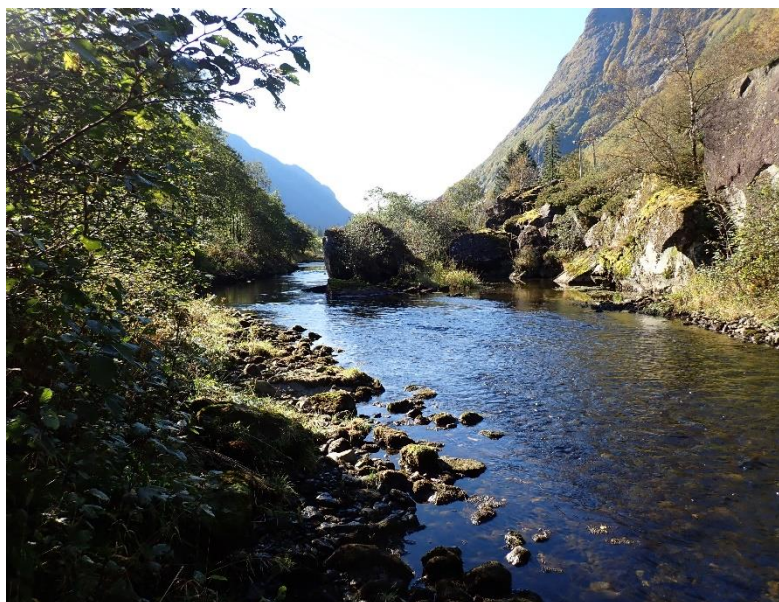
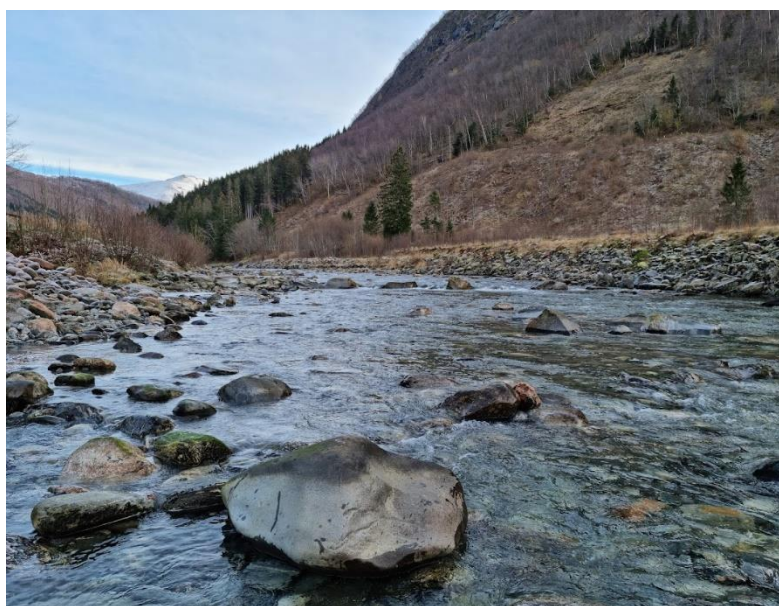


Forekomst av smittsomme fiskepatogener hos villaks fra utvalgte elver på Sunnmøre i 2020



Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI)

Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI)

NORCE Klima og Miljø

Nygårdsgaten 112
5008 Bergen

ISSN nr: 2535-6623

LFI-rapport nr: 461

Tittel: Forekomst av smittsomme fiskepatogener hos villaks fra utvalgte elver på Sunnmøre i 2020

Dato: 23.05.2023 (revidert versjon)

Forfattere: Trond Einar Isaksen, Marius Kambestad, Are Nylund (Universitet i Bergen), Johanne Kleppe (Universitetet i Bergen)

Bilder: Fotografier er tatt av forfatterne ved LFI hos NORCE Klima og Miljø

Geografisk område: Sunnmøre, Norge

Finansiering: Hofseth Aqua AS

Antall sider: 59

Forsidebilder: Norddalselva (oppe t.v.), Stordalselva (oppe t.h.), lakseparr fra Vikelva (nede t.v.) og Vikelva (nede t.h.).

Emneord: Atlantisk villaks, fiskepatogener, virus, bakterier, parasitter, real-time qPCR

Forslag til sitering: Isaksen T.E., Kambestad M., Nylund A., Kleppe J. 2022. Forekomst av smittsomme fiskepatogener hos villaks fra utvalgte elver på Sunnmøre i 2020. NORCE LFI rapport nr. 461.

Forord

Dette er en revidert versjon av utgaven som ble publisert 7. desember 2022. Endringer er beskrevet i kulepunktene under:

- *Det har blitt gjennomført noen mindre justeringer og rettelser i teksten etter dialog med ansatte i Veterinærinstituttet (ansvarlig for Genbank). Det har blitt presisert at det er strenge prosedyrer for fisk som fanges og holdes i genbank. Dette kom ikke klart nok frem i den første versjonen.*
- *Det ble påvist svake verdier av Renibacterium salmoninarum (agens for sykdommen bakteriell nyresyke; BKD) med bruk av qPCR-metoder i gjelle prøver fra en fisk i vår undersøkelse. Nyreprøven fra samme fisk testet negativ for denne bakterien. Det ble gjennomført en re-analyse av prøver fra denne fisken. Resultatene fra denne analysen viste kun negative resultater. Påvist smitte med R. salmoninarum er derfor vurdert som usikker og lite sannsynlig, og ikke tatt med i beregningene og beskrivelser av smitteforekomst hos undersøkte villaks fra elvene på Sunnmøre i denne reviderte rapporten.*
- *Testmetodene brukt i vår undersøkelse rettet mot Aeromonas bakterier er ikke arts-spesifikk nok til å skille mellom ulike arter eller underarter. Dette ble presisert i den forrige versjonen, men det er likevel på sin plass å presisere at det ikke kan konkluderes med at det er påvist Aeromonas salmonicida subsp. salmonicida som er agens for sykdommen furunkulose i vår undersøkelse. Påvist smitte med Aeromonas bakterier er derfor ikke omtalt som furunkulose-bakterier i denne reviderte rapporten.*
- *Det ble gjort et forsøk på å identifisere Aeromonas bakterier fra fisk med høyest smittenivå i vår undersøkelse (en fisk fra Eidsdalselva). PCR og DNA-sekvensering viste at denne fisken var smittet med Aeromonas sobria. Dette er nye opplysninger som er tatt med i denne reviderte rapporten.*

«Mer laks og sjørret på Sunnmøre» er et prosjekt ledet av organisasjonen Lakseelvene på Sunnmøre og finansiert av Hofseth Aqua AS med flere offentlige bidragsytere. Norwegian Research Centre ved faggruppen Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (NORCE LFI) er faglig ansvarlig og utfører forskning, overvåking og tiltaksanalyser. Formålet med prosjektet er å

1. få bred oversikt over bestandsstatus for laks og sjørret på Sunnmøre
2. identifisere de viktigste årsakene til negativ bestandsutvikling, både regionalt og for hvert enkelt vassdrag
3. sette inn tiltak for å bedre bestandsstatus

Denne rapporten omhandler en studie av forekomst og intensitet av smittsomme fiskepatogener hos villaks fra ulike laksebestander på Sunnmøre i 2020. Studien adresserer dermed formål 2 nevnt over. Arbeidet er finansiert av Hofseth Aqua AS, og utført av NORCE LFI i samarbeid med Universitetet i Bergen (UiB). Feltarbeid ble utført av Marius Kambestad (NORCE LFI). Prøvetaking og undersøkelser av alle fisker ble utført på NORCE LFI sitt laboratorium i Bergen, av Trond Einar Isaksen (NORCE LFI) med assistanse fra Johanne Kleppe (student, UiB). Are Nylund (leder for faggruppen Fiskehelse ved UiB) var ansvarlig for molekylærbiologiske analyser av vevsprøver for påvisning av mikroparasitter. Stamlaks fra elvene ble samlet inn av elveeierlagene og overlevert til NORCE LFI etter stryking, med tillatelse fra Miljødirektoratet.

Vi takker elveeierlagene i Søre Vartdalselva, Bondalselva, Eidsdalselva, Norddalselva og Korsbrekkelva for oppbevaring og overlevering av stamfisk, og Vegard Sollien fra Veterinærinstituttet for deling av resultater av obligatorisk helsesjekk av genbankfisk fra Søre Vartdalselva, Eidsdalselva og Norddalselva.

Innhold

Forord.....	3
Sammendrag	5
1. Innledning.....	7
2. Området	8
3. Patogener og parasitter hos laksefisk i Norge.....	9
3.1 Virus.....	9
3.2 Bakterier	9
3.3 Parasitter	10
4. Metoder.....	12
4.1. Innsamling av laks.....	12
4.2. Prøvetaking og metoder for påvisning av fiskepatogener og parasitter.....	17
5. Resultater	19
5.1. Makroparasitter hos lakseparr	19
5.2. Makroparasitter hos voksen villaks.....	23
5.3. Mikroparasitter hos parr og voksen villaks	27
5.3.1. Virussmitte	27
5.3.2. Bakteriesmitte	28
5.3.3. Parasittsmitte	31
6. Smittestatus i elver på Sunnmøre	35
Oppsummering og videre arbeid.....	44
VEDLEGG A. Molekylærbiologiske tester (qPCR).....	46
VEDLEGG B. Mikroparasitter påvist hos lakseparr	47
B1. Infeksjonsgrad av virus.....	47
B2. Infeksjonsgrad av bakterier.....	48
B3. Infeksjonsgrad av parasitter.....	50
VEDLEGG C. Mikroparasitter påvist hos voksen villaks	52
C1. Infeksjonsgrad av virus.....	52
C2. Infeksjonsgrad av bakterier.....	53
C3. Infeksjonsgrad av parasitter.....	55
LITTERATUR	57

Sammendrag

Det har vært nedgang i laksepopulasjonen i en rekke elver på Sunnmøre over flere år. I denne forbindelse ble prosjektet «Mer laks og sjøørret på Sunnmøre» etablert. Prosjektet er ledet av organisasjonen Lakseelvene på Sunnmøre og finansiert av Hofseth Aqua AS med flere offentlige bidragsytere. Et delmål i dette prosjektet var å undersøke smittestatus til laks i utvalgte elver. Denne undersøkelsen ble gjennomført som et pilotstudie av NORCE LFI i samarbeid med Universitetet i Bergen.

Årsakene til nedgang i laksepopulasjoner i elvene på Sunnmøre kan være sammensatt og inkluderer redusert overlevelse i havet, menneskelig påvirkning på ferskvannshabitatet, overfiske og fiskeoppdrett (lakselus, rømt fisk, smittespredning). Både menneskelige aktiviteter og klimatiske variasjoner kan bidra til endringer av laksens ferskvannshabitat og miljøforhold som inkluderer vannstand og vannkvalitet i gyteelver. Slike endringer kan bidra til sykdomsutbrudd blant villaks i vassdrag som i verste fall kan ha bestandsreduserende effekt over tid. Alvorlige sykdomsutbrudd som kan ha negativ effekt på villakspopulasjoner kan forekomme dersom smittsomme fiskepatogener er til stede under ugunstige miljøforhold som gjør fisken særlig mottakelig for slike smittestoffer.

Høsten 2020 ble det samlet inn villaks for å undersøke smittestatus i elver med både dårlig og god bestandstilstand. Dette inkluderer stamfisk brukt til kultiveringsformål i Bondalselva og Korsbrekkelva, samt voksen laks samlet inn som potensiell stamfisk i forbindelse med genbank-arbeidet i Søre Vartdalselva, Norddalselva og Eidsdalselva. I tillegg ble det samlet inn villfanget parr fra de samme elvene (med unntak av Eidsdalselva). Det ble også samlet inn parr fra andre elver med dårlig eller ustabil bestandsstatus (Ramstaddalselva og Stordalselva) og parr fra elver med god bestandsstatus (Åheimselva, Vikelva, Aureelva og Ørskogselva). Det ble undersøkt totalt 44 stamlaks og 100 lakseparr fra disse nevnte elvene.

Ingen klinisk syk fisk ble observert blant de undersøkte fiskene. Utbredelse av makroparasitter hos både parr og voksenlaks ansees å være naturlig og normal. Det ble observert 3 ulike typer makroparasitter hos parr (haptormark, rundorm og elvemuslinglarver) og 4 ulike typer hos voksen laks (gjellelus, rundorm, ikter, bendelmakk).

Villaks fra de utvalgte elvene ble også testet for 15 ulike typer mikroparasitter (virus, bakterier, protister) med bruk av qPCR-metoder. Dette er metoder som påviser tilstedeværelse av spesifikt arvestoff (DNA eller RNA) i en prøve, og er brukt til å beskrive forekomst av de mikroparasittene det ble testet for.

Det ble ikke påvist ILA-virus hos noen av de undersøkte fiskene. Det ble påvist indikasjoner på smitte med SAV (PD-virus) og PMCV (CMS-virus), men smittenivåene var svært svake og resultatene er vurdert som usikre. Viruset PRV1, som er årsak til sykdommen hjerte- og skjelettmuskelbetennelse (HSMB), er utbredt blant oppdrettslaks langs norskekysten. PRV1 ble påvist hos voksne villaks fra de fleste elvene, med størst infeksjonsgrad hos laks fra Eidsdalselva. Det ble også påvist lave nivåer med PRV1 hos enkelte parr fra noen av elvene. Matfiskanlegg med laks i fjordene på Sunnmøre er sannsynligvis et viktig reservoar og smitekilde til PRV1 i den undersøkte regionen.

SGPV var viruset som var vanligst å påvise hos voksen villaks i de undersøkte elvene, med størst infeksjonsgrad hos laks fra Søre Vartdalselva. Andre undersøkelser har vist at dette viruset kan være svært smittsomt. Smitte mellom stamfisk holdt i kar over lang tid kan derfor forklare den høye andelen av voksen villaks som testet positiv for dette viruset i vår undersøkelse.

Klassisk furunkulose er en sykdom som er rapportert å ha en bestandsreduserende effekt på villaks i elver. Sykdommen skyldes smitte med bakterien *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*, og er regnet som endemisk (etablert) i noen få vassdrag i Norge. Det ble påvist *Aeromonas* bakterier hos voksen villaks i noen av elvene på Sunnmøre. Størst infeksjonsgrad ble registrert hos laks fra

Eidsdalselva og Korsbrekkelva. Det ble også påvist *Aeromonas* bakterier hos parr, og i størst grad hos parr fra Ørskogelva. Real-time qPCR-testene som ble brukt i denne undersøkelsen skiller imidlertid ikke mellom ulike arter eller underarter av *Aeromonas* bakterier. Dette er derfor resultater som krever videre undersøkelser for å identifisere hvilke typer *Aeromonas* bakterier villaks på Sunnmøre kan være smittet med. I vår undersøkelse ble kun en fisk med høye nivåer av *Aeromonas* DNA i nyre vev (voksen laks fra Eidsdalselva) videre analysert og sekvensert. Resultatene viste at denne var smittet med bakterien *Aeromonas sobria*.

Det ble først påvist *Renibacterium salmoninarum* (agens for sykdommen BKD) i gjelleprøve hos en voksen fisk fra Søre Vartdalselva, men infeksjonen er vurdert som svak. Det ble imidlertid ikke påvist spor av denne bakterien i nyreprøve fra samme fisk. Det ble også gjennomført en re-analyse av både gjelle- og nyreprøve fra denne fisken. Resultatene fra denne analysen viste negative resultater. Smitte med bakterien *R. salmoninarum* er derfor vurdert som usikker og lite sannsynlig.

Bakteriene *Flavobacterium psychrophilum*, *Ca. Branchiomonas cysticola* og *Yersinia ruckeri* var mest utbredt blant villaks og ble påvist hos både parr og voksen villaks. Smitte med *F. psychrophilum* var særlig vanlig hos både parr og voksen villaks fra Søre Vartdalselva, men også i Bondalselva og blant parr i Åheimselva. Dette er en bakterie som er kjent for å smitte laksefisk i ferskvann og i brakkvann. Regnbueørret er beskrevet som mer mottakelig for denne bakterien enn laks. Mulig smittereservoar for denne bakterien kan derfor være settefisk- eller matfiskanlegg med regnbueørret i fjorder med lav salinitet. Rømt fisk kan ha bidratt til å spre smitte fra slike områder til ulike elver i regionen. Det er antatt at *F. psychrophilum* kan smitte vertikalt, altså fra foreldrefisk til avkom. Smittet stamfisk brukt til kultiveringsformål kan derfor bidra til å spre smitte med denne bakterien i elv ved utsett av rogn og yngel.

Det ble påvist varierende grad av infeksjoner med protister som *Ichthyobodo* spp. (flagellat), *Paranucleospora theridion* (mikrosporidie) og *Tetracapsuloides bryosalmonae* (myxosporidie) hos parr og voksen laks. Særlig parasitten *T. bryosalmonae* har fått økt oppmerksomhet de siste årene. Smitte med parasitten *T. bryosalmonae* ble hovedsakelig påvist hos parr og undersøkelsen viser at parasitten er naturlig utbredt blant villaks i flere elver på Sunnmøre. Denne parasitten er årsak til sykdommen proliferativ nyresyke (proliferative kidney disease; PKD) og alvorlige bestandsreducerende sykdomsutbrudd hos vill laksefisk i ferskvann har blitt rapportert fra flere land inklusiv Norge. Slike sykdomsutbrudd kan forekomme i perioder med høy vanntemperatur i elven (>15 °C).

Denne gjennomførte undersøkelsen vil være et viktig grunnlag for videre helseovervåking av elver som har svake eller ustabile villaksbestander på Sunnmøre. Resultatene kan også være veiledende for helsekontroll av stamfisk brukt til kultiveringsformål. Det ble eksempelvis påvist relativt høye nivåer av laksepox virus (SGPV) som kan indikere moderat eller kraftig infeksjoner hos alle stamfiskene fra Søre Vartdalselva. Alle stamfiskene fra de undersøkte elvene hadde også høyt smittensnivå med bakterien *Flavobacterium psychrophilum*. Smittevei til SGPV er foreløpig ikke kjent, men bakterien *F. psychrophilum* er antatt å kunne smitte vertikalt. Det blir oss bekjent sjeldent testet for slike smittestoffer i helsekontroll av stamfisk. Utsett av rogn og yngel fra smittet stamfisk kan potensielt bidra til smittespredning og etablering av smitte i elver. Dette kan i verste fall ha bestandsreducerende effekt på grunn av økt predasjon av smittet og svekket fisk i elvene, økt forekomst av sykdomsutbrudd blant lakseyngel, samt redusert sjøoverlevelse blant smittet smolt.

1. Innledning

Det har blitt registrert nedgang i laksepopulasjoner i flere elver på Sunnmøre de siste årene, men med stor variasjon i utvikling mellom vassdrag. Årsaken til variasjonen er ikke kjent, men kan være en konsekvens av sammensatte årsaker som kan inkludere endringer i ferskvannshabitat, sjøoverlevelse, predasjon, beskatning, parasitter og sykdom.

Til tross for vid kunnskap om ulike smittsomme sykdommer som kan ramme oppdrettslaks i både sjø og ferskvann, er det manglende kunnskap om utbredelse og påvirkninger av smittsomme sykdommer på bestander av villaks. Villaks kan bli smittet av de samme patogener og parasitter som oppdrettslaksen, men også av andre patogener som ikke er et problem i lakseoppdrett i dag. Dette gjelder særlig bakteriesykdommer som oppdrettslaksen er vaksinert mot (vibriose, furunkulose og andre) eller som oppdrettsnæringen har god kontroll på gjennom effektive forebyggende tiltak (f.eks. bakteriell nyresyke – BKD).

