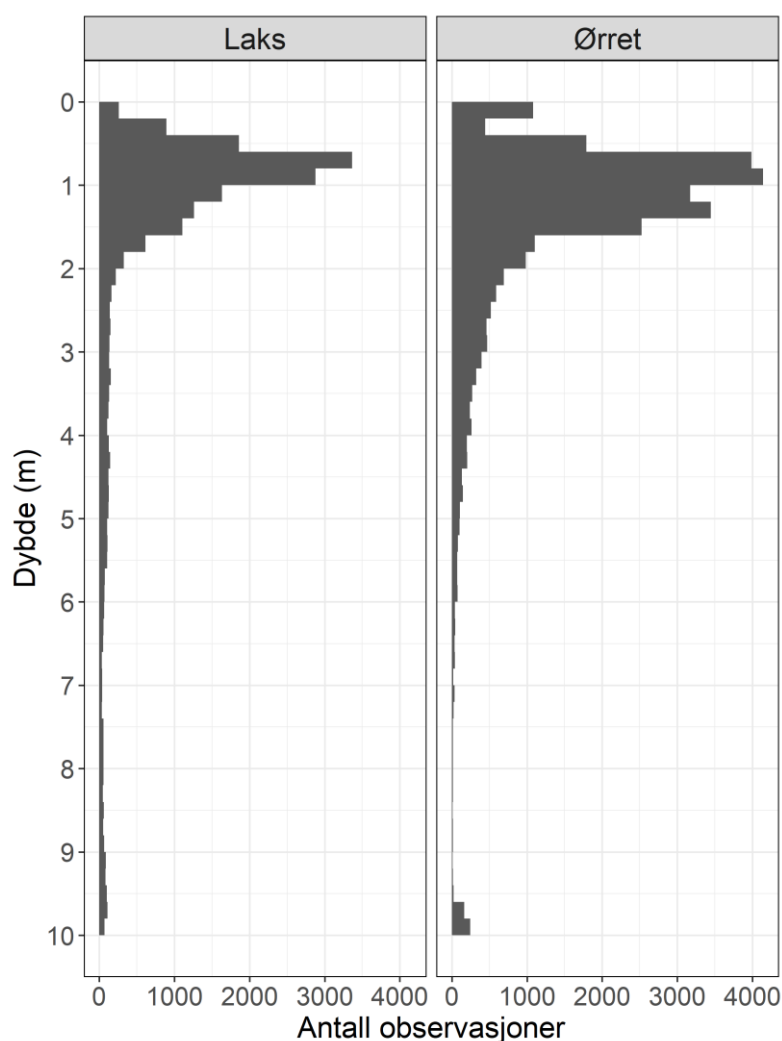
Kartlegging av fiskens vandringsmønster (laks og sjøørret) er viktig for å studere risikoen for spredning av *G. salaris* fra de infiserte elvene og videre til andre elver. Det ble benyttet akustiske merker og passive loggere (lyttebøyer) for å kartlegge laksefiskers vandringsmønster fra Drammensregionen (Drammenselva, Lierelva, Sandeelva og Selvikelva) de smittede regionene (Drammen og Sande). Med denne metoden ble det undersøkt om laksefisk i fra de infiserte elvene Drammenselva, Lierelva, Sandeelva og Selvikelva har en atferd som gjør spredning av *G. salaris* mulig. Det ble merket laksesmolt, voksen laks (vinterstøinger), sjøørretsmolt og voksen sjøørret fra disse elvene. Loggere ble plassert slik at vandring av laks og sjøørret mellom vassdrag og fjordsystemet ble dokumentert fra Drammen til Numedalslågen. Videre ble det etablert flere transekter (linjer) med loggere for å kartlegge vandringshastigheter til den merkede fisken. Det ble også etablert et transekt med loggere mellom Horten og Moss som registrerte om merket fisk vandrer forbi den tenkte saltvannsbarrieren (dvs. vandrer sørover og ut i fjorden). Dato og tid lagres sammen med dataene fra de merkede fiskene (fiskens id og dybde) og ut fra dette ble det beregnet vandringsmønster og vandringshastigheter. Telemetristudien ble gjennomført gjennom hele året i perioden 2017-2019. Det ble totalt merket 471 fisk fordelt på laksesmolt fra Drammenselva og Lierelva, og lakse- og ørretsmolt fra Sandeelva og Selvikelva. I tillegg vil det bli merket voksne vinterstøinger av laks og voksne sjøørret fra Drammenselva og Sandeelva. Det ble brukt 60 – 80 lyttebøyer (flest i 2017).

Hovedresultatene viser at laksesmolten vandret ut av sine respektive elver på ulike tidspunkt (april - juni) avhengig av hvilken elv de kom fra og med variasjon fra år til år. Drammenselva først og Sandeelva sist. Vannføring og vannføringsendringer var en god prediktor for utvandringstidspunkt fra de respektive elvene. Både smolt og vinterstøinger vandret hurtig ut fra elv og til åpent hav. Laksesmolten fra alle de fire elvene vandret i gjennomsnitt med en hastighet på 6,5 cm per sekund som vil si om lag en halv kroppslengde per sekund, men det var betydelig variasjon mellom individer innen hver populasjon der enkeltindivider hadde vandringshastigheter på i snitt opp mot 1,5 kroppslengder per sekund (Figur 8). Det betyr at en laksesmolt på 15 cm brukte om lag 6 dager i snitt fra Drammensfjorden til Tønsberg, men at enkeltindivider kunne tilbakelegge samme distanse på under tre dager. De utvandrende vinterstøingene fra Drammenselva brukte betydelig kortere tid da de i snitt hadde en framdrift på nærmere 25 cm i sekundet.