Alvorlige sykdomsutbrudd som kan ha negativ effekt på villakspopulasjoner kan forekomme dersom smitte er til stede under forhold som gjør fisken særlig mottakelig. Smittekilden kan være i sjøfasen eller i ferskvann. Tilbakevandrende villaks kan ha økt risiko for å bli smittet i sjø dersom migrasjonsruten krever at de må passere oppdrettsanlegg med syk laksefisk. Villaks på gytevandring opp i elvene kan derfor være bærere av ulike typer smittestoffer, men de kan også bli smittet i elven dersom smitte er etablert i vassdraget eller dersom syk oppdrettslaks rømmer og vandrer opp i elvene. For eksempel var utbruddet av furunkulose i en lang rekke vassdrag på Sunnmøre i 1989-1992 knyttet til store mengder rømt oppdrettslaks, med svært høy dødelighet for både oppdrettslaks og villaks i Vikelva i Volda i 1989 (Johnsen mfl. 1993). Stress kan ha negativ effekt på immunforsvaret og dermed øke risiko for smitte og utvikling av sykdom. Gytefisk blir utsatt for stressfulle forhold som en naturlig del av gyteadferden, f.eks. forsering av stryk, periodevis trenging og rivalisering, og graving av gytegroper. Skader i hud under slike forhold er ikke uvanlig, men vil medføre økt risiko for infeksjoner, sykdom og smittespredning i vassdraget. Sykdom hos villaks blir sjelden påvist siden syk fisk kan være lett bytte for predatorer, men sykdomsutbrudd hos villaks har blitt rapportert fra vassdrag i perioder med høye vanntemperaturer og lav vannstand. Risiko for smitte fra fisk til fisk og utvikling av sykdom er derfor særlig stor dersom fisk blir trengt i varme, grunne kulper på grunn av lav vannføring i vassdraget.

Smittestatus hos vill laksefisk i norske vassdrag er lite undersøkt sammenlignet med smittestatus hos oppdrettsfisk, og dette gjelder også elvene på Sunnmøre. Hensikten med denne undersøkelsen er å få et bredt bilde av forekomst av smitte i elver med både god og dårlig bestandstilstand. Dette vil gjøre det mulig å vurdere om utbrudd av fiske sykdommer er en sannsynlig årsak til reduserte fiskebestander i enkelte elver. En slik kartlegging vil gi grunnlag for oppfølgende overvåking og forebyggende tiltak rettet mot smittsomme fiske sykdommer.

I undersøkelsen av villaks fra elver på Sunnmøre er det rettet fokus mot et utvalg av smittsomme fiskepatogener som er kjent for å forårsake sykdommer i fiskeoppdrett i både sjø og ferskvann, men også andre patogener som kan forekomme hos vill laksefisk i norske vassdrag.

2. Området

Fjordsystemet på Sunnmøre, fra Geiranger og Tafjord innerst, til Ulstein, Herøy og Sande ytterst i havgapet, har 27 vassdrag med registrerte laksebestander, med et samlet gytebestandsmål på ca. 7.700 kg (<https://lakseregisteret.fylkesmannen.no/>). Det fanges årlig flere tusen laks i elvene på Sunnmøre, men fangstene har variert mye, og mange bestander har hatt en negativ utvikling de siste årene (se for eksempel Kambestad & Furset 2020, Kambestad mfl. 2021, Hanssen mfl. 2022). Flere små og mellomstore vassdrag har opplevd kollaps i laksebestandene i løpet av få år, og fire av regionens bestander er derfor nå i genbank for å bevare genmaterialet inntil det er grunnlag for å reetablere bestandene. Samtidig er det fortsatt godt laksefiske i elver som Korsbrekkelva, Strandaelva, Aureelva og Åheimselva. Det er ikke åpenbart hva som har forårsaket den negative bestandsutviklingen for laks i mange av elvene på Sunnmøre, og hvorfor det er så store forskjeller i utvikling mellom vassdrag i samme region. Ved undersøkelser i enkelt-vassdrag er faktorer som lakselus, predasjon fra oter, skadeflom, fysiske inngrep i elver, vannkraft og overbeskatning påpekt som sannsynlige årsaker, og hvilken faktor som har størst påvirkning varierer sannsynligvis mellom vassdrag.

Lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* infiserte laks i mange av vassdragene på Sunnmøre på 1980-tallet, men ble utryddet fra regionen ved rotenonbehandling rundt 1990 (Mo mfl. 2022). I tillegg ble mange vassdrag undersøkt for furunkulose-smitte i forbindelse med et stort utbrudd i 1989, men denne smitten forsvant i løpet av få år (Johnsen mfl. 1993). Det finnes imidlertid mange andre patogener og parasitter som kan smitte både oppdrettslaks, regnbueørret og villaks, men så vidt oss bekjent er det ikke gjort systematiske undersøkelser av utbredelse og intensitet av slik smitte blant villaks på Sunnmøre. Regionen har relativt høy oppdrettsintensitet, med mer enn tjue aktive oppdrettsanlegg for laksefisk i sjø (Figur 1). Dette medfører risiko for smitte fra oppdrettsfisk til villaks, enten i fjorden eller når rømt oppdrettsfisk vandrer opp i vassdrag.

3. Patogener og parasitter hos laksefisk i Norge

Forekomst og betydning av smitte på villaks i vassdrag kan undersøkes ved å teste villaks fra ulike elver med både sterke og svake populasjoner. Noen smittestoffer kan forekomme naturlig i ferskvann, men smitte kan også komme fra sjøfasen sammen med tilbakevandrende villaks eller fra rømt oppdrettsfisk som trekker opp i elvene. I denne undersøkelsen vil det rettes fokus mot smittestoff (virus, bakterier og parasitter) som er kjent fra lakseoppdrett, men også andre smittestoff som det er manglende kunnskap om i dag når det gjelder utbredelse hos villaks. Dette inkluderer laksefiskpatogener som er vist i ulike studier å kunne forårsake alvorlig sykdom og fiskedød i populasjoner med vill laksefisk i Norge og andre land. Prioriterte smittestoffer som kan gi sykdommer hos laks omfatter både mikro- og makroparasitter, og er listet opp under. Mikroparasitter er en samlebetegnelse for patogener som formerer seg på eller i vertens vev eller celler og inkluderer virus, bakterier, sopp, protister (encellede eukaryote organismer) og slimdyr (Myxozoa). Makroparasitter beskriver flercellede parasitter som kan sees med det blotte øyer eller med lupe, og kan forekomme på fiskens hud og gjeller (ektoparasitter) eller i indre organer som bukhule, mage og tarm (endoparasitter).

3.1 Virus

- **Infeksiøs lakseanemi virus (ILAV)** er årsak til sykdommen infeksiøs lakseanemi (ILA). Dette er en alvorlig sykdom som rammer laks i oppdrett. ILA-virus er imidlertid også påvist hos regnbueørret (oppdrett), villaks og hos vill sjøørret (Nylund m.fl. 2019).
- **Salmonid alfavirus (SAV)** er svært utbredt og forårsaker pankreassyke (Pancreas Disease, PD). Det finnes ulike varianter av SAV, hvorav SAV3 er mest utbredt og regnes som endemisk hos oppdrettslaks på Vestlandet.
- **Laksepoxvirus (Salmon gill pox virus, SGPV)** kan gi alvorlig gjellesykdom (laksepox) hos laks med høy dødelighet i ferskvannfasen eller i tidlig sjøfase. SGPV er utbredt i Norge, og både virus og sykdommen har blitt påvist hos oppdrettslaks og villaks.
- **Piscine orthoreovirus (PRV)**. Et utbredt virus som ofte påvises i både oppdrettslaks og villaks. Utbredelsesområdet er hele norskekysten, men særlig Møre og Romsdal og Trøndelag. Viruset kan gi sykdommen hjerte- og skjelettbetennelse (HSMB). Alvorlige infeksjoner kan gi betydelig fiskedød i lakseoppdrett. Virusvarianten som rammer laks er Piscine orthoreovirus 1 (PRV1).
- **Piscint myokarditt virus (PMCV)**. Infeksjon kan gi sykdommen kardiomyopatisyndrom (CMS). Dette er en kronisk sykdom med langsom utvikling. Sykdommen rammer ofte større laks i oppdrett og er forbundet med høy dødelighet og «hjertesprekk», særlig dersom fisken blir utsatt for stress. Viruset er også påvist i tilbakevandrende villaks og i ung laks i elver. Påvisninger av dette viruset har vært økende hos oppdrettslaks de siste årene.

3.2 Bakterier

- **Candidatus Branchiomonas cysticola**. Bakterien er assosiert med gjellesykdommen epitheliocystis, som er utbredt i lakseoppdrett langs hele norskekysten. Bakterien er vanlig i villaks og har blitt påvist i villaks både i sjø og i ferskvann. Det synes imidlertid å være egne arter av denne bakterien hos laks og ørret (*S. trutta*).
- **Renibacterium salmoninarum**. Bakteriell nyresyke (BKD) er en laksesykdom som har blitt påvist i både ferskvann og i sjø med flest utbrudd på Vestlandet historisk sett. Bakterien kan smitte direkte fra fisk til fisk (horisontalt), men også fra foreldrefisk til avkom (vertikalt). På grunn av risiko for vertikal smitte er det pålagt med stamfiskkontroll for denne bakterien som forebyggende

tiltak mot smittespredning. Effektive tiltak har bidratt til at sykdommen ikke lenger er et problem i oppdrett, men BKD er antatt å være endemisk i flere vassdrag med vill laksefisk i Norge¹.

- ***Aeromonas salmonicida***. Furunkulose er en bakteriesykdom som ikke lenger er et problem i lakseoppdrett på grunn av effektiv vaksine, men sykdommen påvises fremdeles jevnlig hos villaks i ferskvann. Alvorlige utbrudd er mest vanlig sommer og høst når vanntemperaturene er relativ høye. Kunnskap om utbredelsen til denne sykdommen i norske vassdrag med anadrom laksefisk er i stor grad basert på passiv overvåking hos Veterinærinstituttet, det vil si innmeldinger fra «Syk villfisk-portalen²» og fra ulike aktører som driver forskning eller fiskehelsekontroller. Andre *Aeromonas*-arter har også i nyere tid vært knyttet til dødelighet av tilbakevandrende villaks i elver i Sør-Norge.
- ***Yersinia ruckeri***. Yersinose er en bakteriell laksesykdom som er utbredt i Norge og en rekke andre land. I Norge har denne sykdommen medført alvorlige utbrudd hos oppdrettslaks i ferskvann, men også i tidlig sjøfase. Det har vært en økende tendens i utbrudd av denne sykdommen i norsk lakseoppdrett de siste 10 år. Bakterien har også blitt påvist i villaks fra elver langs store deler av norskekysten.
- ***Flavobacterium psychrophilum***. Denne bakterien kan gi sykdom hos laksefisk i ferskvann og brakkevann, og er kjent for å kunne gi alvorlige hudsår og finneråte hos laks. Bakterien kan også påvises i gjelleprøver fra infisert fisk. Kraftige infeksjoner med flavobakterier har blitt påvist i gjelleprøver fra gytemoden villaks i elv på Vestlandet under en periode med lav vannføring og høy fiskedødelighet (Isaksen og Nylund 2011, upubliserte data). Bakterien smitter horisontalt (direkte smitte fra fisk til fisk), men det er også antatt at den kan smitte vertikalt (fra foreldrefisk til rogn).

3.3 Parasitter

- ***Ichthyobodo* spp.** er en mikroskopisk parasitt (flagellat) som kan infisere hud og gjeller (ichthyobodose). To arter er kjent fra laks i Norge, der den ene kan infisere laks i både sjø og i ferskvann (*Ichthyobodo salmonis*), mens den andre kun kan smitte fisk i ferskvann (*I. necator*). Massive infeksjoner av denne parasitten kan forekomme hos villaks, særlig i tilfeller der fisk blir trent i elver på grunn av lav vannstand. Kraftige infeksjoner med *I. necator* kan være et betydelig problem på settefiskanlegg og medføre dødelighet hos lakseyngel dersom fiskene ikke behandles i tide.
- ***Tetracapsuloides bryosalmonae***. Proliferativ nyresyke (proliferative kidney disease, PKD) er en parasittsykdom som rammer villaks i ferskvann og er påvist hos yngel. Sykdommen forårsakes av infeksjoner med parasitten *T. bryosalmonae* (myxosporidie, Myxozoa), som har en indirekte livssyklus der ferskvannsmosdyr (bryozoa) og laksefisk er nødvendige verter. Sykdommen PKD kan gi betydelig dødelighet hos fisk og oppstår vanligvis sensommer og høst i perioder med høye vanntemperaturer.
- ***Paranucleospora theridion* (syn. *Desmozon lepeophtheirii*)**. Mikroskopisk parasitt (mikrosporidie) som er assosiert med «haustsjuka» i norsk laksefiskoppdrett. Spredning av denne parasitten involverer lakselus. Parasitten oppformerer seg i lakselus og parasittsporer frigjøres når lusen dør. Slike sporer kan infisere laks og andre fisk i sjø. Parasitten er svært utbredt i laksefiskoppdrett og har blitt påvist i store mengder hos villaks. Parasitten kan gi alvorlige gjellesykdommer.

¹ www.vetinst.no/sykdom-og-agens/bakteriell-nyresjuka-bkd

² www.vetinst.no/syk-villfisk

- ***Saprolegnia* spp.** Dette er en sopplignende mikroorganisme som er vanlig i elver og vassdrag i Norge og kan gi hud- og gjelleinfeksjoner hos fisk (saprolegniose). Slike infeksjoner er ofte assosiert med andre sykdommer, sårskader, dårlig vannkvalitet eller en kombinasjon av flere slike faktorer. Kraftige *Saprolegnia*-infeksjoner kan medføre alvorlige sykdomsutbrudd med høy dødelighet hos fisk i ferskvann.

Makroparasitter. Vanlige makroparasitter på hud og gjeller (ytre organer; ektoparasitter) er haptormark (*Discocotyle sagittata*, *Gyrodactylus salaris*) hos juvenile laks i ferskvann eller krepsdyr (*Salmincola salmoneus*) på gjeller til voksne laks. I tillegg er det en rekke ulike typer som forekommer i bukhulen eller i mage-tarm systemet (fordøyelseskanalen) som omfatter ulike arter innen gruppene ikter (Trematoda), bendelmakk (Cestoda) og rundorm (Nematoda).

Ikter (trematoder) som forekommer i mage-tarmsystemet hos fisk (sluttvert) har muslinger eller snegler som første mellomvert og dyreplankton som andre mellomvert. Slike parasitter er vanlig forekommende hos en rekke fiskearter som inkluderer laksefisk, men det er uvisst hva slags effekt slike infeksjoner kan ha på helsetilstanden hos juvenile og voksne fisk. Noen arter kan gjøre stor skade på tarm hos fiskelarver og dermed være dødelig. Arter identifisert hos voksen villaks fanget på Vestlandet er *Derogenes varicus* og *Hemiurus luehei* (Bristow & Berland 1991, Karlsbakk mfl. 2013, Fjær 2019).

Infeksjoner med makroparasitter som rundormer og bendelmakk er vanlig hos villaks, men infeksjonsgraden kan variere mye fra vassdrag til vassdrag. Dette skyldes at slike parasitter har livssykluser som krever flere verter. Kraftige infeksjoner kan gi redusert vekst og helsetilstand hos fisk. Dette kan resultere i redusert kondisjon, nedsatt svømmehastighet og dårligere overlevelse på grunn av økt predasjonsfare og redusert immunforsvar. Vanlige makroparasitter hos laks i både ferskvann og sjø er bendelmakk tilhørende slekten *Eubothrium* som har dyreplankton (copepoder) som første mellomvert og fisk (laks, ørret) som sluttvert. Blindsekkene til laks er infeksjonsstedet til adulte bendelmakk innen slekten *Eubothrium*, mens juvenile stadier også kan forekomme i tarm (Scholtz mfl. 2003).

I ferskvann er det i tillegg andre bendelmakk-arter som er vanlig forekommende hos laksefisk. Disse er måsemakk (*Dibothriocephalus dendriticum*) og fiskeandmakk (*Dibothriocephalus ditremus*) som har dyreplankton som første mellomvert, fisk som andre mellomvert og fugl som sluttvert. Det er også påvist til dels store mengder rundorm tilhørende slekten *Eustrongylides* i laks og ørret i elver og innsjøer i Sør-Norge (Barlaup mfl. 2018, 2021). Disse rundormene har bunndyr (fåbørstemark) som første mellomvert, fisk som andre mellomvert og fugl (fiskeender) som sluttvert.

En vanlig parasitt i bukhulen og på indre organer hos marin fisk eller fisk som har tilbrakt lengre tid i sjø (anadrom fisk; villaks og sjøørret) er kveis (*Anisakis simplex*). Kveis er larvestadier til rundormer som parasitterer fisk (mellomvert) og har hval som sluttvert.

4. Metoder

4.1. Innsamling av laks

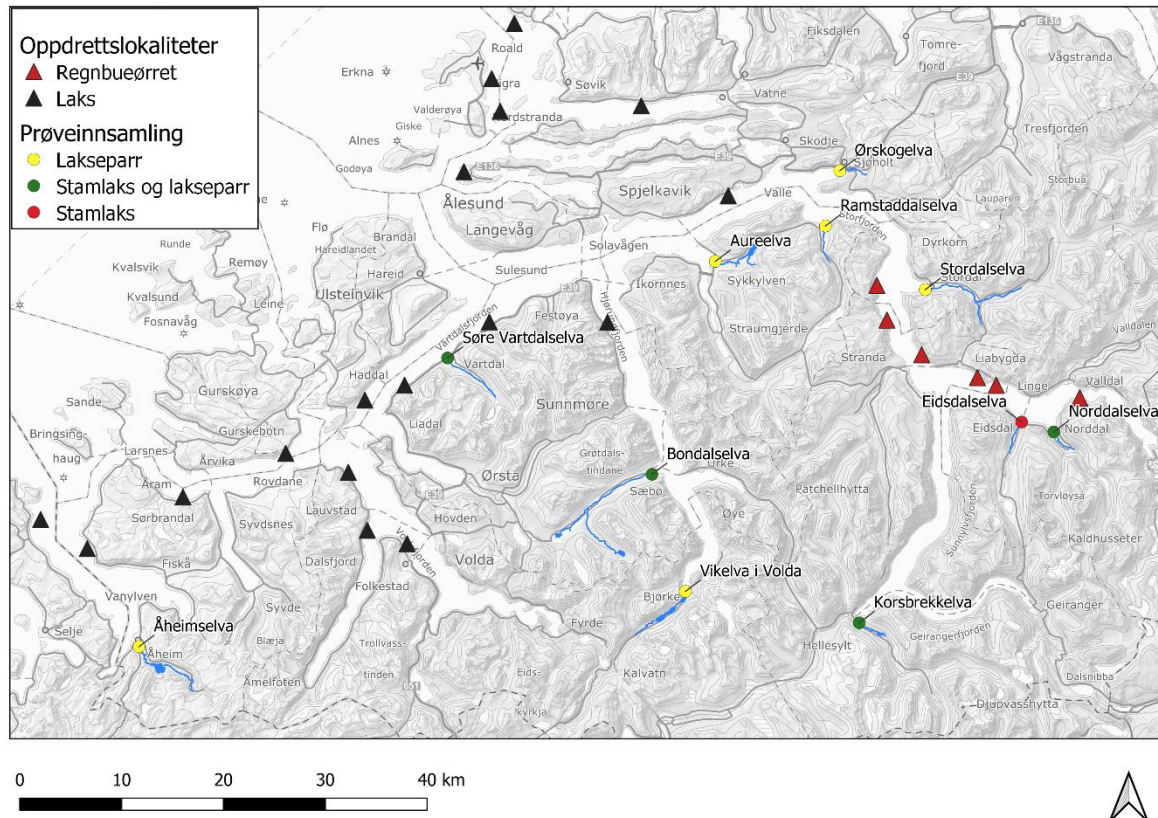
Voksen laks

Det ble tatt prøver av voksen, tilbakevandret villaks fra fem elver på Sunnmøre høsten 2020. Disse fiskene ble innsamlet av elveeierlagene sommer og høst 2020 for bruk som stamfisk i kultivering i lokalt klekkeri (Bondalselva, Korsbrekkelva) eller til bruk i levende genbank (Søre Vartdalselva, Eidsdalselva, Norddalselva). Nøyaktig innsamlingstidspunkt for stamfisk i de ulike elvene er ikke kjent, men så vidt oss bekjent ble de fleste stamlaks i Søre Vartdalselva, Eidsdalselva og Norddalselva fisket og satt i kar i perioden juli til september, mens stamfisket i Bondalselva og Korsbrekkelva foregikk på høsten. Voksen laks fra disse elvene stod dermed samlet i kar i opptil flere måneder før de ble avlivet og undersøkt for smitte i henhold til pålagt helsekontroll av stamfisk. Det er viktig å presisere at ingen av fiskene i denne undersøkelsen har blitt brukt som stamfisk til levende genbank. Det er heller ikke tatt rogn eller melke fra disse fiskene for rognplanting. Fiskene har blitt forkastet som stamfisk etter gentesting og helsesjekk. Det er strenge prosedyrer for fisk som fanges og holdes i levende genbank³. Dette inkluderer karantene i stamfiskkar og tiltak i henhold til helsekontroll som er fjerning av syk fisk eller fisk med mistanke om sykdom. Alle fiskene blir gentestet og kun fisk som er identifisert som ekte villtyper blir brukt videre og brukt som stamfisk avhengig av helsestatus. Standard rutineundersøkelser av helsestatus inkluderer prøveuttak for BKD-testing og andre relevante agens i henhold til Akvakulturforskriften §50.