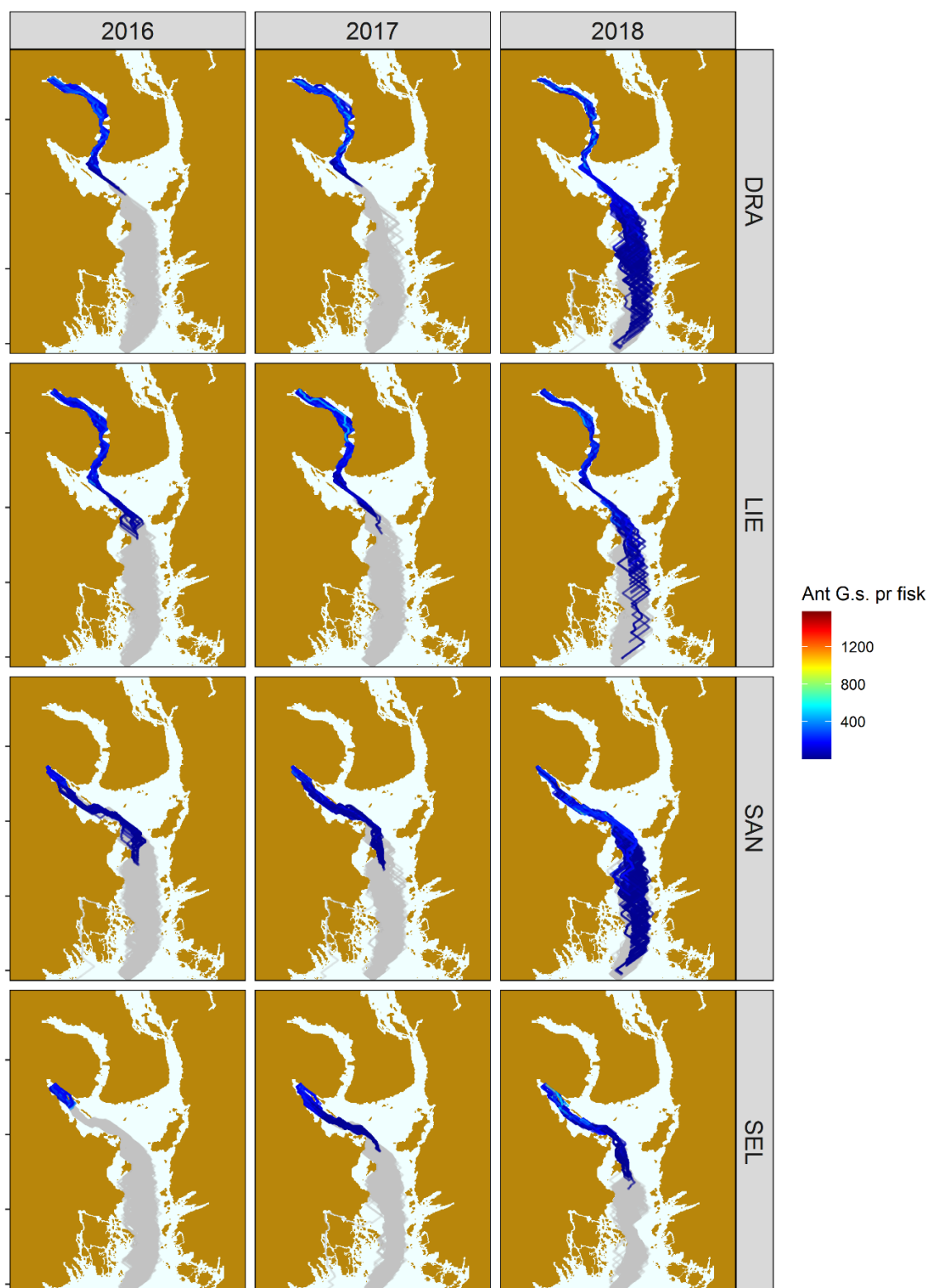
Figur 8. Utvandningsforløp i fjorden, målt som avstand til elveosen, hos laksesmolt fra de fire studieelvene i 2017-2019. Fisk fra ulike elver har ulike farger. Maksavstandene vil variere mellom elvene da Drammenselvafisken vil ha en lengre vandringsvei til ytterste lyttebøyer enn f.eks. smolt fra Sandeelva.

Utvandrende fisk av både laks og ørret svømte i all hovedsak i overflatelaget (0 -1 meters dyp, Figur 9). Det var en betydelig andel av fisken, både smolt av ørret og laks, som var innom munningsområdet til Aulivassdraget i Tønsberg samt i Tønsbergfjorden. I 2017 og 2019 var opp mot 10 % av de merkede individene innom dette området, men ingen ble observert her i 2018. Aulivassdraget er et svært viktig sjøørretvassdrag som også har en bestand av laks. Aulivassdraget består av en rekke større elver og bekker (Storelva, Merkedamselva, Ramnesbekken, Bjunebekken og Undrumsdalsbekken). Det er registrert laks og sjøørret i hele vassdraget. Basert på disse resultatene anses strekningen fra Sandebukta med Sandeelva og Selvikelva (begge infisert av *G. salaris*) og fram til Aulivassdraget som et risikoområde for spredning av *G. salaris*. Kommer *G. salaris* først til Aulivassdraget vil risikoen for å spre parasitten videre til Numedalslågen øke betydelig. Det er en rekke bekker og elver fra Aulivassdraget og ned til Numedalslågen med anadrome bestander av laksefisk. Man må huske at det i prinsippet kun skal én infisert fisk til for å føre parasitten videre til et nytt vassdrag.



Figur 9. Dybdebruk i fjorden hos smolt av laks og ørret fra de fire populasjonene som inngikk telemetristudien 2017-2019.

Basert på statistiske modeller (utvandringstidspunkt, vandringshastighet, overlevelse, dybdebruk) som ble tilpasset telemetridataene, ble individuelle utvandningsforløp for 500 smolt per elv simulert 100 ganger under vannføringsregimene som var i de respektive elvene i 2017-2019. I simuleringene ble hver smolt infisert med *G. salaris* før utvandringen igangsatte i tråd med målte variasjoner i infeksjonsintensiteter. Disse simulerte smoltene og deres gyroantall ble så fulgt under utvandringen i fjorden i et saltholdighets- og temperaturregime som var beregnet fra FjordOs-modellen (Figur 7). Antall *G. salaris* per fisk ble daglig beregnet fra en dødelighetsmodell som ble bestemt ut fra saltholdighet og temperatur (Soleng og Bakke 1997). På denne måten ble det mulig å se hvor langt ut i fjordsystemet enkeltindivider av smolt kunne frakte med seg levende *G. salaris* under forhold som rådet i 2017-2019. Simuleringene viste stor år-til-år-variasjon samt stor mellom-elv-variasjon i hvor langt ut smolt kunne bære med seg levende individer av *G. salaris*. I 2018 hadde alle elvene enkelte individer som fraktet mer enn 10 *G. salaris* på kroppen sør for Bolærne, mens ingen gjorde dette i 2016 og 2017 (Figur 10). Det var særlig seint utvandrende smolt som hadde størst sannsynlighet for å bære med seg *G. salaris* langt. Disse resultatene viser at det er **betydelig risiko** for at enkelte smolt kan bære med seg levende *G. salaris* til området sør til Bolærne og dermed også potensielt inn mot Aulivassdraget og Svennerbassenget. Simuleringene viste imidlertid at selv om noen få smolt fra alle elvene vandret via Svennerbassenget, hadde ingen av disse simulerte individene *G. salaris* på seg. Vi vil imidlertid poengtere at prosjektets simuleringer kun er kjørt under 2016-2018-forhold og kun bruker vandringsdata som er basert på våre 471 merkede fisk. Det er derfor overveiende sannsynlig at enkeltår og enkeltindivider vil kunne frakte levende *G. salaris* inn i Svennerbassenget (som er veldig fersk i flomperioder). Det bør også legges merke til at simuleringene viste at dersom den simulerte smolten følger en algoritme der den søker opp det ferskeste vannet tilgjengelig i det området den oppholder seg (men hvor den i hele tida søker sørover, se Figur 10) vil fisken, også infiserte individer, ofte svømme nær østsida av Oslofjorden. Det er derfor all grunn til å være oppmerksom på mulig spredningsrisiko på tvers av fjorden.