Etter at lokal veterinær eller Veterinærinstituttet hadde gjennomført gentesting, og i noen tilfeller undersøkelse av helsestatus og eventuell stryking, ble fisken avlivet og lagt på frys frem til de ble transportert til NORCE LFI sitt laboratorium i Bergen for videre undersøkelser og prøvetaking. De fleste fiskene i denne undersøkelsen var underkjent av på grunn av gentestene. Det vil si at disse fiskene hadde innblanding av gener fra oppdrettslaks eller slektskap til benyttet stamfisk. Slike underkjente fisker blir avlivet uten videre helsekontroll.

Det ble undersøkt voksen laks fra to elver som har relativt stabilt tallrike laksebestander og aktivt sportsfiske (Bondalselva, Korsbrekkelva) og fra tre elver med svake eller ustabile bestander som er stengt for fiske og for tiden bevares i levende genbank (Søre Vartdalselva, Eidsdalselva, Norddalselva). Se nettsiden www.vitenskapsradet.no, Kambestad mfl. (2021) og Hanssen mfl. (2022) for detaljer om bestandsutvikling for de enkelte elvene. Oversikt over alle elvene i undersøkelsen er vist i Figur 1 og listet i Tabell 1.

³ Genbank for vill laks. Se: www.vetinst.no/dyr/villfisk/genbank-for-vill-laks



Figur 1. Undersøkelingsområdet, med avmerking av oppdrettslokaliteter for laks og regnbueørret i sjø, samt elver hvor det ble samlet inn stamlaks, laksepar eller begge deler. Totalt 44 stamlaks og 100 laksepar ble samlet inn fra disse elvene.

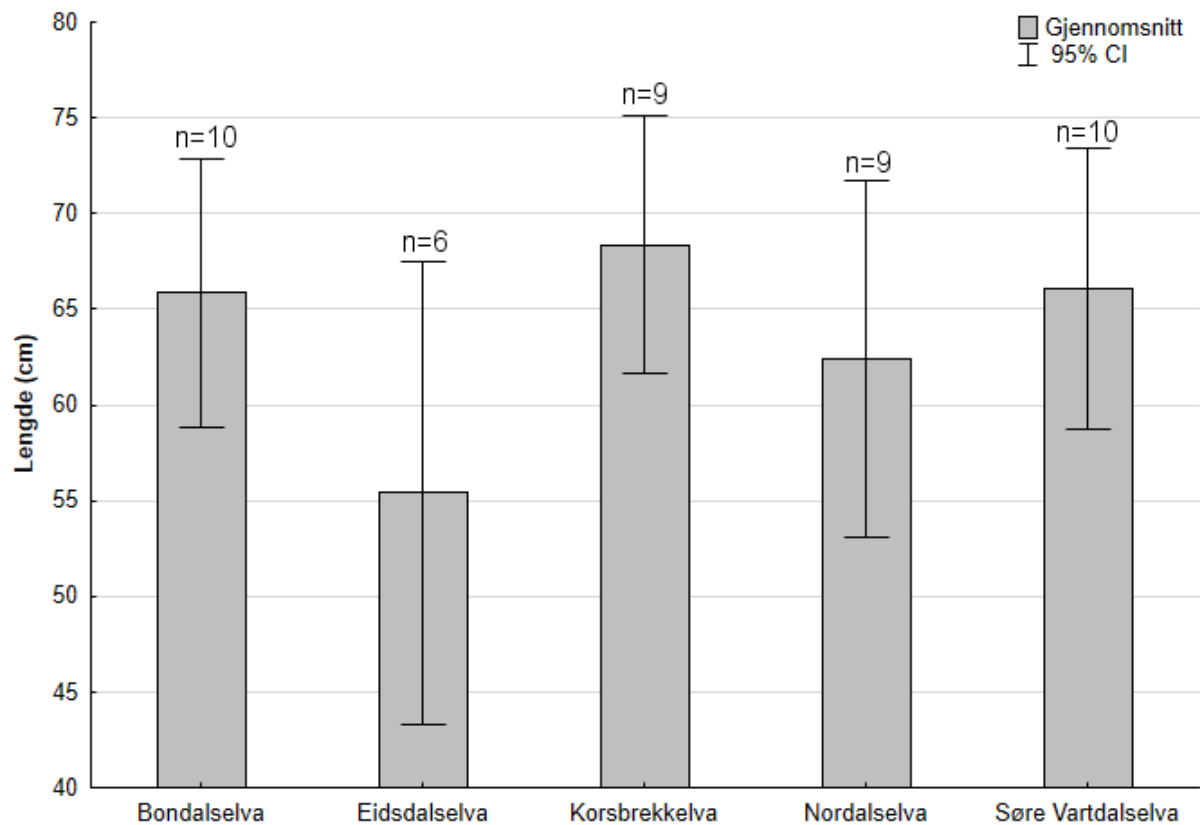
Tabell 1. Undersøkte elver. Vassdragsnummer, areal av nedbørfelt og antall analyserte laks fra hver elv i undersøkelsen. Vanntype til fjordene som elvene renner ut i er oppgitt som euhalin med salinitet >30, ferskvannspåvirket med salinitet 18-30 og brakkvann 5-18 (kilde: Vann-nett.no).

Fjord	Vanntype fjord	Elv	Vassdrags-nr.	Nedbørfelt (km ²)	Stamlaks	Laksepar
Vanylvsfjorden	Euhalin	Åheimselva	092.Z	66,8	0	10
Vartdalsfjorden	Euhalin	Søre Vartdalselva	095.3Z	43,1	10	10
Hjørundfjorden	Ferskvannspåvirket	Bondalselva	097.1Z	89,4	10	10
Hjørundfjorden, indre	Brakkvann	Vikelva	097.2Z	46,7	0	10
Sykkylvsfjorden, ytre	Euhalin	Aureelva	097.72Z	47,1	0	10
Storfjorden, indre	Ferskvannspåvirket	Ramstaddalselva	098.1Z	34,3	0	10
Storfjorden, indre	Ferskvannspåvirket	Ørskogelva	101.1Z	48	0	10
Storfjorden, ytre	Euhalin	Stordalselva	100.2Z	204,5	0	10
Sunnylvsfjorden, indre	Ferskvannspåvirket	Korsbrekkelva	098.6Z	152,5	9	10
Nordalsfjorden	Ferskvannspåvirket	Eidsdalselva	099.1Z	72,6	6	0
Nordalsfjorden	Ferskvannspåvirket	Norddalselva	099.2Z	105	9	10

Tabell 2. Innsamlet voksen laks fra elver på Sunnmøre høst 2020. Vekt er målt etter prøvetaking på kultiveringsstasjon - følgelig skal både vekt og K-faktor (Fultons K) betraktes som omtrentlig. Lengde er målt som gaffellengde. Verdier er oppgitt som gjennomsnitt (minste – største). Totalt 44 fisk undersøkt.

Elv		Antall fisk	Vekt (g)	Lengde (cm)	K-faktor
Bondalselva	Hannlaks	5	2098 (1030-3850)	60,5 (47,5 - 76,0)	0,9 (0,9-1,0)
	Hunnlaks	5	2878 (2100-3430)	71,2 (64,5 - 75,0)	0,8 (0,7-0,8)
	Totalt	10	2488 (1030-3850)	65,9 (47,5 - 76,0)	0,8 (0,7-1,0)
Eidsdalselva	Hannlaks	3	1047 (690-1440)	47,5 (42,5 - 51,0)	0,9 (0,9-1,1)
	Hunnlaks	3	2140 (1250-2800)	63,3 (50,1 - 71,0)	0,8 (0,7-1,0)
	Totalt	6	1593 (690-2800)	55,4 (42,5-71,0)	0,9 (0,7-1,1)
Korsbrekkelva	Hannlaks	3	2273 (1050-4230)	62,3 (52,5 - 79,0)	0,8 (0,7-0,9)
	Hunnlaks	6	2903 (2280-3580)	71,4 (68,5 - 74,0)	0,8 (0,7-0,9)
	Totalt	9	2693 (1050-4230)	68,4 (52,5 - 79,0)	0,8 (0,7-0,9)
Nordalselva	Hannlaks	5	2070 (760-3620)	56,7 (46,5 - 73,2)	0,9 (0,8-1,1)
	Hunnlaks	4	2670 (1160-4970)	65,8 (50,0 - 81,7)	0,9 (0,7-0,9)
	Totalt	9	2337 (760-4970)	62,4 (46,5 - 81,7)	0,9 (0,7-1,1)
Søre Vartdalselva	Hannlaks	1	mangler	49,0	mangler
	Hunnlaks	9	mangler	68,0 (47,5 - 80,0)	mangler
	Totalt	10	mangler	66,1 (47,5 - 80,0)	mangler

Den største laksen i undersøkelsen var en hunnlaks fra Norddalselva som var 82 cm (gaffellengde) og veide 4,97 kg, mens den minste var en hannlaks fra samme elv som var 43 cm og veide 0,7 kg. Generelt var hunnlaks gjennomsnittlig større enn hannlaks i alle elvene (Tabell 2). Alle de voksne fiskene var gytemodne med store gonader. Vekt og følgelig kondisjonsfaktor er påvirket av gonadetype og gonadestørrelse, og dermed mindre nøyaktig enn lengdemål i beskrivelse av og sammenligning av størrelsen til laks samlet inn fra de ulike elvene. De største laksene ble samlet inn fra Korsbrekkselva og de minste fra Eidsdalselva. Vektdata mangler fra Søre Vartdalselva. Gjennomsnittsstørrelsen til laks fra de ulike elvene er vist i Figur 2.



Figur 2. Lengde for innsamlet voksen laks fra ulike elver på Sunnmøre. Fiskestørrelse er gitt som gjennomsnittlig gaffellengde med 95% konfidensintervall. Antall fisk (n) fra hver elv er vist over søylene.

Laksepar

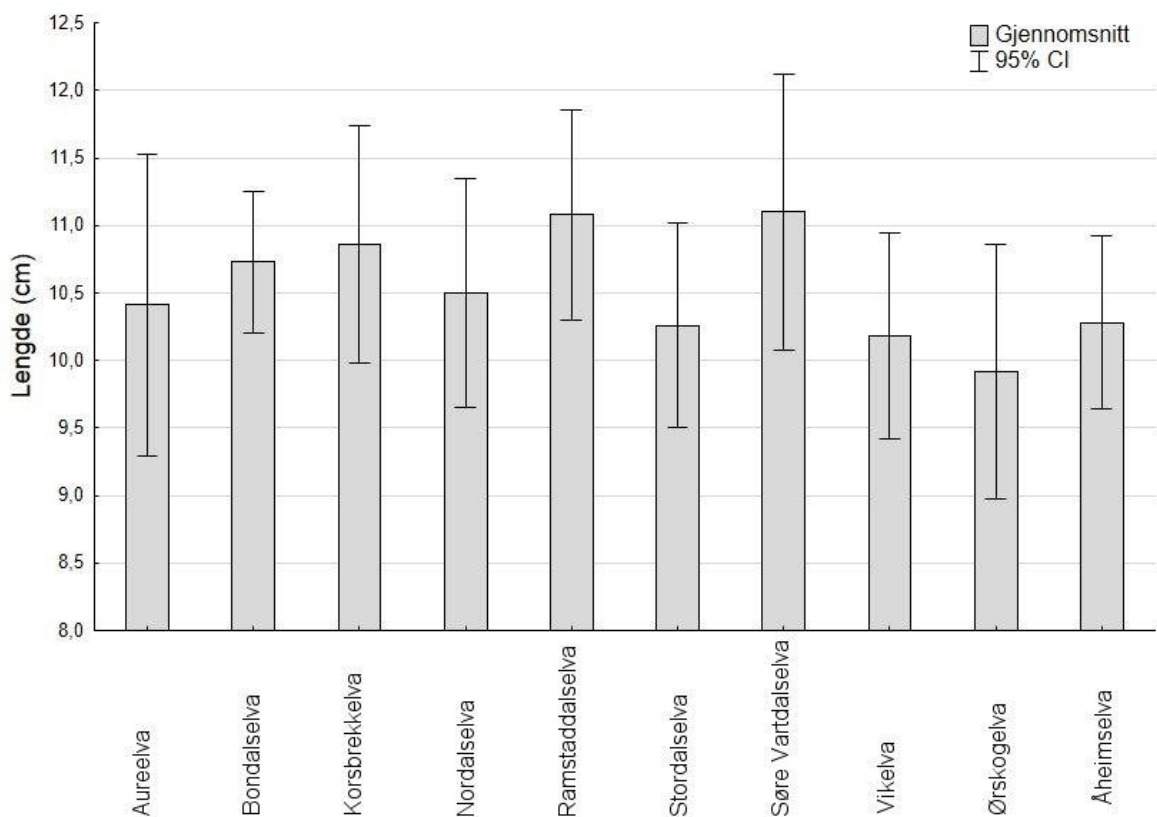
For å undersøke om ferskvann og elver er viktige smittereservoarer for ulike typer smittestoffer ble det også samlet inn juvenile villaks (parr) fra de samme elvene som det ble samlet stamfisk fra, med unntak av Eidsdalselva. I tillegg ble det samlet inn juvenile fisk fra fem andre elver for å undersøke geografisk utbredelse av ulike typer smitte i regionen. Blant disse elvene hadde Åheimselva og Vikelva svært god bestandsstatus for laks på innsamlingstidspunktet, Aureelva og Ørskogelva hadde god bestandsstatus, mens Ramstaddalselva og Stordalselva hadde svært dårlig bestandsstatus (men merk at bestanden i Stordalselva innfridde gytebestandsmålet i 2020, 2021 og 2022; www.vitenskapsradet.no). Merk også at det i Ramstaddalselva i perioden 2015-2020 ble satt ut plommeseekkyngel med foreldre fra Aureelva, i et forsøk på reetablering av bestanden.

Laksepar ble fanget ved el-fiske i oktober-november 2020 og avlivet med slag mot hodet. Det ble samlet inn fem lakseparr i nedre del og fem i øvre del i hvert vassdrag, bortsett fra i Ramstaddalselva, der alle ti lakseparr ble fanget i nedre halvdel av vassdraget. Hver fisk ble pakket i egen pose merket med dato og fangststed. Fiskene ble oppbevart mørkt og kjølig i termokasser i felt og overført til frys før videre transport til NORCE LFI sitt laboratorium i Bergen.

De minste fiskene ble samlet inn fra nedre del av Ørskogelva med gjennomsnittlig fiskelengde 9,4 cm. De største fiskene ble samlet fra øvre del av Søre Vartdalselva med gjennomsnittslengde 11,9 cm. Fiskestørrelser er oppsummert i tabell 3 og figur 3.

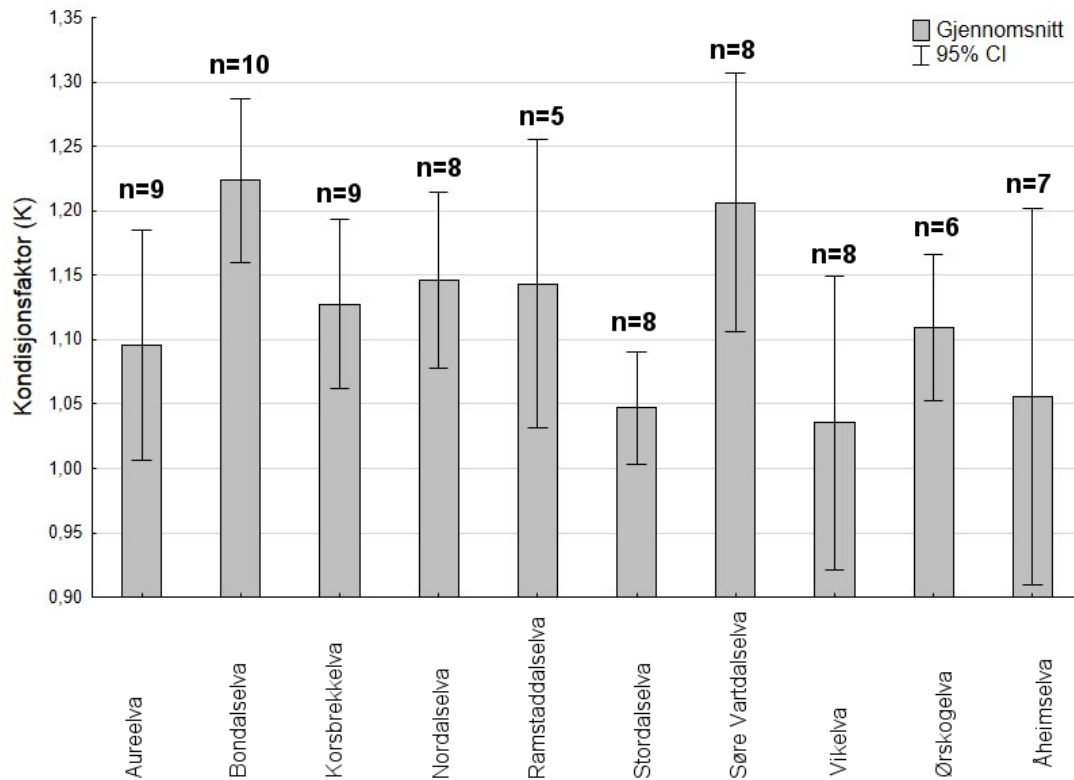
Tabell 3. Innsamlet lakseparr (totalt 100 stk.) fra elver på Sunnmøre. Fiskestørrelser og kondisjonsfaktor (Fultons K) oppgitt som gjennomsnitt (minimum – maksimum). Oppgitt lengdemål er gaffellengde.