Figur 10. Simulerte gyroinfeksjonsintensiteter basert på simuleringer av 500 smoltindivider fra hver av de fire studieavssdragene. Fargede linjer angir utvandringsspor med mengde gyroindivider per smolt der fargeskalaen til høyre angir mengde. Grå linjer viser spor der de simulerte smoltene er i live, men har færre enn 10 *G. salaris* igjen på kroppen. De simulerte forløpene er basert på utvandrigsalgoritme som søker laveste salinitet rundt hovedutvandringsruten.

5.3. Arbeidspakke 3 – Overvåkning

Så lenge *G. salaris* finnes i en region vil det være nødvendig å gjennomføre en tilstrekkelig overvåkning i bekker og elver. Spredning av lakseparasitten innen en region kan skje på flere måter blant annet gjennom fiskevandring eller ved menneskelig aktivitet. I tillegg vet vi lite om hvordan klimaendringene vil påvirke spredning av *G. salaris*. Det vil derfor være nødvendig å overvåke enkelte vassdrag i Oslofjordområdet så lenge lakseparasitten finnes i Drammensregionen og på svensk side.

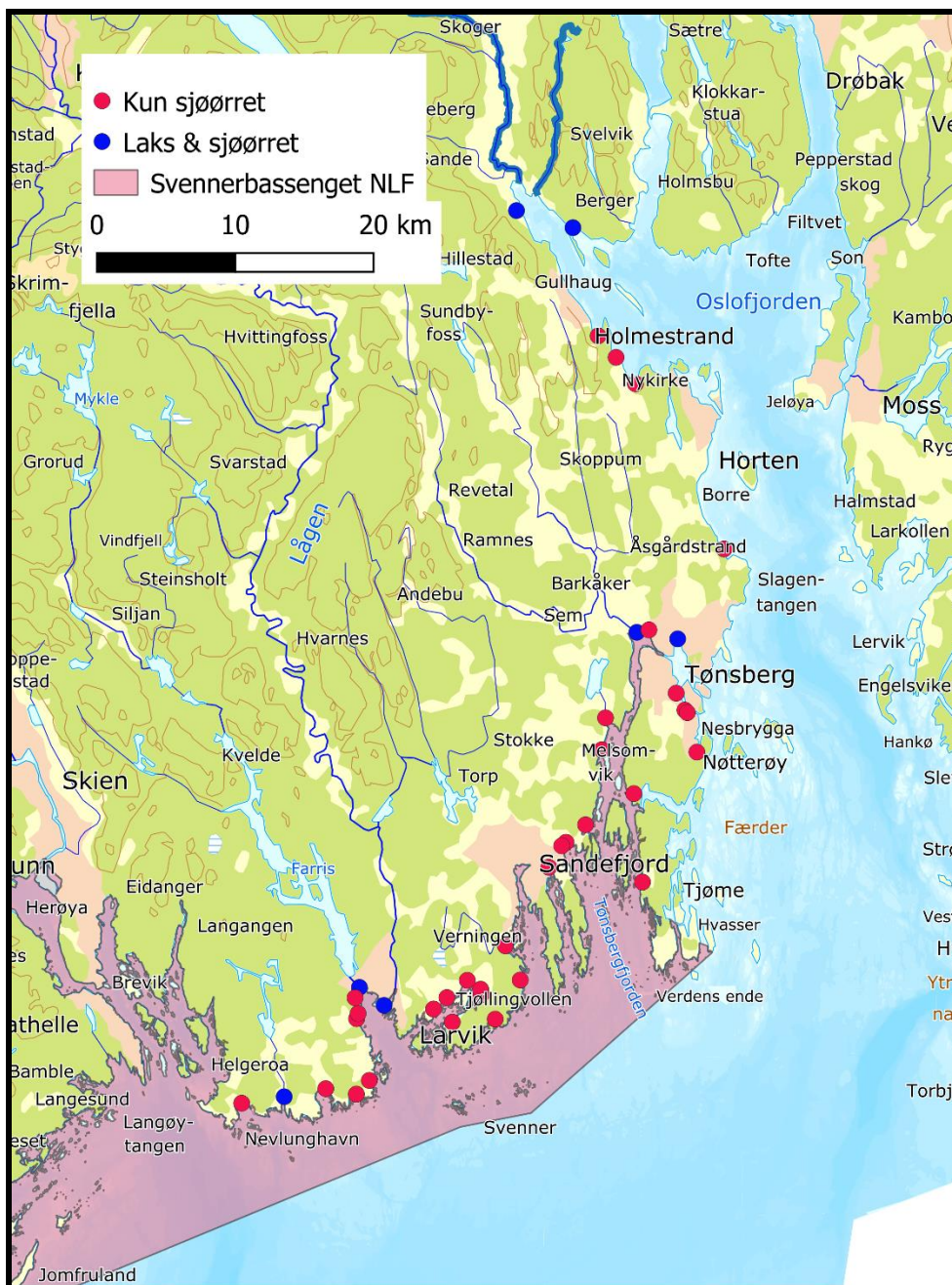
Omfanget av overvåkningen må vurderes opp mot den nye kunnskapen som er framskaffet i Gyrofri-prosjektet. Leveransen i denne arbeidspakken er forslag til et overvåkningsprogram basert på resultater fra AP1 og AP2.

Norge har i dag det nasjonale overvåkningsprogrammet "Overvåkningsprogrammet for *Gyrodactylus salaris* i fiskeanlegg og elver". Overvåkningsprogrammet gjennomføres av Veterinærinstituttet på oppdrag fra Mattilsynet som er ansvarlig sektormyndighet. Overvåkning av *G. salaris* har pågått siden slutten av 1970-tallet. I perioden 1975 – 2020 ble *G. salaris* påvist på lakseparr/smolt i 13 settefiskanlegg, på regnbueørret i 26 fiskeanlegg samt på laksunger i 51 elver. I tillegg har parasitten funnet på røye (*Salvelinus alpinus*) i flere innsjøer i Fustavassdraget i Nordland og i flere innsjøer i Numedalsvassdraget i Viken (Buskerud). *G. salaris*-varianten på røye i Numedalsvassdraget er ikke dødelig for laks. Ved utgangen av 2022 har åtte elver kjent forekomst av *G. salaris*, mens ett vassdrag er under friskmelding.

I det nasjonale overvåkningsprogrammet inngår per i dag følgende vassdrag i Oslofjordregionen; Enningdalselva, Glomma, Hølenelva, Sandvikselva, Askerelva og Årøsvassdraget i Viken og kun Aulivassdraget og Numedalslågen i Vestfold og Telemark. I Vestfold er det en rekke bekker og elver med anadrom fisk (mer enn 100, Figur 11) og i Gyrofri-prosjektet anså vi det som viktig at vi overvåket flere av disse. En rekke vassdrag ble undersøkt for å eventuelt påvise og samle inn laksunger i perioden 2016 – 2018. Innsamlede laksunger ble analysert for *G. salaris* gjennom prosjektet Gyrofri. Det ble analysert laksunger fra følgende vassdrag: Bergselva (Larvik kommune), Aulivassdraget (Tønsberg kommune) og Selvikelva (Svelvik kommune). I løpet av prosjektperioden ble det ikke påvist infiserte lakseunger.