Dato	Elv	Antall parr	Vekt (g)	Lengde (cm)	K-faktor	
16.10.2020	Aureelva	Øvre del	5	10,1 (6,6-20,3)	9,6 (8,5-12,0)	1,1 (1,0-1,2)
		Nedre del	5	17,0 (9,6-24,8)	11,2 (10,0-13,0)	1,1 (1,0-1,4)
		Totalt	10	13,5 (6,6-24,8)	10,4 (8,5-13,0)	1,1 (1,0-1,4)
13.11.2020	Bondaselva	Øvre del	5	16,0 (14,2-19,1)	11,0 (10,2-12,0)	1,2 (1,1-1,4)
		Nedre del	5	14,4 (11,0-17,5)	10,5 (9,5-11,3)	1,2 (1,2-1,3)
		Totalt	10	15,2 (11,0-19,1)	10,7 (9,5-12,0)	1,2 (1,1-1,4)
12.11.2020	Korsbrekkelva	Øvre del	5	15,7 (6,0-20,7)	10,9 (8,0-12,2)	1,2 (1,1-1,3)
		Nedre del	5	14,6 (10,3-21,6)	10,9 (9,8-11,8)	1,1 (1,0-1,3)
		Totalt	10	14,8 (6,0-21,6)	10,8 (8,0-12,2)	1,1 (1,0-1,3)
12.11.2020	Nordaselva	Øvre del	5	11,1 (9,9-13,3)	9,8 (9,2-10,2)	1,2 (1,1-1,3)
		Nedre del	5	16,7 (9,4-21,7)	11,2 (9,0-12,7)	1,2 (1,1-1,3)
		Totalt	10	14,5 (9,4-21,7)	10,7 (9,0-12,7)	1,1 (1,1-1,3)
02.10.2020	Ramstaddaselva	Totalt	10	17,3 (11,4-34,1)	11,1 (9,8-13,5)	1,2 (1,1-1,4)
15.10.2020	Stordaselva	Øvre del	6	12,7 (8,6-16,1)	10,4 (9,5-11,5)	1,1 (1,0-1,2)
		Nedre del	4	11,1 (7,5-19,2)	10,1 (9,0-12,2)	1,0 (1,0-1,1)
		Totalt	10	11,4 (7,5-19,2)	10,2 (9,0-12,2)	1,0 (1,0-1,2)
13.11.2020	Søre Vartdaselva	Øvre del	5	20,7 (11,7-30,0)	11,9 (10,3-13,2)	1,2 (1,1-1,3)
		Nedre del	5	14,9 (7,8-19,6)	10,3 (8,5-11,5)	1,3 (1,1-1,4)
		Totalt	10	16,8 (7,8-30,0)	11,0 (8,5-13,2)	1,2 (1,1-1,4)
29.10.2020	Vikelva	Øvre del	5	8,8 (6,3-11,1)	9,6 (8,5-10,7)	1,0 (0,8-1,2)
		Nedre del	5	15,7 (8,7-22,2)	10,8 (9,3-11,5)	1,2 (1,0-1,5)
		Totalt	10	10,2 (6,3-15,3)	9,9 (8,5-11,0)	1,0 (0,8-1,2)
12.10.2020	Ørskogelva	Øvre del	5	11,7 (8,1-18,8)	10,4 (8,5-11,3)	1,3 (1,1-1,4)
		Nedre del	5	9,9 (5,0-15,7)	9,4 (7,7-11,2)	1,1 (1,1-1,2)
		Totalt	10	10,4 (5,0-15,7)	9,5 (7,7-11,2)	1,1 (1,1-1,3)
28.10.2020	Åheimselva	Øvre del	5	10,6 (8,1-13,2)	10,0 (8,8-10,7)	1,1 (0,9-1,2)
		Nedre del	5	13,5 (6,6-20,6)	10,6 (9,5-12,0)	1,1 (0,8-1,3)
		Totalt	10	10,2 (6,6-13,2)	9,9 (8,8-10,5)	1,1 (0,8-1,2)



Figur 3. Lengdefordeling for lakseparr samlet inn i ulike elver på Sunnmøre. Fiskestørrelse er gitt som gjennomsnittlig gaffellengde (cm) med 95% konfidensintervall. Det ble samlet inn ti fisk fra hver elv.

Generelt sett var det god kondisjon hos parr fra alle de undersøkte elvene, men det ble registrert enkelte fisk med dårlig kondisjon (K-faktor < 1), særlig i Åheimselva og øvre del av Vikelva (Tabell 3, Figur 4). Det var dverghanner (kjønnsmodne ungfisk) blant de innsamlede lakseparrene i de fleste elvene, med størst innslag i Ramstaddalselva hvor 5 av 10 parr var dverghanner. Dverghannene som ble samlet inn i denne undersøkelsen hadde store gonader, og dette påvirker vekt og følgelig kondisjonsfaktor til disse fiskene. I figur 4 er derfor kun juvenile parr tatt med ved sammenligning av K-faktor mellom de ulike elvene.



Figur 4. K-faktor for laksepar samlet inn i ulike elver på Sunnmøre. Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor (Fultons K) med 95% konfidensintervall. Det ble samlet inn 10 parr fra hver elv (totalt 100 parr) inklusive dverghanner. Kun umodne parr er vist i denne figuren (n = antall).

4.2. Prøvetaking og metoder for påvisning av fiskepatogener og parasitter

Både juvenile og voksne laks var frosset før undersøkelse. Fiskene ble undersøkt og dissekert på laboratoriet til NORCE.

Det ble tatt vevsprøver av andre gjellebue (venstresiden) for påvisning av ulike fiskepatogener med bruk av molekylærbiolegiske metoder (qPCR). Gjelleprøver er egnet for påvisning av gjellepatogener og en rekke andre typer patogener (virus, bakterier og mikroskopiske parasitter) som kan spres i blodbanen til fisk (systemiske infeksjoner). Det ble tatt ekstra vevsprøver av nyre og hjerte for analyser og påvisning av smittestoffer som kan spres systemisk eller som har nyre og hjerte som målorgan for infeksjoner. Vevsprøvene ble preservert i etanol og frosset ned for videre analyser med bruk av molekylærbiolegiske metoder (DNA/RNA, real time qPCR). Påvisning av de utvalgte smittestoffene ble gjennomført med etablerte og validerte molekylærbiolegiske metoder og spesifikke tester (assays). Liste over disse spesifikke testene er gitt i Vedlegg A.

PCR (Polymerase Chain Reaction) er en metode som kopierer spesifikke målsekvenser (arvestoff; DNA/RNA) til patogener i en prøve. Real time qPCR gjennomføres i sykluser, og for hver syklus doubles antall kopier av målsekvensen. Det avgis et signal som registreres i analyseinstrumentet hver gang kopier dannes. I en positiv prøve vil det oppnås en signalstyrke som er signifikant høyere enn bakgrunnsstøyen. Antall sykluser som er nødvendig for å påvise positive resultat angis i Ct-verdier (Cycle threshold). Få sykluser (lav Ct-verdi) indikerer større mengde av målsekvens i en prøve sammenlignet med signal påvist etter mange sykluser (høy Ct-verdi). Høye Ct-verdier (> 36 sykluser) kan representere uspesifikke reaksjoner (falske positive) eller svært lav mengde av målsekvensen til de spesifikke smittestoffene. For å redusere eller eliminere falske positive resultater er det i denne undersøkelsen satt en grenseverdi på Ct = 36. Resultater som viser Ct-verdier større enn 36 er derfor vurdert og beskrevet som usikre.

Etter at vevsprøvene var tatt, ble fisken undersøkt for makroparasitter. Undersøkelser av makroparasitter ble gjennomført ved obduksjon og bruk av luper og mikroskop. Alle fiskene ble undersøkt for makroparasitter på gjeller, i bukhulen og i fordøyelseskanalen (mage, tarm). De fire gjellebuene fra høyresiden til hver fisk ble undersøkt. Gjellebuene ble kuttet fri, lagt i vannfylt petriskål og undersøkt med lupe. Innvollene ble tatt ut for undersøkelse av parasitter i bukhule og utenpå innvollene. Fordøyelseskanalen ble deretter fordelt i petriskåler med henholdsvis mage, blindsekker, midttarm og baktarm som ble snittet opp. Innholdet i de ulike delene av fordøyelseskanalen ble undersøkt med lupe og mikroskop for påvisning og identifisering av parasitter.

Begreper og beregninger brukt i beskrivelse av infeksjonsgrad til ulike typer fiskepatogener:

Prevalens til makro- og mikroparasitter: Andel fisk (oppgitt i %) smittet med et bestemt patogen i forhold til antall fisk undersøkt. Signifikante forskjeller i prevalens mellom elver er testet statistisk med bruk av Fishers eksakte test (FET, signifikant for $p < 0,05$).

Infeksjonsintensitet til makroparasitter: Antallet av en bestemt parasitt-art i en infisert fisk. Intensiteten er kategorisert på en skala fra 0-4: **0** = Ingen parasitter påvist; **1** = svak infeksjon (mindre enn 10 parasitter), **2** = moderat (10-20 parasitter), **3** = kraftig (20-30) og **4** = svært kraftig (mer enn 30). Voksen villaks kan være infisert med flere hundre kveis (larvestadiet til rundormen *Anisakis simplex*) på innvollene og i muskulatur (Karl mfl. 2011; Kent mfl. 2020). I vår undersøkelse er kun kveis på innvoller og i bukhulen som ble observert visuelt registrert. Histologiske undersøkelser av muskelvev eller andre organer er ikke gjennomført i denne undersøkelsen. Infeksjonsintensitet for denne parasitten er derfor kategorisert som **1** = svak for mindre enn 20 kveis observert på innvollene, **2** = moderat (20-40 kveis), **3** = kraftig (40-60) og **4** = svært kraftig dersom mer enn 60 kveis på innvoller til undersøkt fisk.

Gjennomsnittlig abundans for makroparasitter: Antall parasitter av en art dividert på antall fisker undersøkt.

Diversitet: Kun brukt på makroparasitter. Diversitet beregnet ved bruk av Simpsons diversitetsindeks; $(1 - D) \times 100 \%$, for $D = \sum (n/N)^2$, der n = antall parasitter av en bestemt art og N = totalt antall parasitter for alle arter. Resultatet (%) viser sannsynlighet for at to tilfeldige individer (parasitter) fra en gruppe tilhører ulike arter.

Infeksjonsintensitet for mikroparasitter: Resultat fra qPCR-analysene (Ct-verdier) er brukt semikvantitativt for å kategorisere smittenivå (beskrevet som infeksjonsgrad) til ulike patogen på en skala fra 0 til 4: **0** = Ingen påvist smitte, **1** = svak infeksjon (Ct 30-36), **2** = moderat infeksjon (Ct 20-29), **3** = kraftig infeksjon (Ct 10-19) og **4** = svært kraftig infeksjon (Ct <10). Gjennomsnittlig abundans for mikroparasitter er basert på typetallet (modalverdi) til kategorisert intensitet hos adult og juvenil laks i de ulike elvene. Det må nevnes at det i denne rapporten er brukt en generell kategorisering av smittenivå med ulike typer mikroparasitter basert på Ct-verdier. Dette er en forenkling da infeksjonsgraden vil variere med ulike typer patogener og tester (assay) som er brukt. Smittenivåer med Ct-verdier i kategori 2 (moderat infeksjon) kan være tilstrekkelig til å utløse alvorlig sykdom hos fisk smittet med noen typer patogener, men kan være subklinisk for andre typer smittsomme sykdomsagens.

5. Resultater

Det er et avvik hos 5 av 10 lakseparr fra Vikelva. Disse fiskene ble tint og oppbevart utilsiktet i kjøleskap i mer enn to dager. Dette ser ut til å ha påvirket resultatene for PCR-analyser av mikroparasitter og resultatene fra disse 5 fiskene er derfor vurdert som usikre. Dette gjelder særlig analyseresultatene for bakterier. Analyser av bakterier (*Yersinia ruckeri*) fra disse fiskene viste betydelig høyere smittenivå enn de andre fiskene fra samme uttak i Vikelva. Vi antar at fiskene var positive for denne bakterien, men at den påviste infeksjonsgraden er høyere enn det som er reelt. Dette indikerer i så tilfelle at visse typer bakterier som *Y. ruckeri* kan proliferere i død fisk. Lang oppholdstid i tint tilstand i kjøleskap har ikke påvirket resultatene for makroparasitter. Fiskene viste ingen tegn til forråtnelse.

5.1. Makroparasitter hos lakseparr

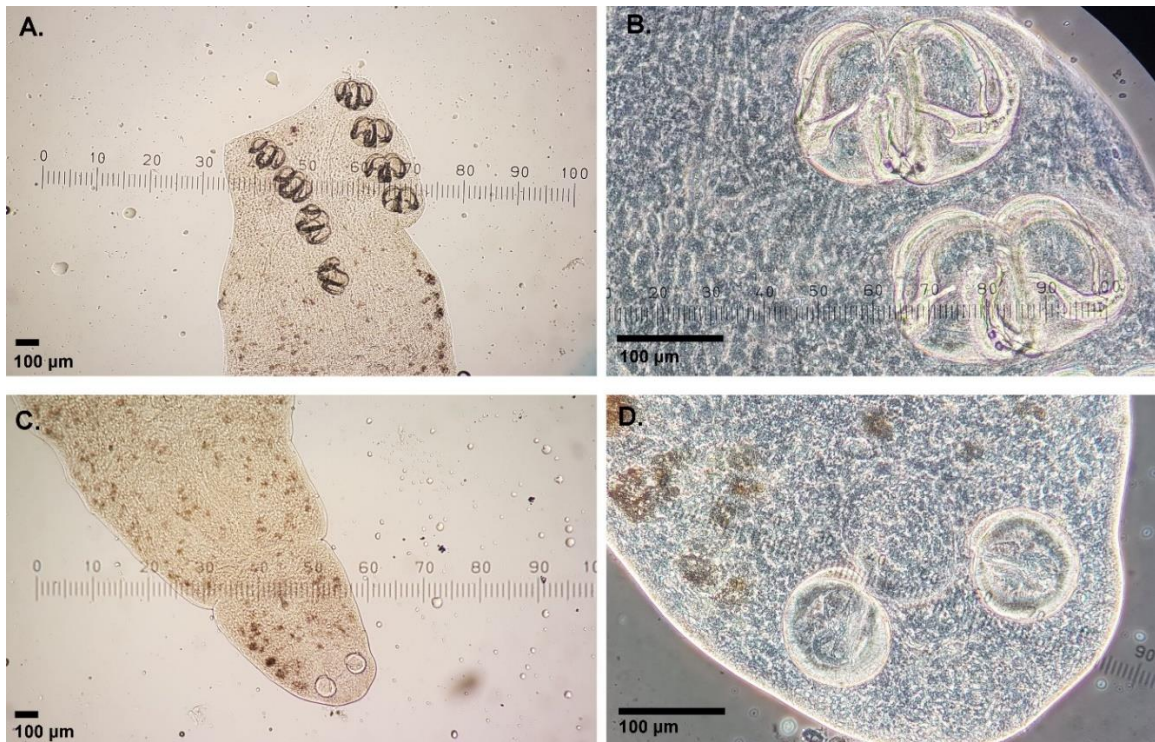
Gjeller

Resultatene fra gjelleundersøkelsen viste at kun få fisk var infisert med makroparasitter. Totalt ble det observert kun to typer parasitter hos parr fra de undersøkte elvene. Disse var *Discocoyale sagittata* og glochidier fra elvemusling (*Margaritifera margaritifera*).

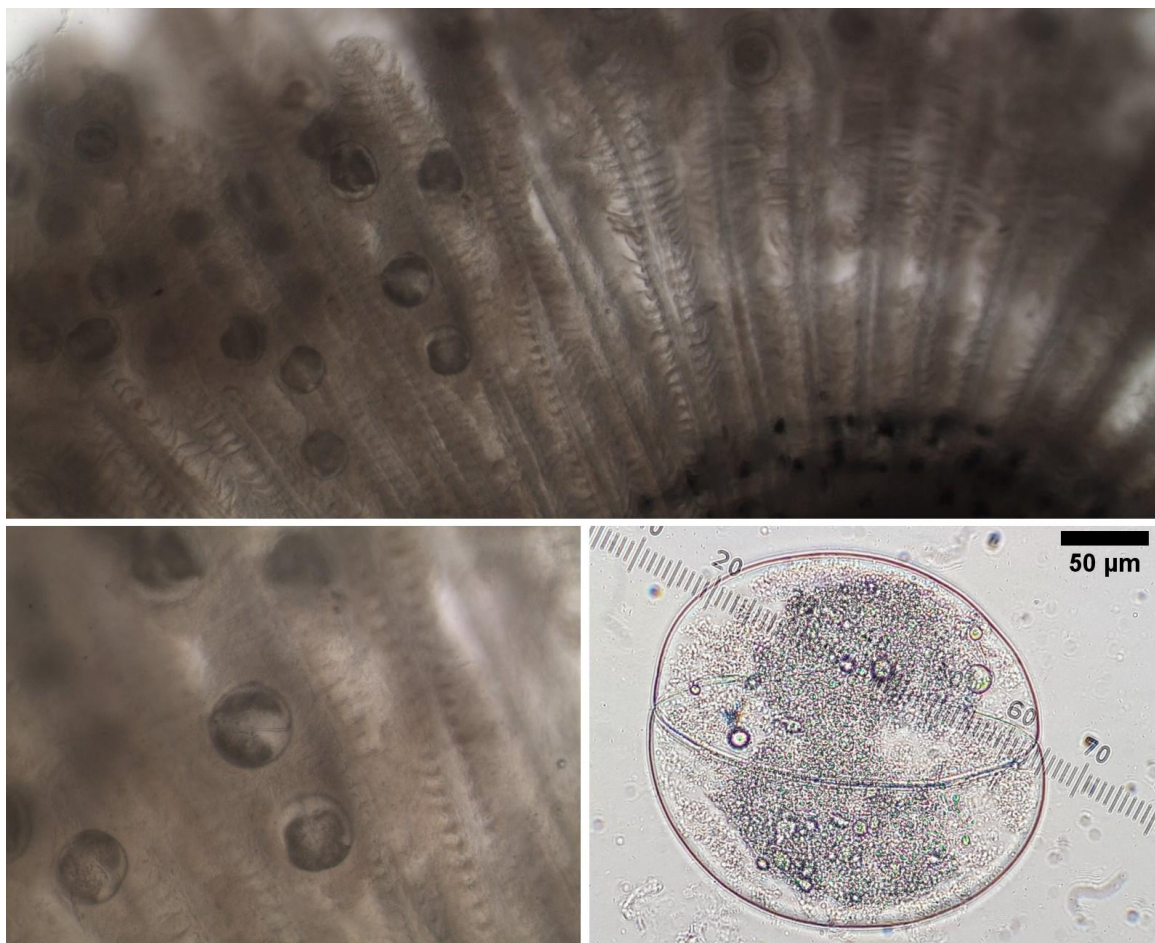
I undersøkelsen fra elvene på Sunnmøre ble det kun observert én fisk som var infisert med en *Discocotyle sagittata* på tredje gjellebue; en parr fra Ramstaddalselva (Figur 5).

Det ble observert glochidier på gjeller hos laks fra nedre del av Åheimselva (2 av 5 fisk) og nedre del av Aureelva (1 av 5 fisk). I Åheimselva var det moderat intensitet på gjellene til en juvenil lakseparr (16 glochidielarver fordelt på 4 gjellebuer), og lav intensitet (én glochidielarve) på gjellene til en dverghann. I Aureelva ble glochidier kun påvist hos en dverghann, men denne hadde relativ høy intensitet med mer enn 100 larver per gjellebue (4 gjellebuer undersøkt; Figur 6). Både Åheimselva og Aureelva har tallrike bestander av elvemusling, mens de øvrige elvene i undersøkelsen har tynne (Bondalselva) eller ingen bestander av elvemusling (Larsen & Magerøy 2019).

Det ble ikke observert makroparasitter på gjeller til parr fra de andre elvene i denne undersøkelsen.



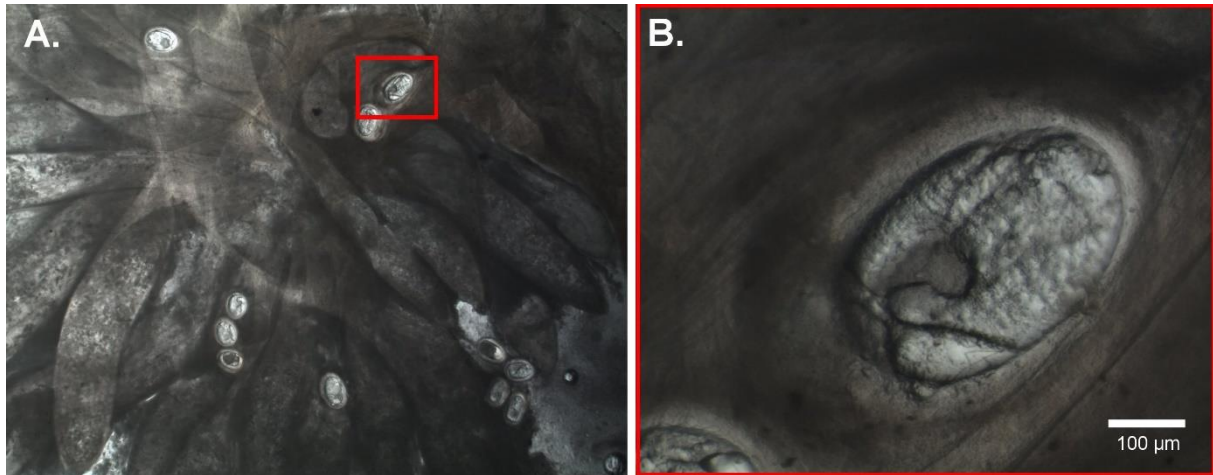
Figur 5. *Discocotyle sagittata* fra gjelle til lakseparr. Festeapparat (A, B) og munnsugeskål (C, D) under mikroskop.



Figur 6. Glochidier. Larvestadier til elvemusling på gjellene til lakseparr fra Aureelva.

Indre organ (bukhule)

Det ble ikke funnet måsemakk eller andemakk i lakseparr fra noen av elvene i denne undersøkelsen. Det ble imidlertid påvist parasittegg eller cyste-lignende strukturer i fettvev omkring blindsekk og innvoller hos seks av ti undersøkte parr fra Åheimselva (Figur 7). Intensitet (antall cyster per infisert fisk) varierte fra 1 til 12 (gjennomsnitt 4,7). Disse strukturene er ikke identifisert og ble ikke funnet hos fisk fra de andre elvene. Prøver har blitt fiksert og kan ved en senere anledning testes ved bruk av PCR og DNA-sekvensering i forsøk på artsbestemmelse.

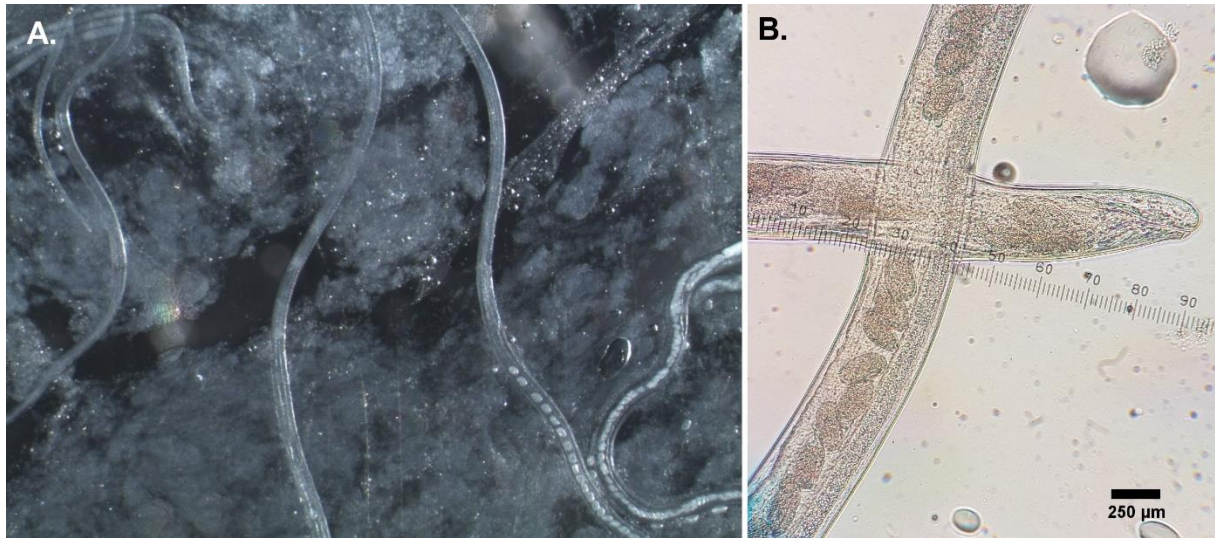


Figur 7. Parasittegg eller cyste-lignende strukturer i fettvev mellom blindsekkene til lakseparr fra Åheimselva (A). Forstørret bilde av en enkelt 'cyste' (B).

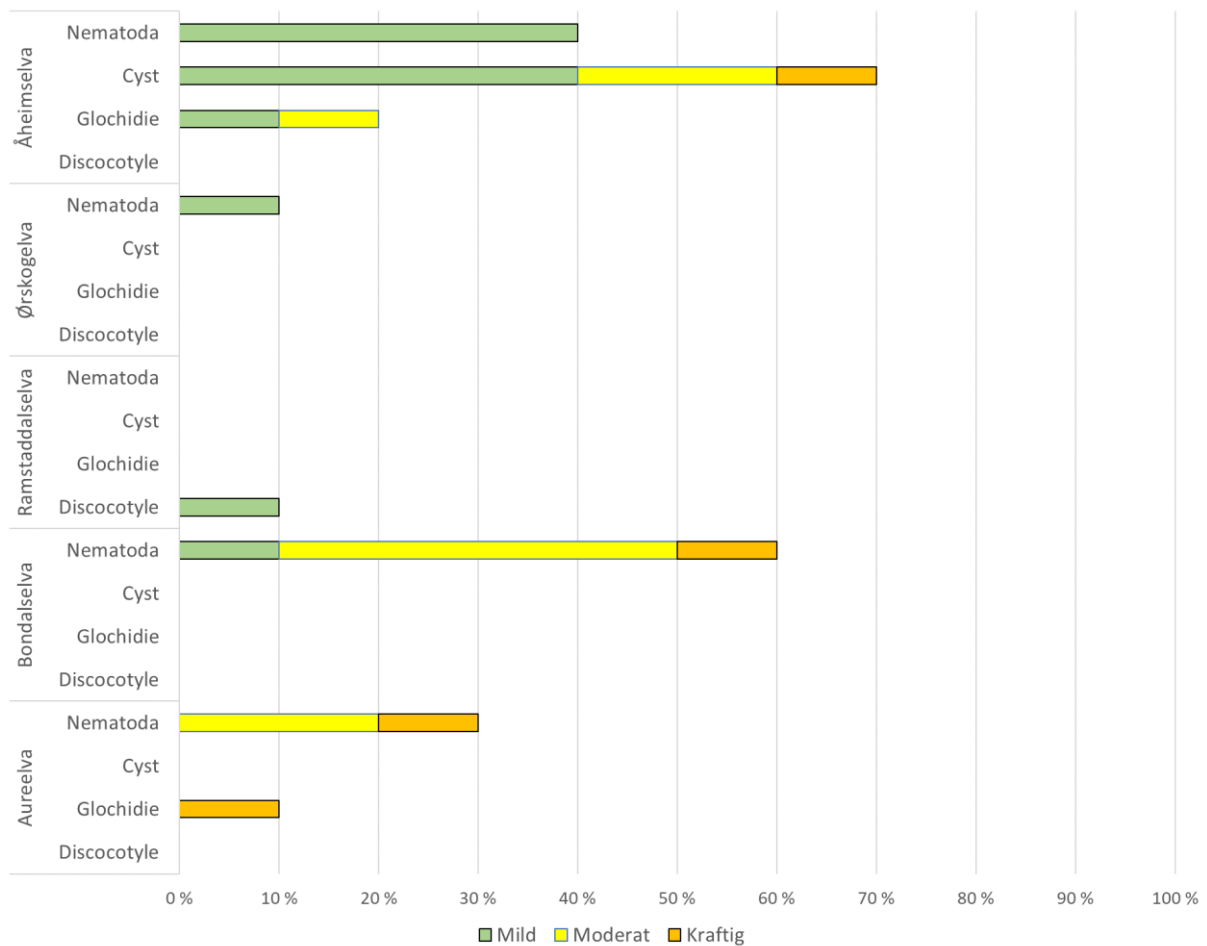
Indre organ (mage, blindsekk og tarm)

Ingen makroparasitter ble observert i mage eller blindsekk hos parr fra elvene på Sunnmøre. I undersøkelsen av tarm ble det derimot registrert rundormer hos lakseparr og dverghanner fra Aureelva, Bondaselva og Åheimselva. Det var flest infiserte fisk i Bondaselva (60 %), men gjennomsnittlig intensitet var størst i Aureelva med flere enn 40 rundormer registrert i tarmen til en av fiskene. Rundormene fra tarm til parr er identifisert som *Pseudocapillaria salvelini* (Figur 8). Livssyklus til denne parasitten er ikke kjent.

Infeksjonsgrad til makroparasitter hos lakseparr fra de ulike elvene er vist i figur 9.



Figur 8. Rundorm (Nematoda). Rundorm i tarm til lakseparr identifisert som *Pseudocapillaria salvelini*. A. Foto tatt med lupe, forstørrelse x4. B. Foto tatt i mikroskop.



Figur 9. Infeksjonsgrad til makroparasitter hos lakseparr i elver med infisert fisk. Det er undersøkt ti fisker per elv og andel infiserte (prevalens) er angitt i prosent. Infeksjonsgrad er basert på intensitet og kategorisert som Mild (< 10 parasitter per fisk), Moderat (10-20 parasitter) og Kraftig (> 20 parasitter). Nematoda (*Pseudocapillaria salvelini*) i tarm; Cyste-lignende strukturer påvist i fettvev mellom blindsekker; Glochidia og Discocotyle er gjelleparasitter. Simpsons diversitetsindeks viser størst diversitet hos lakseparr fra Åheimselva (55 %) og Aureelva (48 %).

5.2. Makroparasitter hos voksen villaks

Gjeller

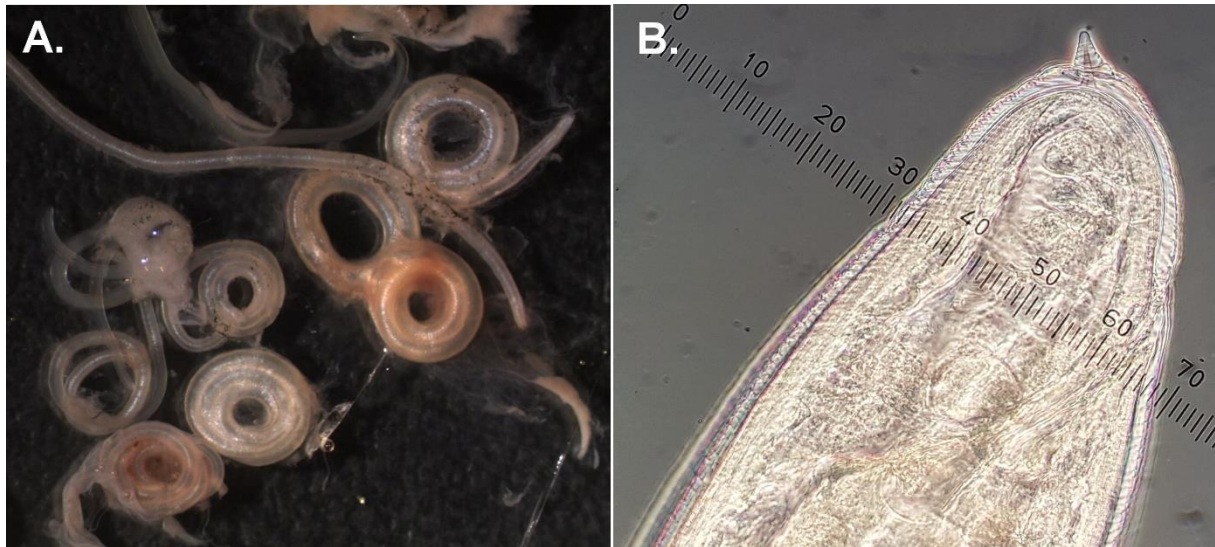
Det ble kun observert gjelleparasitter hos fisk fra Bondalselva, hvorav 6 av 10 fisk var infisert med *Salmincola salmoneus* (Figur 10). Infeksjonsgraden var lav med intensitet på 1-6 parasitter per infiserte fisk. *Salmincola salmoneus* er en parasittisk copepode (krepsdyr) som reproducerer seg i ferskvann, men overlever som parasitt på laks i sjø (Kusterle mfl. 2012).



Figur 10. *Salmincola salmoneus*. Gjelleparasitt (gjellelus) med eggsekker. Parasitten er fra voksen laks fanget i Bondalselva.

Indre organ (bukhule)

Det ble observert kveis (Figur 11) på innvoller til gytemodne laks fra alle elvene i denne undersøkelsen, og i alle fiskene fra Bondalselva, Eidsdalselva og Korsbrekkelva. Infeksjonsgraden var størst hos fisk fra Korsbrekkelva med 32 kveis per fisk i gjennomsnitt.



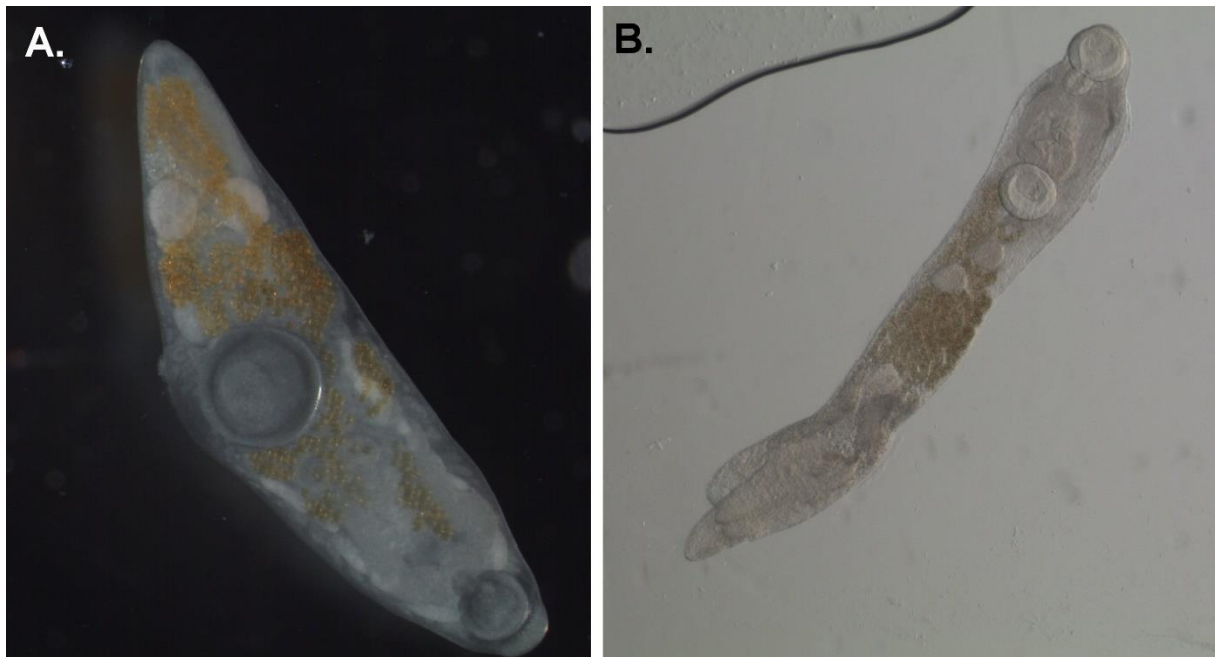
Figur 11. Kveis (*Anisakis simplex*) fra voksen villaks på Sunnmøre. **A.** Larvestadier innkapslet eller delvis innkapslet i cyster. **B.** Anterior ende med karakteristisk tann som parasitten sannsynligvis bruker til å penetrere vertens organer.

Indre organ (mage, blindsekk og tarm)

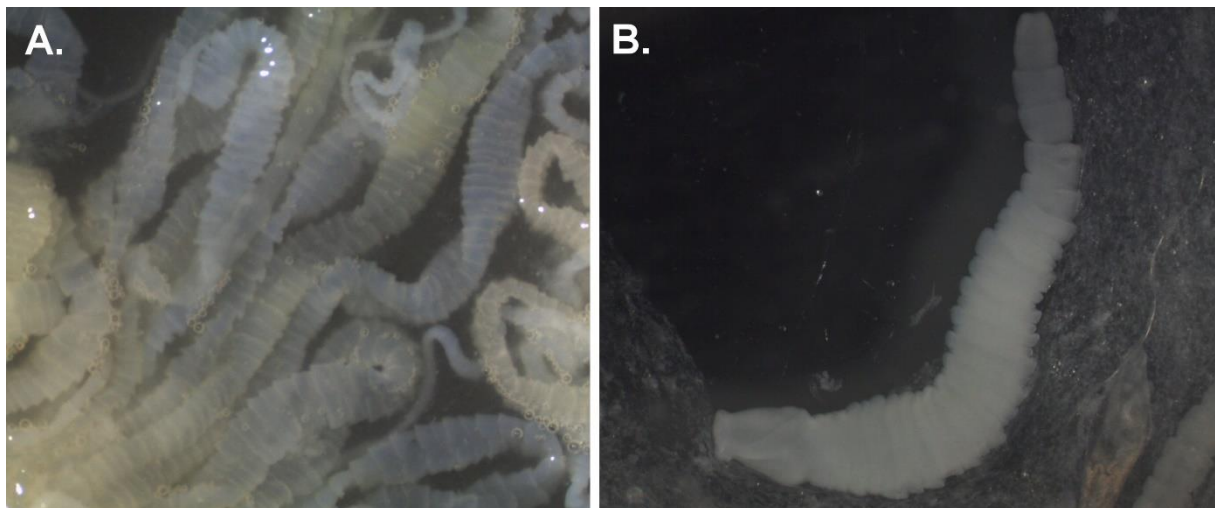
Det ble observert ikter (Trematoda) i mage hos voksne laks fra alle undersøkte elver, med størst prevalens i fisk fra Korsbrekkelva (78 %). Disse parasittene er identifisert som *Derogenes varicus* (Figur 12 A). Kun få parasitter ble observert hos infiserte fisk. Størst infeksjonsgrad ble registrert hos fisk fra Bondalselva med gjennomsnittlig 4 ikter per infisert fisk.

I tillegg ble det observert svake infeksjoner med andre typer ikter i tarm hos noen få voksne laks fra Bondalselva og Korsbrekkelva. Disse ble identifisert som Hemiuridae og muligens arten *Brachyphallus crenatus* basert på beskrivelser gitt i Gibson og Bray (1986). Se figur 12 B.