Selvikelva er lokalisert kun noen få kilometer fra det infiserte Sandevassdraget og det var noe overraskende at det ikke ble påvist *G. salaris* i dette vassdraget. Selvikelva som var en del Gyrofri overvåkningen ble etter hvert tatt inn i det nasjonale overvåkningsprogrammet for *G. salaris* og i desember 2019 ble *G. salaris* påvist i Selvikelva.

El-fiske-registreringer fra Vestfold viser at det er flere mindre vassdrag som har små bestander av laks (Figur 11). Basert på resultatene fra Gyrofri-prosjektet vil vi derfor anbefale at man bør inkludere flere mindre vassdrag på strekningen fra Sandebukta til Aulivassdraget, samt at flere stasjoner fra Aulielva og Bergselva inkluderes i det nasjonale overvåkningsprogrammet. Det bør også vurderes økt overvåkning på østsiden av Oslofjorden.



Figur 11. Kart som viser vassdrag med anadrom laksefisk på strekningen fra Sandebukta til Numedalslågen (blå med laks og sjørret, rød kun sjørret). Svennerbassenget nasjonale laksefjord er også vist i kartet.

Samarbeid og dialog om overvåkning på svensk side er nødvendig. Svensk overvåkning er per i dag ikke fokusert på risiko for spredning av *G. salaris* mot norske grensevassdrag.

Ansvarlig myndighet for overvåkning av *G. salaris* er Mattilsynet. Veterinærinstituttet gjennomfører denne overvåkningen på oppdrag fra Mattilsynet. Prosjekt Gyrofri anbefaler at det skjer en økt samordning av overvåkningen av *G. salaris* i grenseområdene med Sverige.

5.4. Arbeidspakke 4 – Forvaltningsråd

Oppgaven til arbeidspakke 4 i Gyrofriprosjektet skal være å påpeke forvaltningsråd basert på den nye kunnskapen man har tilegnet seg gjennom prosjektet. Disse forvaltningsrådene må sees i sammenheng med arbeidspakke 3 som inneholder forslag til overvåkning.

FNs bærekraftsmål 17 «Samarbeid for å nå målene» er svært sentral for å kunne oppnå en god forvaltning med tanke på at man har *G. salaris* i regionen. I Gyrofri-prosjektet har det vært et nært samarbeid mellom forskning, forvaltning på ulike nivå og nasjonale, regionale og lokale interesser

Helhetlig plan for en ren og rik Oslofjord med et aktivt friluftsliv (2021) har etablert et *Oslofjorderåd* for oppfølging av den planen. Videre arbeide om *G. salaris* i Oslofjorden bør innrapporteres som «Tiltakspunkt» til Oslofjorderådet. Rådet må arbeide for ressurser slik at Oslofjorden blir fri for *G. salaris* i framtiden. Miljødirektoratets og Mattilsynets økonomi må sikres slik at nødvendige tiltak blir gjennomført innen fristen i vannforskriften (2033).

G. salaris i Drammensområdet er en utfordring uavhengig av kommune, fylkes og nasjonalstatsgrenser. Sluttkonferansen for Gyrofri uttrykte behovet for å etablere en tydeligere konstruksjon for samhandling og at en slik konstruksjon også inkluderte regionalt og lokalt nivå innen vannforvaltning. Samhandling og medvirkning er grunnleggende for en god forvaltning.

I dette spørsmålet bør derfor ansvarlige sektormyndigheter knytte seg tettere opp mot arbeidet med gjennomføring av «Helhetlig plan for en ren og rik Oslofjord med et aktivt friluftsliv».

Anbefalinger til videre oppfølging

Aulivassdraget anses som et kritisk "hotspot"-vassdrag og er trolig det som er mest utsatt for smitte av parasitten fra Drammensregionen.

- Aulivassdraget er derfor en særlig viktig elv å overvåke med tanke på å unngå spredning av *G. salaris* videre til Numedalslågen. Før arbeidet med utrydding av *G. salaris* i Drammensregionen starter er det behov for å øke kunnskapen om laksungers bruk av Drammensfjorden inkludert bekker som munner ut i Drammensfjorden. En undersøkelse gjennomført av NINA viste at laksunger med *G. salaris* ble påvist langs strendene på begge sider av Drammensfjorden inntil 12 km fra elvemunningen av Drammenselva (Mo m.fl. 2018). Det er bevilget penger til en kartlegging av vandringsmønsteret til disse laksungene ved bruk av telemetri.

Foreløpige tall fra el-fiskeundersøkelser i kystnære bekker i Vestfold viser at det er et økende antall bekker der det blir påvist laksunger.

- Det er viktig å gjennomføre en kartlegging i antall bekker mellom det infiserte Sandeområdet og videre sørover til Numedalslågen, slik at man helt frem til tiltaket med fjerning av *G. salaris* i regionene er gjennomført har en kontroll på eventuell ny spredning av *G. salaris*. *Vurderingen av saltholdigheten i Oslofjorden som er gjort i denne rapporten viser at saltholdigheten periodevis er så lav at enkelte G. salaris mest sannsynlig overlever på vandrende laks fra Drammenselva og helt fram til området rundt Horten.*

- Data fra ekstremværet Petra (2015) dokumenterte at Mattilsynets risikovurdering fra 2003 måtte revurderes grunnet ny kunnskap. Tidligere har det blitt antatt at lakseparasitten transporteres via fisk fra Drammenselva og til elver lenger sør. Slike perioder forekommer gjerne i juni og utover høsten. Ny risikovurdering ble gjennomført av Mattilsynet og Veterinær instituttet i 2016 viste at risikoen for spredning av *G. salaris* er høyere enn tidligere antatt (Høgåsen 2016).

Behov for videre modellering av strøm- og saltholdighetsforhold sammen med studier av vandringskorridorer for anadrom fisk/laks i sjøen under flom og ekstremvær, -fra utløpet til Glomma, Drammensvassdraget og Aulivassdraget.

- Dette prosjektet har vist at det er behov for en havmodell som FjordOs som gir en detaljert beskrivelse av strøm- og saltholdighetsforhold. Fiskene som prosjekt Gyrofri har fulgt svømmer høyt i vannlaget. FjordOs-modellen gir detaljerte kart over saltholdighet i dette laget kontinuerlig i tid, også i flomsituasjoner, hvor det kan dannes omfattende vandringskorridorer i sjøen. Slike situasjoner kan teoretisk utgjøre større spredningsfare («hull i barrieren») enn det som tidligere er antatt. Dette kan vises og inkluderes som synergi i de eksisterende og planlagte visningssentrene i Oslofjorden, konferer «Helhetlig plan for en ren og rik Oslofjord med et aktivt friluftsliv.»



Figur 12. Illustrasjon av "hull i saltbarrieren". Illustrasjon: Camilla Freng Billett og Lars W. Solheim.

Samarbeid for å nå målene – bærekraftsmål nr. 17

Handlingsplan mot lakseparasitten *G. salaris* for perioden 2014-2016 har et resultatmål der de påpeker viktigheten av internasjonalt samarbeid med følgende tiltak; "*Miljødirektoratet og Mattilsynet tar initiativ til en arbeidsgruppe med deltakere fra Norge og Sverige for å utarbeide en tiltaksrapport som inneholder risikovurdering for spredning av *G. salaris* over landegrensen, vurdering av mulige tiltak for å hindre spredning, samt informasjonsbehov*" (Miljødirektoratet 2014).

- Så raskt som mulig etablere *norsk - svensk kontaktutvalg* på administrativt nivå fra forskning og forvaltning for håndtering av *G. salaris* med mål om en gyrofri Oslofjord seinest innen 2033 (iht. Vannforskriften).
 - Ansvarlig sektormyndighet viderefører sine embetsoppdrag
 - Koordinerende instans defineres og organiseres opp
 - Relevante deltakere inviteres inn i prosessen.
 - Framdrift koordineres og fastsettes
 - Strategi for kunnskapsdeling, overvåkning og medvirkning utarbeides
 - Finansiering fram mot 2033 på plass

Koordinerende instans samkjører behov for forsterket kunnskap, finansiering og framdrift i samråd med kontaktutvalget. Koordineres med Oslofjordrådet og innarbeides i oppfølging av Miljødirektoratets 63 tiltakspunkter til "Helhetlig plan for en ren og rik Oslofjord med et aktivt friluftsliv".

Etablere Iddefjorden som nasjonal laksefjord for to stater.

- Bilateral dialog og avklaring for utarbeidelse av felles prinsipper for å etablere Iddefjorden som nasjonal laksefjord med bakgrunn i Enningdalsvassdragets status som nasjonalt laksevassdrag på norsk side. Forelegge denne prinsipielle mangelen for Oslofjordrådet for videre oppfølging.

Trafikklyssystemet

- Stortingsmelding 16 (2014-2015) lanserte et nasjonalt «trafikklyssystem» med en varslingsindikator. Produksjonsområdene Svenskegrensen til Jæren har fokus på lakselus, men ikke spredning av sykdom, andre parasitter (*G. salaris*), rømt fisk, klimaendringer og anadrome arter. Det må gjøres en ny gjennomgang av trafikklyssystemet. Slik trafikklyssystemet foreligger i sin nåværende form er det uegnet for Oslofjorden med bakgrunn i ny kunnskap og dagens utfordringsbilde for fjorden, slik dette er påpekt i "Helhetlig plan for en ren og rik Oslofjord med et aktivt friluftsliv".

Klarelvslaksen (Trysilsvassdraget).

- Vannregion Vestfold og Telemark og vannregion Viken og Innlandet bør vurdere vesentlig merknad/innsigelse til (Klarelvslaksen) dette prosjektet med hjemmel i vannforskriften og plan og bygningsloven.

5.5. Nye utfordringer

I løpet av prosjektperioden har det gjennom utredningene i de ulike arbeidspakkene samt i de ulike arbeidsmøter og i sluttkonferansen dukket opp ulike problemstillinger som det vil være viktig å undersøke videre. Disse problemstillingene henger sammen med ønsket om en Frisk Oslofjord og kan eventuelt inkluderes i nye egne prosjekter eller som del av større prosjekter.

- ✓ I de senere årene har det i oddetallsår vært observert betydelig mengder *pukkellaks* ikke bare i elver i Finnmark, men også i elver i Oslofjordområdet. Hvilke effekter pukkellaks har på våre anadrome bestander av laks, ørret og røye er uklare, men Vitenskapskomiteen for mat og miljø konkluderer med at "et økende antall pukkellaks vil sannsynligvis ha negativ effekt på det biologiske mangfoldet og på akvakultur langs kysten og elveøkosystemene (VKM rapport 2020.01). Et sentralt spørsmål er også om pukkellaks kan være bærer av *G. salaris*. Det vil være viktig å gjennomføre undersøkelser også på pukkellaks i Oslofjordregionen.
- ✓ "Red-skin disease" (RSD) er betegnelsen på sykdomsbildet som ble observert i forbindelse med dødelighet hos villaks i bl.a. Enningdalselva sommeren 2019. Det ble også meldt om tilsvarende observasjoner fra hele Norge. Det samme sykdomsbildet er observert på laks i Sverige tilbake til 2014 på Østersjøsidene og siden 2018 på Vestkysten. Sommeren 2019 ble det registrert sykdom og dødelighet hos villaks i Enningdalselva i Østfold. Laksen var typisk i godt hold, men med hudblødninger i karakteristiske røde ringer på buk. Laksen hadde nedsatt bevegelighet, den svimet - og lot seg relativt lett fange. Ut over sommeren ble laks fra flere norske elver undersøkt, og i tillegg kom det inn tilsvarende rapporter fra andre Nord-europeiske land. For å lette kommunikasjonen i samarbeidet mellom landene blir "red skin disease" brukt som betegnelse på sykdomsbildet. "Red skin disease" har så langt ukjent årsak og er ikke listeført. Dødeligheten av "Red skin disease" varierer mye fra elv til elv og man har ingen kunnskap om eventuelle senskader på fisk som overlever. Det er behov for økt samarbeid mellom land og videre studier på "Red skin disease".
- ✓ *Svarthmunnet kutling* kan være på vei nordover opp til Götä älv. Arten er eggspiser på lakserogn. Det ansees å være behov for å vite mer om denne artens spredning og utvikling.

5.6. Videre planer i Gyrofri-prosjektet

Publisering

- ✓ Publisering av resultater i form av en populærvitenskapelig publisering i Forskning.no (<https://forskning.no/>). Forskning.no er en nettavis med norske og internasjonale forskningsnyheter. Resultater fra Gyrofri-prosjektet har ført til at ansvarlige myndigheter må gjennomføre nye risikovurderinger for spredning av lakseparasitten. Denne artikkelen vil også deles på andre relevante web sider til alle prosjektdeltagerne.
- ✓ Populærvitenskapelig hefte for å kunne nå ut til et bredt publikum. Et slik hefte vil kunne sendes til relevant forvaltning/beslutningstakere/politikere, deles ut på konferanser (faglige og politiske) samt benyttes til undervisning.

- ✓ Utarbeidelse av en vitenskapelig publikasjon er viktig for å nå ut til den vitenskapelige verden og det er også viktig for regionalt forskningsfond da det viser at deres prosjekter har høy vitenskapelig verdi. Vi ønsker å utarbeide en eller flere vitenskapelige artikler. Utarbeidelse av vitenskapelige publikasjoner tar erfaringsmessige noe lenger tid fra de skrives til de er på trykk.