Det ble observert bendelmakk identifisert som *Eubothrium* sp. i voksne laks fra alle elvene, og i alle fisk fra Bondalselva og Søre Vartdalselva (Figur 13). Ingen av fiskene hadde infeksjoner som er vurdert som kraftige. Størst infeksjonsgrad ble registrert hos fisk fra Eidsdalselva, med gjennomsnittlig intensitet på mer enn 10 bendelmakk per infisert fisk. Høyest registrert intensitet hos fisk fra denne elven var 16 adulte og 4 juvenile *Eubothrium* sp. i én fisk.



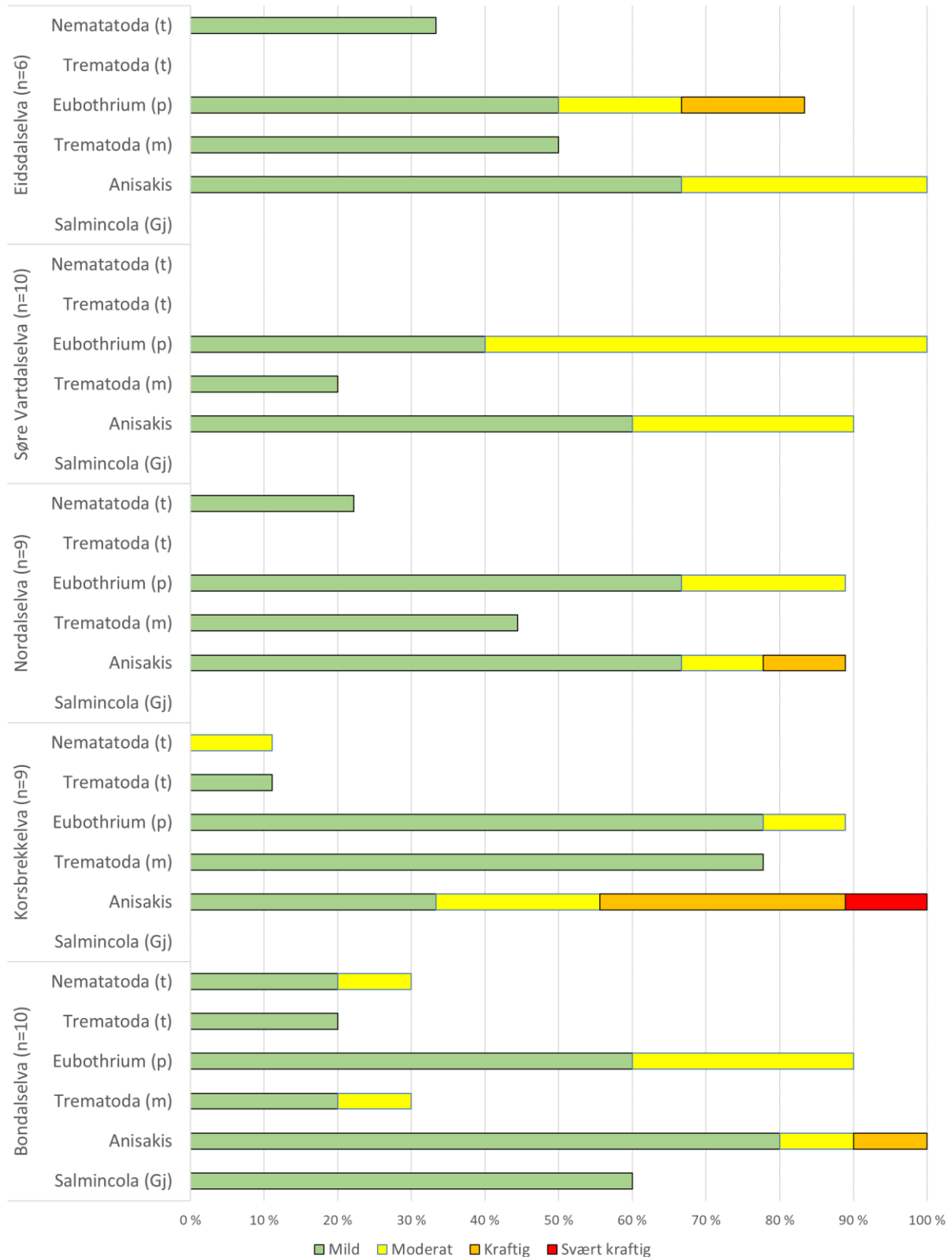
Figur 12. Ikter isolert fra voksen laks fra Korsbrekkelva. **A.** *Derogenes varicus* fra mage. **B.** *Hemiuridae* fra mage/tarm.



Figur 13. Bendelmakk (*Cestoda*; *Eubothrium* sp.) fra voksen laks i Søre Vartdalselva. **A.** Adulte stadier fra blindsekk. **B.** Juvenilt stadium fra tarm.

Det ble ikke observert rundormer i magen til voksen laks fra noen av elvene, men det ble funnet rundormer i tarm hos fisk fra alle elver unntatt Søre Vartdalselva. Flest fisk fra Bondalselva og Eidsdalselva var infisert (30-33 %). Høyest infeksjonsgrad ble registrert hos en fisk fra Bondalselva med 15 rundormer i tarmen. Parasittene er identifisert som *Hysterothylacium aduncum* (foto mangler).

Infeksjonsgrad til ulike typer makroparasitter hos voksne villaks fra de undersøkte elvene er vist i Figur 14.



Figur 14. Makroparasitter hos voksne laks. Ekto- og endoparasitter registrert fra voksen, gytemoden laks i ulike elver på Sunnmøre. Andel infiserte (prevalens) er angitt i prosent. Undersøkte organer er gjelle (g), blindsekk (pylorus; p), mage (m) og tarm (t). Kveis (*Anisakis simplex*) ble observert i bukhalen på innvoller. Simpsons diversitetsindeks viser størst diversitet hos laks fra Bondalselva (61 %) og lavest i Korsbrekkelva (26 %).

5.3. Mikroparasitter hos parr og voksen villaks

Infeksjonsgrad for ulike typer mikroparasitter hos juvenile og voksen laks fra de undersøkte elvene er beskrevet under og oppsummert i Vedlegg B (parr) og Vedlegg C (voksen laks).

5.3.1. Virusmitte

Virusene som er årsak til de viktigste virussykdommene hos oppdrettslaks er ILAV, SAV, SGPV, PRV1 og PMCV og er omtalt i kapittel 3.1. Gjelleprøver fra både juvenil og adult laks fra alle de undersøkte elvene har blitt testet for disse virusene. I tillegg har vevsprøver av hjerte blitt testet for PMCV. Det ble ikke påvist ILAV i noen av fiskene i denne undersøkelsen, men det ble påvist varierende infeksjonsgrad av de andre virusene hos juvenil og voksen laks. Resultater fra de ulike elvene er presentert under.

Søre Vartdalselva

Lakseparrr: En fisk fra den nedre del av elven testet positiv for PMCV (vevsprøve fra hjerte), men infeksjonen er så svak at den er vurdert som usikker (Ct-verdi 37,7). Ingen andre virus påvist.

Voksen, gytemoden laks: Alle fiskene testet positiv for SGPV og infeksjonsgraden varierte fra moderat til kraftig. Dette er det høyeste smittenivået med SGPV registrert hos fisk i denne undersøkelsen. Andel fisk smittet med SGPV er statistisk signifikant høyere sammenlignet med fisk fra Norddalselva, som hadde lavest smittenivå (FET, $p=0,011$). Testresultat for de andre virusene var negative.

Bondalselva

Lakseparrr: Ingen virus påvist.

Voksen, gytemoden laks: De fleste fiskene (70 %) testet positivt for SGPV. Infeksjonsgraden varierte fra svak til kraftig, hvorav én fisk hadde svært lavt smittenivå (Ct-verdi 37,2). Nivået var så svakt i dette tilfellet at infeksjonen vurderes som usikker. Testresultatene for de andre virusene var negative.

Norddalselva

Lakseparrr: Ingen virus påvist.

Voksen, gytemoden laks: Fire fisker testet positivt for SGPV og tre fisker var positiv for PRV1. Infeksjonsgraden til begge virusene varierte fra svak til moderat. En fisk var også positiv for SAV, men infeksjonen var så svak at den vurderes som usikker (Ct-verdi 37,4).

Korsbrekkelva

Lakseparrr: En fisk fra nedre del av Korsbrekkelva testet positivt for PRV1, men resultatet viser et smittenivå som er så svakt at infeksjonen er vurdert som usikker (Ct-verdi 36,6). Ingen andre virus påvist i parr fra denne elven.

Voksen, gytemoden laks: De fleste fiskene var positive for SGPV med en infeksjonsgrad som varierte fra svak til moderat. Det ble også påvist svake infeksjoner med PRV1 i fire fisk, hvorav én fisk hadde svært lave verdier og infeksjon vurdert som usikker (Ct-verdi 36,9).

Aureelva

Lakseparrr: Det ble påvist svak infeksjon med PRV1 hos én fisk fra nedre del av Aureelva. I tillegg var en annen fisk fra nedre del av elven positiv for PMCV, men infeksjonen var så svak at den er vurdert som usikker (Ct-verdi 37,5). Alle andre virustester var negative.

Åheimselva

Lakseparrr: Svake infeksjoner med SGPV påvist i tre av fiskene (30 %) fra nedre del av elven, men verdiene var så svake at alle infeksjonene er vurdert som usikre (Ct-verdier 36,5-37,4). En fisk fra den øvre del av elven var positiv for PMCV, men også denne hadde en svært svak infeksjon som er vurdert som usikker (Ct-verdi 39,7).

Vikelva

Lakseparrr: To fisker fra nedre del av elven testet positiv for PMCV. Begge fiskene hadde svake infeksjoner, hvorav den ene er vurdert som usikker på grunn av svak infeksjon (Ct-verdi 36,2), mens den andre er vurdert som usikker siden fisken ble prøvetatt etter å ha vært opptint og lagret i kjøleskap i mer enn to dager (Ct-verdi 35,8).

Stordalselva

Lakseparrr: Det ble påvist svake infeksjoner med PRV1 hos fire fisker (40 %), hvorav to fisker var fanget i nedre del og de to andre i øvre del av elva. Den ene fisken fra øvre del av elven hadde også en mild infeksjon med SGPV.

Ørskogelva

Lakseparrr: Det ble påvist svak og moderat infeksjon med PRV1 hos to fisker (20 %) fra nedre del av elven. Dette er den høyeste infeksjonsgraden av virus påvist hos lakseparrr i denne undersøkelsen. En fisk fra nedre delen av elven var også positiv for PMCV, men denne hadde en svært svak infeksjon som er vurdert som usikker (Ct-verdi 36,6). Alle andre virustester var negative.

Ramstaddalselva

Lakseparrr: Det ble påvist svake infeksjoner med PRV1 hos tre av fiskene (30 %), hvorav den ene var så svak at infeksjonen er vurdert som usikker (Ct-verdi 36,2). Alle andre virustester var negative.

Eidsdalselva

Voksen, gytmoden laks: Det ble påvist infeksjoner med PRV1 hos fem fisker (83 %) hvorav tre hadde mild infeksjon, mens den ene var relativt kraftig infisert. Dette er det eneste tilfelle med PRV1-infeksjon hos fisk som er vurdert som kraftig i denne undersøkelsen. Det ble også påvist svak til moderat infeksjon med SGPV hos fire fisker (67 %). En fisk testet positiv for PMCV, men infeksjonen var svært lav og vurdert som usikker (Ct-verdi 36,7).

5.3.2. Bakteriesmitte

Gjelle og nyreprøver fra parr og voksen laks har blitt testet for ulike typer fiskepatogene bakterier som er omtalt i kapittel 3.2. Det ble påvist varierende infeksjonsgrad med bakteriene *Aeromonas* spp., *Yersinia ruckeri* og *Flavobacterium psychrophilum* hos både juvenil og voksen laks. Alle fiskene ble også testet for *Renibacterium salmoninarum*, men kun gjelleprøve fra en voksen laks var positiv for denne bakterien. Da testene (assay) rettet mot *Aeromonas* artene *A. salmonicida* og *A. sobria* har SSU rRNA gen som mål-gen vil spesifisiteten til disse være usikker. Dette betyr at *Aeromonas* testene også kan fange opp nært beslektede *Aeromonas*-arter. Nærmere identifisering krever derfor videre PCR analyser med DNA sekvensering.

Søre Vartdalselva

Lakseparrr: Det ble påvist svake infeksjoner med *Aeromonas* bakterier hos tre fisker. Lakseparrr fra denne elven var også smittet med *Y. ruckeri* (70 %), men alle hadde kun milde infeksjoner. Det ble påvist *Ca. Branchiomonas cysticola* i gjelleprøver fra åtte av ti fisk (80 %), men de fleste viste milde infeksjoner. To av disse fiskene hadde svært svake infeksjoner som er vurdert som usikker (Ct-verdier 36,2 og 36,3). Parr fra denne elven hadde høyest infeksjonsgrad av *F. psychrophilum*. Milde og

moderate infeksjoner ble påvist i både gjelle- og nyreprøver fra de fleste fiskene. Det var signifikant flere fisker med *F. psychrophilum* infeksjoner i nyre i Søre Vartdalselva sammenlignet med fisk fra Aureelva, Storelva, Ørskogelva og Vikelva (FET; $p < 0,02$).

Voksen, gytemoden laks: En hunnfisk testet svakt positiv for *Renibacterium salmoninarum*, men re-analyser av gjelle- og nyre prøver fra denne fisken testet negativ. Smitte med denne bakterien er derfor vurdert lite sannsynlig. Det ble også påvist svak infeksjon med *Aeromonas*-bakterier i nyreprøve til en hunnfisk fra denne elven. Det ble registrert størst infeksjonsgrad med bakteriene *Y. ruckeri*, *F. psychrophilum* og *Ca. Branchiomonas cysticola* hos voksen laks i Søre Vartdalselva. De fleste hadde kun svake infeksjoner med *Y. ruckeri*, men infeksjoner med *F. psychrophilum* er vurdert som moderat og kraftig. Det var høyest infeksjonsintensitet med bakterien *Ca. Branchiomonas cysticola*, hvorav de fleste hadde gjelleinfeksjoner som er vurdert som kraftig.

Bondalselva

Lakseparr: Infeksjoner med *Aeromonas* bakterier ble påvist i nyrevev til to fisker, men smittenivået var svært lavt og infeksjonene er derfor vurdert som usikre (Ct-verdier 36,8 og 38,3). Det ble påvist *Y. ruckeri* hos alle fiskene, men kun milde infeksjoner. Det ble påvist milde gjelleinfeksjoner med *Ca. Branchiomonas cysticola* hos tre fisker (30 %), men infeksjonen er vurdert som usikker hos to av disse (Ct-verdier 36,1 og 37,0). Parr fra Bondalselva har den laveste infeksjonsgraden med *Ca. Branchiomonas cysticola* i denne undersøkelsen. De fleste lakseparrene (90 %) hadde derimot moderate gjelleinfeksjoner med *F. psychrophilum*. Dette er den høyeste infeksjonsintensiteten som er registrert for denne bakterien hos lakseparr i vår undersøkelse. Milde infeksjoner med *F. psychrophilum* ble også påvist i nyreprøver hos de fleste fiskene fra denne elven.

Voksen, gytemoden laks: En fisk testet positivt for *Aeromonas*-bakterier i nyrevev, men infeksjonen til denne fisken er vurdert som mild. De fleste fiskene var smittet med *Y. ruckeri* (90 %) og *Ca. Branchiomonas cysticola* (90 %). De fleste hadde kun milde infeksjoner med *Y. ruckeri*, men det ble også påvist moderate infeksjoner blant disse. Bakterien *Ca. Branchiomonas cysticola* ble kun påvist i gjelleprøver og infeksjonene er vurdert som moderate eller kraftige. Alle fiskene var smittet med *F. psychrophilum* (både gjelle- og nyreprøver). De fleste hadde moderate infeksjoner, men det er også registrert fisk med svak og kraftig infeksjon.

Norddalselva

Lakseparr: Milde infeksjoner med *Aeromonas* spp. ble påvist i nyreprøver fra 3 av 9 fisk, hvorav den ene infeksjonen er så svak at den er vurdert som usikker (Ct-verdi 37,4). De fleste fiskene hadde gjelleinfeksjoner med *Ca. Branchiomonas cysticola*, *Y. ruckerii* og *F. psychrophilum*. Det ble også påvist *Y. ruckeri* og *F. psychrophilum* i nyreprøvene til de fleste fiskene. Infeksjonene er vurdert som milde eller moderate.

Voksen, gytemoden laks: Tre fisker hadde milde gjelleinfeksjoner med *Aeromonas* bakterier, hvorav den ene fisken også hadde nyreinfeksjon vurdert som moderat. De fleste fiskene hadde moderate infeksjoner med *Y. ruckerii*. Alle fiskene hadde moderat eller kraftig gjelleinfeksjoner med *F. psychrophilum*. Milde og moderate infeksjoner ble også påvist i nyreprøver hos de fleste fiskene. Alle fiskene hadde også gjelleinfeksjoner med bakterien *Ca. Branchiomonas cysticola*, hvorav infeksjonsgraden er vurdert som kraftig for de fleste. Dette er det høyeste smittenivået registrert for denne bakterien i vår undersøkelse.

Korsbrekkelva

Lakseparr: Det ble påvist milde infeksjoner med *Aeromonas* bakterier i nyreprøver fra to fisker, hvorav den ene infeksjonen er så svak at den er vurdert som usikker (Ct-verdi 37,5). De fleste fiskene hadde milde gjelleinfeksjoner med *Y. ruckeri* og *Ca. Branchiomonas cysticola*. Tre av fiskene som var smittet med *Ca. Branchiomonas cysticola* hadde svært svake verdier og infeksjonen er vurdert som usikker hos disse (Ct-verdier 36,8 og 36,9). Halvparten av de undersøkte fiskene hadde mild eller moderat infeksjon med *F. psychrophillum* i gjeller og nyre.

Voksen, gytemoden laks: Det ble påvist smitte med *Aeromonas* bakterier i nyreprøver fra seks av ni fisker, hvorav de fleste er vurdert som milde infeksjoner. Dette er signifikant høyere prevalens sammenlignet med fisk fra Bondalselva, Norddalselva og Søre Vartdalselva (FET; $p < 0,05$). Det ble påvist svake og moderate infeksjoner med *Y. ruckeri* hos alle undersøkte fisk fra denne elven. Det ble også påvist smitte med *Ca. Branchiomonas cysticola* hos alle fiskene, og infeksjonene med denne bakterien er vurdert som moderate og kraftige. Det var høyest smittenivå med bakterien *F. psychrophilum*, med flest tilfeller av kraftige infeksjoner blant de undersøkte fiskene. Denne bakterien ble påvist i både gjelle- og nyrevev til alle de undersøkte fiskene.

Aureelva

Lakseparr: To fisker fra nedre del av elven testet positiv for *Aeromonas* bakterier i henholdsvis nyrevev og gjelleprøve. Generelt sett var det mye bakteriesmitte blant lakseparr fra denne elven. Andel fisk med *Y. ruckeri* infeksjoner i nyre var signifikant høyere sammenlignet med fisk fra Bondalselva, Søre Vartdalselva og Åheimselva (FET; $p < 0,03$). Alle fiskene fra Aureelva hadde moderat gjelleinfeksjon med *Y. ruckeri*, med unntak av en fisk som er vurdert å ha mild infeksjon. De fleste fiskene i Aureelva hadde også gjelleinfeksjoner med *Ca. Branchiomonas cysticola* (90 %) og *F. psychrophilum* (90 %). De fleste infeksjonene er vurdert som moderate, men en av fiskene fra nedre del av elven hadde kraftig gjelleinfeksjon med *Ca. Branchiomonas cysticola*. Dette er det eneste tilfelle med bakterieinfeksjoner hos lakseparr med infeksjonsgrad vurdert som kraftig i denne undersøkelsen.