Implementering av resultater fra Gyrofri

- ✓ Vi anser det som svært viktig at resultatene fra prosjektet implementeres / brukes videre fordi resultatene viser ny informasjon om risikoen for at lakseparasitten kan spres til nye vassdrag. Vi har konkrete planer om å delta på en eller flere nasjonale fagkonferanser for å presentere resultatene fra hele prosjektet noe som også innebærer å presentere resultatene for et bredere publikum.
- ✓ Videre ønsker vi å presentere resultatene i ulike relevante politiske forum slik at beslutningstakere får informasjon om resultatene i prosjektet og kan ta hensyn til disse i videre planlegging. Målet er å få det på dagsorden til Oslofjordrådet.

Videreføring av Gyrofri-prosjektet – Gyrofri 2.

- ✓ Gjennom Gyrofri-prosjektet har vi avdekket ny kunnskap om strømningsforhold i Oslofjorden og vandringsmønsteret til laks og sjøørret. Disse resultatene viser at det er en betydelig risiko for at parasitten kan spres til andre vassdrag i Oslofjorden, der Aulivassdraget viser seg å være et "hotspot"-område. Aulivassdraget har både bestander av laks og sjøørret. Om parasitten når Aulivassdraget anses sannsynligheten for videre spredning som relativt stor.
- ✓ Resultater fra Gyrofri peker på at det er fare for spredning *G. salaris* fra gyroinfiltrerte vassdrag i Drammensregionen til østsiden av Oslofjorden eller nordover fra svensk side. Det er flere gyroinfiltrerte vassdrag på svensk side som kan føre til økt risiko for spredning til norske vassdrag både på østsiden og vestsiden av Oslofjorden. Det er generelt nødvendig med et bredere samarbeid om *G. salaris* i Oslofjorden, et samarbeid som også må involvere svensk forskning og forvaltning.
- ✓ Behov for studier av *strømfelt/ vandringskorridorer* for anadrom fisk/laks i sjøen under flom og ekstremvær, -fra utløpet til Glomma, Drammensvassdraget og Aulivassdraget. Dette kan for eksempel gjøres ved bruk av satellittovervåkning. Satellittovervåkning kan også gi viktig informasjon om erosjon og partikkelspredning fra landsiden av Oslofjorden. Dette kan inkluderes som synergi i de eksisterende og planlagte visningssentrene i Oslofjorden konferer "Helhetlig plan for Oslofjorden". Fiskene som prosjekt Gyrofri har fulgt svømmer høyt i vannlaget (0 – 2 meter). Disse strømfeltene med mye iblandet ferskvann kan danne omfattende vandringskorridorer i sjøen og kan teoretisk utgjøre større spredningsfare («hull i gjerdet») enn det som framkommer av modellene. Det kan være et behov for å kartlegge dette nærmere, og dette kan best gjøres ved overvåkning fra satellitt i kombinasjon med feltstudier.

Finansiering nytt prosjekt «Gyrofri 2»



Finansiering av et nytt prosjekt vil kunne realiseres gjennom støtte fra for eksempel RFF, NFR eller Interreg.

6. Ord og uttrykk

Saltholdighet: Saltholdigheten eller salinitet kan defineres som mengden av oppløst salt i gram per kilogram sjøvann. Dette er definert som absolutt saltholdighet (TEOS-10). Siden saltholdigheten styrer den elektriske ledningsevnen til sjøvann, beregnes saltholdigheten vanligvis fra ledningsevnen siden den er mye lettere å måle. Dette er definert som praktisk saltholdighet, og måleenheten er PSU (practical salinity unit). I retningslinjene i TEOS-10 er at det er praktisk saltholdighet som skal lagres i databaser.

Økologisk tilstand: Formulering bruk i Vannforskriften som forteller noe om muligheten til å sikre levedyktige bestander av viktige vannlevende organismer og på den måten sørge for godt fungerende økosystem. Plassering av en vannforekomst i svært god-, god-, moderat-, dårlig-, eller svært dårlig økologisk tilstand er basert på kunnskap om økologiske forhold i naturlige vannforekomster.

Vannforskriften: Forskrift om rammer for vannforvaltningen (vannforskriften) Forskrift 15.12.2006 nr. 1446 om rammer for vannforvaltningen (vannforskriften) ble vedtatt ved kongelig resolusjon 15.12.2006, med ikrafttredelse fra 1.1.2007. Forskriften er hjemlet i forurensningsloven, plan- og bygningsloven og vannressursloven og forvaltes av Miljøverndepartementet og Olje- og energidepartementet i fellesskap.

Anadrom fisk: Anadrom, om ferskvannsfisk som regelmessig vandrer til havet på næringssøk, og tilbake til ferskvann for gyting. Jfr. katadrom. I Norge har vi en rekke anadrome fiskearter, som f.eks. laks, ørret, røye, stingsild og havniøye.

Overflatevann: Kystvann, brakkvann og ferskvann, unntatt grunnvann.

Maks- og minimumstemperatur: Maks- og minimumstemperaturen er henholdsvis den høyeste og laveste temperaturen som blir observert i løpet av et døgn.

Døgnnedbør: Døgnnedbør er den nedbørmengden som faller i løpet av et nedbørsdøgn I Norge løper det offisielle nedbørdøgnet fra 06 UTC til 06 UTC neste dag.

7. Referanseliste og litteratur

Albretsen, J., Huserbråten, M., Mathisen, H. L., og Naustvoll, L.J., 2018. Marin plast i Skagerrak / kartlegging og spredningsmodellering. Havforskningsinstituttet rapport nr. 38-2018. https://www.hi.no/resources/publikasjoner/rapport-fra-havforskningen/2018/38-2018_marin_plast_i_skagerrak.pdf

Albretsen, J., Sperrevik, A. K., Staalstrøm, A., Sandvik, A. D., Vikebø, F. og Asplin, L. (2011) NorKyst-800 Report No. 1. User Manual and technical descriptions, Fisker og Havet, nr. 2/2011.

Asker, N. 2019. Syntesrapport, Östersjölaxens hälsa. <https://gupea.ub.gu.se/handle/2077/66953?locale-attribute=sv>

Berge, J. A., Konieczny, R. og Magnusson, J., 1989. Beskrivelse av strøm og temperatur i Ytre Oslofjord i forbindelse med utslipp av kjølevann fra gasskraftverk. NIVA rapport 2258-1989.