Åheimselva

Lakseparr: En fisk fra øvre del av elven var smittet med *Aeromonas* bakterier, men infeksjonen er vurdert som mild. Alle fiskene var smittet med *F. psychrophilum* og de fleste (80 %) var smittet med *Y. ruckeri*, men infeksjonene med disse bakteriene var i de fleste tilfeller vurdert som milde. Det var signifikant flere fisker som hadde gjelleinfeksjoner med *F. psychrophilum* i Åheimselva sammenlignet med fisk fra Korsbrekkelva, Stordalselva, Vikelva og Ørskogelva (FET; $p < 0,04$). I Åheimselva var det høyest infeksjonsgrad med *Ca. Branchiomonas cysticola*, hvorav de fleste infiserte fiskene hadde gjelleinfeksjoner vurdert som moderate.

Vikelva

Lakseparr: En fisk hadde svak gjelleinfeksjon med *F. psychrophilum*. Det ble også påvist svake gjelleinfeksjoner med *Y. ruckeri* hos alle fiskene, hvorav en også hadde svak nyreinfeksjon. En av fiskene hadde svært svak gjelleinfeksjon med *Y. ruckeri* (Ct-verdi 37,1) og er vurdert som usikker. De fleste fiskene hadde også mild eller moderat gjelleinfeksjon med *Ca. Branchiomonas cysticola*, hvorav en av fiskene hadde svært lav infeksjon og er derfor vurdert som usikker (Ct-verdi 37,0).

Stordalselva

Lakseparr: Tre av fiskene hadde svak eller moderat nyreinfeksjon med *Aeromonas* bakterier. Halvpartene av fiskene hadde svake eller moderate infeksjoner med *F. psychrophilum*, hvorav en av fiskene hadde svært lave verdier og er vurdert som usikker (Ct-verdi 36,2). De fleste fiskene var smittet med *Ca. Branchiomonas cysticola* (90 %), men alle infeksjonene er vurdert som milde. To fisker hadde svært lave infeksjoner med denne bakterien og er vurdert som usikre (Ct-verdier 36,6 og 38,4). I

Stordalselva ble det påvist milde eller moderate gjelleinfeksjoner med *Y. ruckeri* hos alle de undersøkte fiskene, hvorav 40 % av fiskene også hadde milde nyreinfeksjoner med denne bakterien.

Ørskogelva

Lakseparr: Tre fisker var smittet med *F. psychrophilum*, og alle infeksjonene er vurdert som milde. Smittenivået med *F. psychrophilum* i Ørskogelva og Vikelva er de laveste som er registrert i undersøkelsen med en prevalens av smitte som er signifikant lavere enn hos parr fra Aureelva og Bondalselva (FET; $p=0,02$). De fleste fiskene i Ørskogelva var smittet med *Ca. Branchiomonas cysticola* (90 %). Infeksjoner med denne bakterien er vurdert som svake og moderate, men det var svært lave verdier hos to av fiskene som er vurdert som usikre (Ct-verdier 36,2 og 36,4). Det var høyest smittenivå med *Y. ruckeri* i denne elven. Alle fiskene hadde milde eller moderate gjelleinfeksjoner med denne bakterien. Det ble også påvist milde og moderate nyreinfeksjoner med *Y. ruckeri* hos 60 % av fiskene. Halvparten av de undersøkte fiskene fra Ørskogelva hadde moderate nyreinfeksjoner med *Aeromonas* bakterier. Dette er det høyeste smittenivået av *Aeromonas* bakterier som er påvist hos lakseparr i denne undersøkelsen. I tillegg ble det påvist milde nyreinfeksjoner med *Aeromonas* bakterier hos to av de undersøkte fiskene.

Ramstaddalselva

Lakseparr: Halvparten av fiskene hadde milde eller moderate nyreinfeksjoner med *Aeromonas* bakterier. Det ble påvist smitte med *F. psychrophilum* hos de fleste fiskene, men alle infeksjonene er vurdert som milde. De fleste fiskene i denne elven hadde også milde eller moderate gjelleinfeksjoner med *Ca. Branchiomonas cysticola*, hvorav to av fiskene smittet med *Ca. Branchiomonas cysticola* hadde svært svake infeksjoner og er vurdert som usikre (Ct-verdier 36,2 og 38,0). Det ble registrert størst infeksjonsgrad med bakterien *Y. ruckeri* hos parr fra Ramstaddalselva. Både milde og moderate infeksjoner ble påvist i gjelle og nyre hos de fleste fiskene fra denne elven.

Eidsdalselva

Voksen, gytemoden laks: Alle fiskene var smittet med *Y. ruckeri*, *F. psychrophilum* og *Ca. Branchiomonas cysticola*. Halvparten av fiskene smittet med *Y. ruckeri* hadde milde infeksjoner, men det ble også registrert fisker med moderat og kraftig gjelleinfeksjon med denne bakterien. Det var høyest smittenivå med *F. psychrophilum* og *Ca. Branchiomonas cysticola* blant voksen villaks fra Eidsdalselva. De fleste fiskene hadde moderate eller kraftige gjelleinfeksjoner med disse bakteriene. Det ble også påvist *Aeromonas* bakterier i nyrevev hos fire av seks undersøkte fisker. Blant disse hadde en av fiskene svært kraftig infeksjon (Ct-verdi 9,1) i nyrevev. Dette er høyeste smittenivå av *Aeromonas* bakterier påvist hos voksen laks i denne undersøkelsen. PCR og DNA-sekvensering av nyreprøver fra denne fisken har identifisert bakterien til arten *Aeromonas sobria*, som i noen elver har vært assosiert med «red skin disease» (Are Nylund, upubliserte data).

Andel fisk i Eidsdalselva infisert med *Aeromonas* bakterier er signifikant høyere enn hos fisk fra de andre elvene i denne undersøkelsen (FET; $p<0,02$) med unntak av Korsbrekkelva som også hadde relativ høy andel infisert fisk.

5.3.3. Parasittsmitte

Denne seksjonen beskriver infeksjoner med encellede eukaryote parasitter (protister) som er påvist med molekylærbiologiske metoder (qPCR). Gjelle- og nyreprøver fra parr og voksen laks har blitt testet for ulike typer fiskepatogene protister som er omtalt i kapittel 3.3.

Søre Vartdalselva

Lakseparrr: Det ble ikke påvist *T. bryosalmonae* eller *Saprolegnia* hos noen av fiskene fra denne elven. To fisker fra øvre del av elven var positiv for *P. theridion*, men verdiene var svært lave og vurdert som usikre (Ct-verdier 36,9 og 37,1). De fleste fiskene hadde gjelleinfeksjoner med *Ichthyobodo* sp. (80 %) og infeksjonene er vurdert som moderate.

Voksen, gytemoden laks: Parasitten *T. bryosalmonae* ble påvist i nyreprøve hos én fisk, men infeksjonen var svært lav og er vurdert som usikker (Ct-verdi 37,6). Det ble også påvist *Saprolegnia* på gjeller til én fisk, men infeksjonen var svært lav og vurdert som usikker (Ct-verdi 36,6). De fleste fiskene hadde milde eller moderate infeksjoner med *P. theridion* i gjelle- og nyrevev. Det var høyest smittenivå av parasitten *Ichthyobodo* sp. Alle undersøkte voksne laks fra denne elven hadde gjelleinfeksjon med denne parasitten, og de fleste infeksjonene er vurdert som kraftig eller svært kraftig. Infeksjonsgraden med *Ichthyobodo* sp. hos laks i Søre Vartdalselva var blant de høyest registrerte i de undersøkte elvene i dette studiet.

Bondalselva

Lakseparrr: Det ble påvist parasitter hos relativt få fisk fra denne elven. Ingen var infisert med *Saprolegnia*. Det ble påvist milde infeksjoner med *T. bryosalmonae* i både gjelle- og nyreprøve til én fisk fra øvre del av elven, hvorav verdiene fra gjelleprøven var svært lave og vurdert som usikker (Ct-verdi 38,2). Det ble også påvist milde infeksjoner med *P. theridion* hos fire fisker, hvorav den ene hadde svært lav infeksjon og er vurdert som usikker (Ct-verdi 36,4). To fisker hadde henholdsvis mild og moderat infeksjon med *Ichthyobodo* sp. på gjellene.

Voksen, gytemoden laks: Det ble påvist mild infeksjon med *T. bryosalmonae* i nyreprøven til én fisk. Fire fisker hadde svak eller svært svak infeksjon med *Saprolegnia*. To av disse er vurdert som usikre (Ct-verdier 38,1 og 39,5). Alle fiskene var smittet med *P. theridion*. Infeksjonene var moderate hos de fleste, men også milde infeksjoner ble påvist. Andel fisk infisert med *P. theridion* var blant de høyest registrerte hos voksen villaks i denne undersøkelsen. Infeksjonsgraden var størst for *Ichthyobodo* sp. De fleste undersøkte fiskene (70 %) fra Bondalselva hadde moderat eller kraftig gjelleinfeksjoner med denne parasitten.

Norrdalselva

Lakseparrr: Ingen av fiskene var smittet *T. bryosalmonae*. Svært svake og usikre infeksjoner med *Saprolegnia* ble påvist hos to av fiskene fra denne elven (Ct-verdier 37,3 og 38,2). Fire fisker hadde milde infeksjoner med *P. theridion* i nyrevev, hvorav to hadde svært lave infeksjoner og er vurdert som usikre (Ct-verdier 36,2 og 36,6). Smittenivået var høyest med parasitten *Ichthyobodo* sp., men kun tre fisker (30 %) var infisert og infeksjonsgrad vurdert som moderat.

Voksen, gytemoden laks: Alle parasittene som er inkludert i undersøkelsen ble påvist i fisk fra Norrdalselva. Kun svake eller svært svake gjelleinfeksjoner med *Saprolegnia* ble påvist hos tre fisker, hvorav to er vurdert som usikre (Ct-verdier 37,3 og 38,2). Både gjelle- og nyreprøver fra fem fisker testet positiv for parasitten *T. bryosalmonae*, men infeksjonene var svært svake og usikre for tre av fiskene (Ct-verdier 37,3-38,2). En fisk hadde moderat gjelleinfeksjon med denne parasitten. Det ble påvist svake og moderate infeksjoner med *P. theridion* hos de fleste fiskene. Infeksjonsgraden var høyest for *Ichthyobodo* sp. De fleste fiskene var infisert med denne parasitten og gjelleinfeksjonene er vurdert fra å være moderat til svært kraftig.

Korsbrekkelva

Lakseparrr: Det ble påvist svake og til dels svært svake og usikre infeksjoner med *P. theridion* og *Saprolegnia* hos noen få fisker (Ct-verdier > 36). Nyreprøvene viste at to fisker var smittet med *T. bryosalmonae*, hvorav infeksjonene til den ene er vurdert som moderat og den andre som svært svak og usikker (Ct-verdi 36,3). De fleste fiskene var smittet med *Ichthyobodo* sp. (60 %) og alle gjelleinfeksjonene med denne parasitten er vurdert som moderat.

Voksen, gytmoden laks: Det ble ikke påvist *T. bryosalmonae* hos voksen laks i denne elven. De fleste fiskene (89 %) var smittet med *Saprolegnia* og gjelleinfeksjonene varierte fra svak til moderat. Dette er den høyeste andel fisk smittet med *Saprolegnia* registrert i undersøkelsen, med en prevalens som er signifikant høyere enn i de andre undersøkte elvene (FET; $p < 0,01$) med unntak av fisk fra Eidsdalselva. Det var høyest smittenivå med *P. theridion* og *Ichthyobodo* sp. Alle fiskene var infisert med disse parasittene, og infeksjonene varierte fra mild til kraftig. Infeksjonsgraden til *P. theridion* hos voksen villaks fra Korsbrekkelva er den høyeste som er registrert i både gjelle og nyrer hos fisk i denne undersøkelsen.

Aureelva

Lakseparrr: Det ble ikke påvist *Saprolegnia* i noen av de undersøkte fiskene. Milde infeksjoner med *P. theridion* ble påvist i nyreprøver til fem fisker, hvorav én var svært svak og vurdert som usikker (Ct-verdi 37,0). De fleste fiskene hadde gjelleinfeksjoner med *Ichthyobodo* sp. (70 %) som varierte fra mild til kraftig. Alle fiskene var smittet med *T. bryosalmonae*. Infeksjonene er vurdert som milde og moderate, hvorav den ene er svært svak og vurdert som usikker (Ct-verdi 36,6). Nyreinfeksjoner med *T. bryosalmonae* hos parr fra Aurelva har den høyeste andel (FET; $p < 0,03$) og infeksjonsgrad registrert i denne undersøkelsen.

Åheimselva

Lakseparrr: Svært svak og usikker gjelleinfeksjon med *Saprolegnia* ble påvist i én fisk (Ct-verdi 39,9). Det ble også påvist milde infeksjoner med *P. theridion* hos tre fisker, hvorav to var svært svake og usikre (Ct-verdier 36,2 og 37,2). Halvparten av fiskene var smittet med *T. bryosalmonae*. Infeksjonene er vurdert som milde og moderate, hvorav infeksjonen til den ene fisken var svært svak og vurdert som usikker (Ct-verdi 37,4). De fleste fiskene hadde gjelleinfeksjoner med *Ichthyobodo* sp. (80 %). Infeksjonene med denne parasitten er vurdert som milde eller moderate.

Vikelva

Lakseparrr: Det var relativt få fisker som var infisert med parasitter i denne elven. Ingen av fiskene var smittet med *P. theridion* eller *Saprolegnia*. En fisk hadde mild gjelleinfeksjon med *Ichthyobodo* sp. To fisker fra nedre del av elven hadde moderat nyreinfeksjon med *T. bryosalmonae*. Det ble også påvist milde gjelleinfeksjoner med *T. bryosalmonae* hos de samme fiskene, hvorav den ene var svært svak og vurdert som usikker (Ct-verdi 38,8).

Stordalselva

Lakseparrr: Ingen av fiskene var smittet med *T. bryosalmonae*. Kun én fisk hadde svært svak infeksjon med *Saprolegnia*. Infeksjonen er vurdert som usikker for denne fisken (Ct-verdi 39,0). Det ble også påvist svært svake infeksjoner med *P. theridion* i nyreprøver til to fisker. Begge er vurdert som usikre (Ct-verdi 36,1 og 37,0). Tre fisker (30 %) hadde moderat eller kraftig gjelleinfeksjon med *Ichthyobodo* sp.

Ørskogelva

Lakseparr: Ingen av fiskene var infisert med *T. bryosalmonae*. Det ble påvist svært svak infeksjon med *P. theridion* hos én fisk som er vurdert som usikker (Ct-verdi 36,9). Kun én fisk fra nedre del av elven hadde mild gjelleinfeksjon med *Saprolegnia*. Halvparten av de undersøkte fiskene hadde moderat gjelleinfeksjon med *Ichthyobodo* sp.

Ramstaddalselva

Lakseparr: Ingen av fiskene var infisert med *T. bryosalmonae*. To fisker var smittet med *Saprolegnia*, men infeksjonen var svært lav og vurdert som usikker (Ct-verdier 37,7 og 39,4). Halvparten av de undersøkte fiskene hadde svake infeksjoner med *P. theridion* i nyre, hvorav tre var svært svake og vurdert som usikre (Ct-verdier 37,0-38,1). Det ble også påvist gjelleinfeksjoner med *Ichthyobodo* sp. hos halvparten av de undersøkte fiskene. Infeksjonene med denne parasitten er vurdert som milde eller moderate.

Eidsdalselva

Voksen, gytemoden laks: Det ble påvist milde infeksjoner med *P. theridion* i både gjeller og nyre hos fire av seks undersøkte fisker, hvorav den ene infeksjonen var svært svak og vurdert som usikker (Ct-verdi 36,2). Moderat nyreinfeksjon med *T. bryosalmonae* ble påvist hos to fisker. Det var svake og moderate gjelleinfeksjoner med *Saprolegnia* hos fire av seks undersøkte fisker. De fleste fiskene var smittet med *Ichthyobodo* sp. og infeksjonen med denne parasitten varierte fra moderat til kraftig.

6. Smittestatus i elver på Sunnmøre

MAKROPARASITTER

Lakseparrr

Det ble ikke påvist kraftige infeksjoner av makroparasitter hos lakseparrr i vår undersøkelse. Unntaket er en relativt høy intensitet av glochidier (gjelleparasitt) hos en dverghann fra Aureelva. Glochidier er larvestadier til elvemusling (*Margaritifera margaritifera*).

Elvemusling har en kompleks livssyklus som involverer årsyngel av laks eller ørret som nødvendig vert for utvikling av larvestadiet. Elvemuslinger er en truet art, og det er rapportert om betydelig nedgang i populasjonen i elver fra flere land i Europa. Viktige faktorer til denne nedgangen er oppgitt å være kollaps i laksefiskbestander i elvene (få verter), eutrofiering av elver, forsurening, vassdragsregulering og klimavariasjoner (Teixeira mfl. 2022). Påvisning av glochidier på gjeller til lakseparrr kan derfor være et sunnhetstegn for elven, da dette indikerer tilstedeværelse av reproduserende elvemuslinger som krever tilgang til tilstrekkelig med verter og god vannkvalitet. Aureelva og Åheimselva var de eneste elvene hvor vi registrerte glochidier på laksegjeller, og dette er også de eneste elvene i undersøkelsen som har tallrike bestander av elvemusling (Larsen & Magerøy 2019). Det er imidlertid vist at gjelleinfeksjoner med glochidier (sykdom: glochidiose) kan ha negative effekter som nedsatt svømmeevne, redusert vekst og redusert overlevelse hos parr (Taubert & Geist, 2017). Slike negative effekter hos verten krever svært kraftige infeksjoner med glochidier. Eksperimentelle forsøk med lakseparrr har vist at en parasitt-intensitet som tilsvarer 279 glochidier per gram fisk ikke har noen signifikant effekt på dødelighet og kun liten effekt på vekst (Treasurer mfl. 2006). De undersøkte lakseparrene i vår undersøkelse hadde en gjennomsnittsvekt på 10 – 17 gram i de ulike elvene. Basert på estimatene til Treasurer mfl. (2006) tåler disse fiskene en infeksjon på 3000 – 5000 glochidielarver. Den høyeste intensiteten registrert i vår undersøkelse var 100 glochidier per gjellebue, noe som tilsvarer totalt 800 parasitter gitt lik fordeling på alle gjellebuene. Dette er imidlertid sannsynligvis ikke representativt for all ungfisk i disse elvene, ettersom det normalt er yngre ungfisk som får flest glochidier på gjellene. Uansett er laksebestandene i Aureelva og Åheimselva stabilt tallrike, og det er ingen grunn til å tro at elvemuslingens parasittering av ungfisk er en betydelig utfordring for laksebestandene.

Voksen villaks

Det var langt større diversitet og intensitet av makroparasitter hos de voksne villaksene sammenlignet med parr. Dette er forventet da fisk kan akkumulere parasitter over tid. De fleste makroparasittene som er beskrevet i vår undersøkelse har kompliserte livssykluser som involverer flere verter. Forskjell i infeksjonsgrad med ulike makroparasitter hos voksen villaks fra de undersøkte elvene kan derfor forklares med at laksestammene fra disse elvene har ulike vandringsruter og beiteområder. Makroparasittfaunaen observert hos gytemoden villaks i denne undersøkelsen ansees å være normal med naturlig utbredelse.