Brockmark, S., og Carlstrand, H., Fortsatta undersøkingar av laxsjuklighet under 2018, SVA/SLU, Rapport till Havs- och vattenmyndigheten 2019-03-15. <https://www.havet.nu/fortsatta-undersokningar-av-laxsjuklighet-under-2018>

Brun, E. og Høgåsen, H.R. 2003. Gyrodactylus salaris i Drammensvassdraget: Risiko for spredning til nye elver via migrasjon av laks. Rapport Veterinærinstituttet. <https://www.vetinst.no/rapporter-og-publikasjoner/rapporter/2003/gyrodactylus-salaris-i-drammensvassdraget>

Brunell, J. T. 2012. HOME Vatten for Yttre Oslofjorden. SMHI rapport nr. 2012- 21. http://ytte-oslofjord.no/wp-content/uploads/2021/06/2012_HOME-Vatten-Oslofjorden.pdf

Brunell, J. T., och E. Marmefelt. 2012. Et integrerat modellsystem för yttre Oslofjorden og dess avrinningsområde. Rapport från Hav møter land 2012:56. <https://www.lansstyrelsen.se/vastra-gotaland/om-oss/vara-tjanster/publikationer/2012/ett-integrerat-modellsystem-for-yttre-oslofjorden-och-dess-avrinningsomrade.html>

Christensen, G. 2020. Status for kystnære sjørretvassdrag i Vestfold. Akvaplan-niva rapport.

Direktoratet for naturforvaltning (DN). 2008. Evaluering av bekjempelsesmetoder for *Gyrodactylus salaris*. Rapport fra ekspertgruppen, Utredning 2008-7.

<https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/dirnat2/attachment/148/utredning-2008-7-evaluering-av-bekjempelses.pdf>

Engesmo, A., Staalstrøm, A., Gran, S., Borgersen, G., Beylich, B., Kaste, Ø. og Walday, M. 2021. Overvåkning av Ytre Oslofjord 2019 – 2023. Årsrapport 2020. NIVA rapport 7669-2021. <https://niva.brage.unit.no/niva-xmlui/handle/11250/2837864>

Gjerde, K. 2018. What affects migration and largescale area use of brown trout (*Salmo trutta*) smolt?— an acoustic telemetry study from four Oslofjord populations . Master's Thesis 2018 60 ECTS av Karina Gjerde, NMBU, Faculty for Environmental Sciences and Natural Resource Management. <https://nmbu.brage.unit.no/nmbu-xmlui/handle/11250/2572875>

Halvorsen, O. and Hartvigsen, R. 1989. A review of the biography and epidemiology of *Gyrodactylus salaris*. NINA-utredning 2, 1989. <https://www.nina.no/archive/nina/PppBasePdf/utredning/002.pdf>

Hansen, H., Fornes, G. J., Mohammad, S. N., Børresen, J. H., Amundsen, M. M. and Welde, H. I. The surveillance programme for *Gyrodactylus salaris* in Atlantic salmon and rainbow trout in Norway

2020. Surveillance program report. Report 16-2022. Veterinærinstituttet 2022.

DOI:[10.13140/RG.2.2.22024.75527](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22024.75527)

Hanssen-Bauer, I. 2012. Klima I det 21. Århundre I sydøstlige Norge med focus på kystområdene. Rapport fra Hav møter land, 2012 -81.

Haugen, T. O., Christensen, G., Jensen, J., Hawley, K., Gjerde, K. & Staalstrøm, A. (2023). Kombinering av akustisk telemetridata fra laks og sjøørret og hydrodynamisk modeller til estimering av spredningsrisiko av *Gyrodactylus salaris* fra Drammensfjorden og Sandebukta til områder sør for antatt saltbarriere. NMBU-MINA- fagrapport . Under ferdigstilling.

Haugen, T. O., Jansen, P. A., Staalstrøm, A., Viljugrein, H., Kristensen, T., Daae, K.L, Molvær, J. Nilsen, T.O., Arnekleiv, J.V. og Urke, H. A. 2014. «GyroSim: Sannsynlighet for spredning av *Gyrodactylus salaris*: Kobling av 3D sirkulasjonsmodell og biologisk smittespredningsmodell». INAQ AS Rapport til Miljødirektoratet. 38 sider.

Hedensskog M, Gustafsson P, Qvenild T. (Red.). 2015. Vänerlaxens fria gång. Två länder, en älv. Ekologisk status och underlag till åtgärdsprogram för Klarälven, Trysilälva och Femundselva med biflöden. Länsstyrelsen i Värmlands län publ nr 2015:17, ISBN 0284-6845, <https://www.statsforvalteren.no/siteassets/fm-innlandet/000-annet/publikasjoner/fmhe-rapportserie/2015-2-vanerlaxens-fria-gang.pdf>

Hindar, K., Mo, T. A., Eken, M., Hagen, A. Gjørwad, Hytterød, S., Sandodden, R., Vøllestad, A.& Aamodt, K. O. 2018. Kan *Gyrodactylus salaris* utryddes fra Drammensregionen? - Sluttrapport fra arbeidsgruppen for Drammensregionen. NINA Rapport 1456. Norsk institutt for naturforskning. <https://brage.nina.no/nina-xmlui/handle/11250/2498157>

Hjelmervik, K., Kristensen, N. M., Røed, L. P. & Staalstrøm, A. (2017, June) Evaluation of the FjordOs-model. ISSN2387-4201, MET-report(11/2017). https://www.researchgate.net/publication/324829452_Evaluation_of_the_FjordOs-model_FjordOs_technical_report_No_4

Hordoir, R., Väli, G. og Borenäs, K. 2013. Hav møter land; Framtidens Kattegat og Skagerrak-temperatur, salt og havsvattenstand. En havsmodell for klimamodellering, 2013; rapport 2013:75.

Hylander, S., Axén, C., Fridolfsson, E., Green, M. och Näsström, T. 2020. Tiaminbrist i Østersjøområdet, havsmiljøinstituttets rapport nr 2020:07. https://www.researchgate.net/publication/344808483_Tiaminbrist_i_Ostersjoomradet

Høgåsen, H. 2016. Risiko for spredning av *Gyrodactylus salaris* fra Drammensvassdraget: nye salinitetsdata, Rapport 19-2016. <https://docplayer.me/35289665-Risiko-for-spredning-av-gyrodactylus-salaris-fra-drammensvassdraget-nye-salinitetsdata.html>

Jansen, P. A., Høgåsen, H. R. og Brun, E. 2005. En vurdering av risiko for spredning av *Gyrodactylus salaris* knyttet til ulike potensielle smitteveier. Rapport Veterinærinstituttet. <https://vkm.no/download/18.d44969415d027c43cf1f3b8/1499249168846/9b40351568.pdf>

Karlsson, L., Olstad, K. og Mo, T.A. 2003. Kanslighet hos lax från Enningdålsalven, Rolvsån og Drammelselva i laboratorieforsøk, rapport til Fiskerverket och lensstyrelsen i Halland 2003 -1-16.

Klima- og miljødepartementet. 2001. Om opprettelse av nasjonale laksevassdrag og laksefjorder, St.prp 79 (2001-2002). <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/stprp-nr-79-2001-2002-/id206699/>

Klima -og miljødepartementet. 2021. Helhetlig plan for en ren og rik Oslofjord med et aktivt friluftsliv med tilhørende tiltaksprogram, Klima -og miljødepartementet, 2021.

<https://www.regjeringen.no/contentassets/44eea3ee40bd437b8abda6f22a1facb4/209511-kld-tiltaksplan-web.pdf>

Lensstyrelsen i Vestra Götlands len, Sverige (2013), Hav møter land; Tre år i Kattegat og Skagerrak, 2013;81.

Miljødirektoratet (2014) FNs klimapanel femte hovedrapport, Faktaark. M254/2014.

Miljødirektoratet, 2014. Handlingsplan mot lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* for perioden 2014-2016, Mattilsynet og Miljødirektoratet, M-288/2014.

<https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2015/juni-2015/handlingsplan-mot-lakseparasitten-gyrodactylus-salaris-for-perioden-2014-2016/>

Norges offentlige utredninger (NOU) 1999:9. Til laks åt alle kan ingen gjera? Regjeringen, NOU 1999:9. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-1999-09/id141590/>

NRK Distriktsnyheter 2004, Sandeelva infisert; www.nrk.no/nyheter/distrikt

Næss, C. 2021. Skånsom bekjempelse av lakseparasitt, NINA, publisert på nett: 8. september 2021.

<https://www.nina.no/Aktuelt/Nyheter/article/skansom-bekjempelse-av-lakseparasitt>

Paladini, G., Shinn, A. P., Taylor, N. G. H., Bron, J. E. and Hansen, H. 2021. Geographical distribution of *Gyrodactylus salaris* Malmberg, 1957 (*Monogenea*, *Gyrodactylidae*). 14:34.

<https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13071-020-04504-5>

Palm, S., Karlsson, S., and Diserud, O.H. 2021. Genetic evidence of farmed straying and introgression in Swedish salmon population. *Aquaculture Environment interaction*, vol 13:505-513.

<https://brage.nina.no/nina-xmlui/handle/11250/2987637>

Regional plan for vannforvaltning 2016 -2021, vannregion Vest Viken, med tilhørende sentrale godkjenning av Klima- og miljødepartementet 04.07.2016.

Røed, L. P., Kristensen, N. M., Hjelmervik, K. & Staalstrøm, A. 2016. A high-resolution, curvilinear ROMS model for the Oslofjord. ISSN2387-4201, MET-report(04/2016)

<https://fjordos.usn.no/?p=1695>

Soleng, A. & Bakke T. A. 1997. Salinity tolerance of *Gyrodactylus salaris* (Platyhelminthes, Monogenea): laboratory studies, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 54, 1837-1845.

https://www.researchgate.net/publication/237185181_Salinity_tolerance_of_Gyrodactylus_salaris_Platyhelminthes_Monogenea_Laboratory_studies

Soleng, A. 1993. Atlantisk laks (*Salmo salar* L.) og *Gyrodactylus salaris* Malmberg, 1957 (*Platyhelminthes*, *Monogenea*): Laboratorieundersøkelse over parasittens salinitetstoleranse og smolts mottakelighet for infeksjon i ferskvann. Cand. Scient.- oppgave, Universitetet i Oslo.

Solheim, L.W. & Bjellvåg, A. 2015. Risiko for spredning av *Gyrodactylus salaris* i Oslofjorden, prosjekt Gyrofri rapport, , versjon 3, Vestfold fylkeskommune.

Stortingsmelding 16 (2014-2015); Forutsigbar og miljømessig bærekraftig vekst i norsk lakse- og ørretoppdrett. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-16-2014-2015/id2401865/>

Staalstrøm, A., Christensen, G. N. og Haugen T. O. 2023. Forhold for overlevelse av *Gyrodactylus salaris* i Oslofjorden, NIVA rapport 7814-2023.

Staalstrøm, A., og Kempa, M. 2018. Spredning av kjemikalier i Drammensfjorden ved bekjempelse av lakseparasitt. NIVA rapport Lnr. 7282-2018. <https://niva.brage.unit.no/niva-xmlui/handle/11250/2565612>

Thorstad, E. B., Helen Garseth, Å., Gjøl, T., Gulla, S., Lo, H., Malmstrøm, M., Mo, T.A., Velle, G., de Boer, H., Eldegard, K., Hindar, K., Hole, L.B., Järnegren, J., Kausrud, K., Kirkendall, L., Måren, I., Nilsen E.B., Olsen, R.E., Rimstad, E., Rueness, E., Øverli, Ø. and Nielsen, A. 2021. Assessment of the risk of negative impact on biodiversity from import and release of eggs or live fish from landlocked salmon from Klarälven in Sweden to Trysilelva in Norway. Scientific Opinion of the Panel on Alien Organisms and Trade in Endangered Species of the Norwegian Scientific Committee for Food and Environment. VKM report 2021:04, ISBN: 978-82-8259-358-8 ISSN: 2535-4019. Norwegian Scientific Committee for Food and Environment (VKM), Oslo, Norway.
<https://vkm.no/download/18.ad2b36d178c0d9d0af28cc1/1618303682697/Assessment%20of%20the%20risk%20of%20negative%20impact%20on%20biodiversity%20from%20import%20and%20release%20of%20eggs%20or%20live%20fish%20from%20landlocked%20Atlantic%20salmon%20from%20Klar%C3%A4lven%20in%20Sweden%20to%20Trys.pdf>

Urke, H. A., Kristensen, T., Arnekleiv, J.V., Haugen, T.O., Kjærstad, G., Stefansson, S.O., Ebbesson, L. O. E., and Nilsen, T.O. 2013. Seawater tolerance and post smolt migration of wild Atlantic salmon x brown trout hybrid smolts. Journal of Fish Biology 82:206-227.
https://www.researchgate.net/publication/234695380_Seawater_tolerance_and_post-smolt_migration_of_wild_Atlantic_salmon_Salmo_salar_X_brown_trout_S_trutta_hybrid_smolts

Urke, H.A., Koksvik, J., Arnekleiv, J.V., Hindar, K., Kroglund, F. and Kristensen, T. 2009. Seawater tolerance in Atlantic salmon, *Salmo salar* L., brown trout, *Salmo trutta* L., and *S. salar* x *S. trutta* hybrids smolt. Fish Physiol Biochem, 2009.
https://www.academia.edu/22576104/Seawater_tolerance_in_Atlantic_salmon_Salmo_salar_L_brown_trout_Salmo_trutta_L_and_S_salar_S_trutta_hybrids_smolt

8. For mer informasjon se også

Vannforskriften - <https://www.vannportalen.no/regelverk-og-foringer/vannforskriften/>

Matloven - <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2003-12-19-124>

Hav møter land - <http://extra.lansstyrelsen.se/havmoterland/Sv/Pages/default.aspx>

Norske lakseelver – <https://lakseelver.no/nb>

FjordOs – <https://fjordos.usn.no/>

Frisk Oslofjord - www.friskoslofjord.no

Gyrofri – www.gyrofri.no

Fiskesykdomsloven - <https://lovdata.no/nav/lov/1997-06-13-54>

Veterinærinstituttet: <https://www.vetinst.no/overvaking/gyrodactylus-salaris-overv%C3%A5kningsprogram>