Infeksjonsgrad med makroparasitter hos parr og voksen villaks fra de ulike elvene er oppsummert i Figur 9, 14 og 15.

MIKROPARASITTER

De vanligste virussykdommene på matfiskanlegg med laks på Sunnmøre (produksjonsområde 5; PO5⁴) er HSMB, CMS og PD, men det registreres også tilfeller med ILA i denne regionen. Gjellesykdommer er imidlertid rangert som sykdommer med størst velferdsproblem i lakseoppdrett i PO5. Smittsomme gjellesykdommer kan være komplekse og er assosiert med både virus-, bakterie- og parasittinfeksjoner. Blant disse smittestoffene er SGPV som er agens for laksepox (omtalt i seksjonen virussykdommer under), *Ca. Branchiomonas cysticola*, *Paranucleospora theridion* og *Ichthyobodo* sp. blant de mest vanlige. Gjellesykdommer og infeksjoner med bakteriene *Yersinia ruckeri* og *Flavobacter psychrophilum* er rapportert som vanlige problem i settefiskanlegg med laks i denne regionen. Tilstander hos oppdrettsfisk i Norge som gjelder fiskehelse og fiske sykdommer er beskrevet i årlige fiskehelse rapporter utgitt av Veterinærinstituttet (www.vetinst.no).

Direkte, vannbåren smitte (horisontal smitte) mellom fisk og mellom oppdrettslokalteter er en viktig smittevei i laksefiskoppdrett som bidrar til økt smittepress i fjorder med høy oppdrettsintensitet. Slike fjorder kan fungere som et viktig smittereservoar for en rekke mikroparasitter som kan smitte villaks. Det bør derfor forventes relativt høy prevalens med smittet villaks som har vandret gjennom områder med produksjon av laksefisk hvor smitte og sykdomsutbrudd er vanlig. Smittenivåene med mikroparasitter til voksen villaks i vår undersøkelse var relativt høye, men dette skyldes sannsynligvis at dette var stamfisk som ble holdt i kar over en lengre periode (flere uker) før prøvene ble tatt. Under slike forhold med trenging av fisk kan prevalens og infeksjonsgraden bli unaturlig høy. Den opprinnelige smittestatusen hos voksen villaks i vår undersøkelse er derfor ikke kjent, da kun en eller få fisk kan smitte de andre fiskene i samme tank.

Generelt sett er det manglende kunnskap om hvordan økt smittepress med mikroparasitter fra oppdrett påvirker helsestatus til villaks. Det finnes studier som beskriver forekomst og utbredelse av smittestoff som er kjent for å gi sykdom hos oppdrettsfisk, men det er svært få undersøkelser som beskriver effekt av infeksjoner på bestandsnivå hos villaks. Risikovurdering av smitte fra fiskeoppdrett til villaks som kan gi endring i forekomst av sykdom hos villaks utgis i årlige rapporter fra Havforskningsinstituttet (www.imr.no). Smitterisiko i sjø vil variere med antall tilfeller med sykdomsutbrudd på oppdrettsanlegg i fjordene og andel rømt smittet oppdrettsfisk i elver. Rømt fisk kan spre smitte til elver og vassdrag ved at smittet fisk skiller ut smittestoffer, ved gyting (vertikal smittevei) eller at smittet rømt fisk blir spist. Dette er noen av faktorene som er lagt til grunn i risikovurderingene til Havforskningsinstituttet. Det er fremdeles manglende kunnskap om smitteevne og robusthet (evne til å overleve utenfor vert i vannmiljø) til mikroparasitter under naturlige forhold, og dette er tatt med i betraktning i risikovurderingen.

I 2019 og 2020 ble det registrert oppdrettslaks under gytefisktellinger i Søre Vartdalselva, Bondalselva, Vikelva, Stordalselva, Åheimselva, Aureelva og Korsbrekkelva, men stort sett relativt få individer (Kanstad-Hanssen mfl. 2020, Kambestad & Furset 2020, Kambestad mfl. 2021). I tillegg er det registrert et fåtall regnbueørret i Stordalselva, Norddalselva, Ørskogelva og Korsbrekkelva de siste årene (Kambestad & Furset 2020, Kambestad mfl. 2021, Kambestad 2018). Innslag av rømt fisk i de undersøkte elvene i 2020 er vurdert som lavt med mindre enn 4 % innslag, men det ble registrert noe høyere innslag av rømt oppdrettslaks i elvene Søre Vartdalselva, Bondalselva og Vikelva i 2019 som er vurdert som middels (mellom 4 % og 10 % innslag av rømt fisk)⁵. Stordalselva har utmerket seg med

⁴ Produksjonsområder (PO) er geografisk avgrensede områder til akvakultur med laksefisk. PO5 gjelder fra Stadt til Hustadvika. Kilde: Produksjonsområdeforskriften (Lovdata)

⁵ Rømt oppdrettslaks i vassdrag - Rapporter fra det nasjonale overvåkingsprogrammet. Nettrapporter: www.hi.no/hi/nettrapporter?query=&fast_serie=romt-oppdrettslaks-i-vassdrag

relativt hyppige meldinger om observert oppdrettslaks og regnbueørret de siste årene, men mye av denne fisken virker å oppholde seg i elveosen uten å vandre langt opp i elven (M. Kambestad, upubliserte data og informasjon fra elveeierlaget). Det ble registrert drøyt 50 oppdrettslaks i Stordalselva etter rømmingshendelser i 2019 (Kanstad-Hanssen mfl. 2020).

Virussykdommer

Stamfisk fra Eidsdalselva, Norddalselva og Søre Vartdalselva har i årene 2019-2021 blitt rutinemessig testet av Veterinærinstituttet for smitte som kan gi virussykdommene IPN, HSMB, CMS, ILA, samt bakteriesykdommene BKD og furunkulose. I denne helsekontrollen av villfanget stamfisk ble det kun påvist PRV-1 som er agens for sykdommen HSMB. Dette viruset har blitt påvist hos villaks fra alle elvene, men størst prevalens (52 %, n=42) er registrert for villaks fra Eidsdalselva i 2020. Resultater fra helsekontroll av villfanget stamfisk er gitt i Fiskehelsesrapporten til Veterinærinstituttet (Sommerset mfl. 2021).

I vår undersøkelse ble det kun undersøkt inntil 10 gytemodne villaks fra hver elv, men resultatene samsvarer bra med helsekontrollen av stamfisk utført av Veterinærinstituttet når det gjelder PRV-1. Flest fisk og kraftigst infeksjoner med PRV-1 ble påvist hos villaks fra Eidsdalselva som renner ut i Norddalsfjorden. Dette er en ferskvannspåvirket fjord (salinitet 18-30) som har relativ stor tetthet av matfiskanlegg med regnbueørret (Figur 1). I perioden 2017 til 2022 er det registrert 860 rømt fisk fra oppdrettsanlegg i denne fjorden, hvorav alle var regnbueørret (kilde: Fiskeridirektoratet). I tillegg skal rundt 2000 regnbueørret ha rømt fra et settefiskanlegg i Tafjord i 2016 (Sikveland & Kambestad 2018). Det er likevel lite sannsynlig at disse rømningene har bidratt til spredning av PRV-1 i området, da regnbueørret er lite mottakelig for denne virusvarianten som gir HSMB hos laks.

Det ble også påvist milde infeksjoner av PRV-1 i gjelleprøver hos parr fra flere elver på Sunnmøre. Parr fra Ørskogelva skiller seg noe ut med en høyere infeksjonsgrad med PRV-1, vurdert som moderat hos en av fiskene. Viktigste smittereservoar for PRV-1 virus er oppgitt å være marint (Madhun mfl. 2016), så mulig smittevei kan være smittet rømt oppdrettslaks som har vandret opp i Ørskogelva. Ørskogelva renner ut i en del av Storfjorden som er lite ferskvannspåvirket (salinitet >30). I ytre del av fjordsystemet på Sunnmøre produseres det kun laks i oppdrettsanleggene, og det ble blant annet registrert minst én rømming i 2019 (Kanstad-Hanssen mfl. 2020).

Det kan følgelig ikke utelukkes at rømt fisk har bidratt til etablering av smitte i Ørskogelva, men det mangler data som eventuelt kan bekrefte dette. Tilbakevandrende villaks kan også bidra til smittespredning. Det er antatt at PRV-1 kan smitte vertikalt (fra foreldrefisk til avkom). Smittet gytelaks (foreldrefisk) kan derfor være en mulig forklaring til påvist PRV-1 smitte hos parr (avkom) i Ørskogelva.

Resultatene viser at dette viruset er utbredt hos villaks i regionen. Disse resultatene samsvarer med andre undersøkelser som viser at PRV-1 er relativt vanlig hos voksne og juvenile villaks sammenlignet med andre virus som er kjent for å gi sykdom hos oppdrettslaks. PRV-1 påvises i både oppdrettslaks og villaks langs store deler av kysten. De fleste infiserte fiskene er klinisk frisk, men både klinisk friske fisk og fisk med HSMB kan skille ut virus. Det er derfor et stort utslipp av PRV-smitte i områder med produksjon av laks. Det er antatt at viruset er robust og kan spres som vannbåren smitte over store områder. Til tross for stort smittepress og at PRV relativt ofte påvises hos villaks, er sykdommen HSMB ikke kjent fra villaks. Kartlegging av utbredelse til dette viruset viser heller ingen sammenheng mellom utbrudd av HSMB i oppdrett og forekomst av PRV i villaks i samme område. Risiko for bestandsreducerende effekt av PRV-smitte hos villaks er vurdert som lav, men det er uvisst hva slags effekt slik smitte kan ha på juvenile stadier av villaks (Kvamme mfl. 2018).

Det ble ikke påvist ILA-virus hos noen av de undersøkte fiskene, men enkelte tilfeller av SAV (agens for pankreassykdom hos laks, PD) ble registrert hos voksen villaks fra Norddalselva som renner ut i Norddalsfjorden (samme fjord som Eidsdalselva renner ut i; se PRV-smitte i avsnittet over). Resultatene viste imidlertid svært svake verdier og er derfor vurdert som usikre. Pankreassykdom (PD) er endemisk i laksefisk i produksjonsområdene på Vestlandet, inkludert PO5. Det er jevnt over et høyt antall SAV-smittet og PD-syk oppdrettslaks i hele regionen. Til tross for at SAV er et svært smittsomt og vannbårent virus er det registrert få tilfeller av SAV-smitte hos villaks (Kambestad 2019; Garseth mfl. 2017; Kvamme mfl. 2022). Data fra smitteovervåking av villaks viser at viruset kun i liten grad smitter fra oppdrettslaks til villaks (Garseth mfl. 2017). Det er imidlertid manglende kunnskap om dette virusets smitteevne under naturlig forhold og om konsekvensene av smitte hos villaks. Det ble ikke påvist SAV hos villfanget parr fra noen av de undersøkte elvene. Ingen av resultatene fra vår undersøkelse indikerer at SAV er særlig utbredt hos villaks i Sunnmøre-regionen (PO5). Resultatene kan indikere at SAV i svært liten grad smitter mellom oppdrettslaks og villaks som er i samsvar med resultater fra smitteovervåkingsprogrammene til Veterinærinstituttet og Havforskningsinstituttet. I undersøkelser gjennomført av Havforskningsinstituttet er det konkludert med at forekomst av ILAV og SAV-smitte i fiskeoppdrett ikke har betydelig påvirkning på forekomst av disse virusene hos villaks postsmolt (Madhun mfl. 2022). To typer med SAV er utbredt i Sunnmøre regionen (PO5), henholdsvis SAV2 og SAV3. I vår undersøkelse ble det brukt en test som ikke skiller mellom disse to typene (NSAV; Vedlegg A).

Tilfeller med CMS (kardiomyopatisyndrom / hjertesprekk) har økt de siste årene og har blitt en av de mest tapsbringende sykdommene i norsk lakseoppdrett da sykdommen ofte rammer stor og slaktemoden laks. CMS er virussykdommen (agens PMCV) som er oppgitt å gi høyest dødelighet i matfiskanlegg for laks. I vår undersøkelse ble det påvist PMCV hos en voksen villaks fra Eidsdalselva som renner ut i Norddalsfjorden. Resultatene viste imidlertid svært svake verdier og er derfor vurdert som usikre. Det er ikke undersøkt parr fra Eidsdalselva i vår undersøkelse, men det ble påvist PMCV hos villfanget parr fra en rekke andre elver på Sunnmøre. Alle resultatene viser imidlertid svært svake verdier (Ct-verdier) og er vurdert som usikre. Videre undersøkelser må gjennomføres for å bekrefte disse resultatene og om gytemoden villaks i de samme elvene kan være smittekilde til PMCV. Villaks kan bli smittet i fjordene dersom det er CMS på oppdrettsanlegg i vandringsruten.

Forsøk gjennomført av Veterinærinstituttet viser resultater som kan indikere mulig vertikal smitteoverføring av PMCV fra stamfisk til avkom (Garseth mfl. 2018). Vertikal smitteoverføring betyr i så tilfelle at gytemoden villaks kan etablere smitte med PMCV hos lakseparr i elver og vassdrag. Smittepresset i Sunnmøre-regionen (PO5) er vurdert som stort med høyt utslipp av PMCV i fjordene, men data fra smitteovervåking viser ofte svært lav prevalens av PMCV-smitte hos villaks i områder med påvist CMS i matfiskanlegg med laks. Risiko for bestandsreducerende effekt av PMCV er derfor vurdert som lav for villaks (Kvamme mfl. 2018).

Det ble påvist laksepox-virus (SGPV) hos voksen villaks fra alle undersøkte elvene. Høyest smittenivå ble registrert hos laks fra Søre Vartdalselva hvor alle fiskene hadde moderat eller kraftig infeksjon med dette viruset. Laksene fra disse elvene var som tidligere nevnt potensiell stamfisk som ble holdt i kar over flere uker for kultiveringsformål. Andre undersøkelser viser at SGPV er mer vanlig å påvise hos vill laksefisk i ferskvann (elver) enn i sjø (Kambestad 2019; Garseth mfl. 2018, 2021a). Det er imidlertid også vist at villaks (stamfisk) som holdes i ferskvannskar i forbindelse med kultiveringsarbeid kan bidra til at de fleste stamfiskene blir smittet med SGPV (Garseth mfl. 2018). Effektiv helsekontroll av stamfisk brukt til kultiveringsformål er derfor viktig og nødvendig for å hindre smittespredning av fiskepatogener ved utsett av fiskeyngel eller rognplanting i elver og vassdrag. Det ble ikke testet for SGPV i den pålagte helsekontrollen av villfanget stamlaks fra elvene på Sunnmøre, men andre

undersøkelser viser at dette er et svært vanlig virus hos tilbakevandrende villaks og oppdrettslaks langs hele norskekysten (Garseth mfl. 2018, Sommerset mfl. 2021). I oppdrett er laksepox størst problem i settefiskanlegg hvor det er rapportert om sykdomstilfeller med svært høy dødelighet, særlig i perioden under smoltifisering (Gjessing mfl. 2017; Tørud mfl. 2020). Sykdomstegn er påvist hos villaks som var positiv for dette viruset, hvilket indikerer at laksepox også kan være utbredt blant villfisk. Det er imidlertid ukjent om akutte utbrudd og høy dødelighet kan forekomme hos juvenile villaks. SGPV ble kun påvist hos en villfanget lakseparr fra Stordalselva i vår undersøkelse. Det er ikke gjennomført risikovurdering med tanke på bestandsreduserende effekt av SGPV for villaks i elver og vassdrag. Generelt sett er det manglende kunnskap for å vurdere risikofaktorer for sykdomsutbrudd hos villaks som følge av virusmitte fra oppdrett (Grefsrud mfl. 2021). Smittevei til dette viruset er ukjent, men det er antatt at regnbueørret fra norske matfiskanlegg er lite mottakelig for dette viruset (Garseth mfl. 2018).

Infeksjonsgrad med virus hos parr og voksen villaks fra de ulike elvene er oppsummert i Vedlegg B1 og C1.

Bakteriesykdommer

Helsekontrollen av stamfisk påviste som tidligere nevnt ikke bakterier i sine undersøkelser. Våre undersøkelser viste imidlertid resultater som indikerer høye nivåer med *Aeromonas* bakterier i nyreprøver fra villaks fanget i Eidsdalselva. I tillegg ble det påvist milde og moderate smittenivåer med *Aeromonas* bakterier hos gytemoden villaks fra de andre undersøkte elvene. Smitte med *Aeromonas* bakterier ble også påvist i nyreprøver fra villfanget parr i de samme elvene med unntak av Bondalselva (alle undersøkte parr var negative) og Eidsdalselva (ikke undersøkt parr fra denne elven).

I helsekontrollen av stamfisk blir villaks testet for furunkulosebakterier (*Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*) ved bakteriedyrking fra nyreprøver. Testmetodene (qPCR) brukt i vår undersøkelse skiller imidlertid ikke mellom *Aeromonas* bakterier som er agens for henholdsvis klassisk furunkulose (*A. salmonicida* subsp. *salmonicida*), atypisk furunkulose (*A. salmonicida*) eller andre fiskepatogene *Aeromonas* arter. Oppfølgende undersøkelser er derfor nødvendig for å bekrefte om elver på Sunnmøre kan være endemisk for slike bakterier, og særlig med tanke på risiko for utbrudd av klassisk furunkulose. Utbrudd med furunkulose hos villaks i norske vassdrag forekommer vanligvis sommer eller høst og er assosiert med høye vanntemperaturer og lav vannføring i elver. I vår undersøkelser ble det kun gjennomført PCR og DNA sekvensering av *Aeromonas* bakterier fra fisk med høyest smittenivå (villaks fra Eidsdalselva). Dette ble gjort som en oppfølgende undersøkelse og ble utført av Erwan Lagadec fra Fiskesykdomsgruppen ved Universitetet i Bergen. Bakterien ble identifisert som *Aeromonas sobria*. En variant av *Aeromonas sobria* har tidligere blitt påvist hos syk villaks i elver i Sør-Norge (Are Nylund, upublisert) og synes å være assosiert med «red skin disease», en sykdom som er omtalt i Garseth mfl. (2021b). Dette er en sykdom som også er påvist hos laksefisk i andre land i den nordlige Atlanteren. Det er fremdeles manglende kunnskap om *red skin disease* og hva slags effekt denne sykdommen har på villaks i norske elver og vassdrag.

De vanligste bakterieinfeksjonene hos gytemoden villaks i vår undersøkelse inkluderer *Flavobacter psychrophilum*, *Yersinia ruckeri* og *Ca. Branchiomonas cysticola*. Dette er bakterier som vanligvis ikke er inkludert i de rutinemessige helsekontrollene av villfanget stamfisk, men som er vanlig forekommende hos laksefisk i oppdrett.

Det ble påvist høy prevalens og nivåer som indikerer kraftige gjelleinfeksjoner med *F. psychrophilum* hos voksen villaks fra alle de undersøkte elvene. Dette gjelder særlig laks fra Søre Vartdalselva som hadde infeksjoner vurdert som kraftig i både gjelle- og nyreprøver. Det ble også påvist milde og moderate infeksjoner i gjelle- og nyreprøver fra lakseparr fra de samme elvene. Denne bakterien kan

smitte fisk i fersk- og brakkvann og det er rapportert om sykdomsutbrudd og fiskedød hos regnbueørret på oppdrettslokaliteter i fjorder på Vestlandet (Nilsen 2021). Et viktig smittereservoar for migrerende villaks kan derfor være oppdrettsanlegg i fjorder med lav salinitet, og kanskje særlig fjorder med regnbueørret-oppdrett siden regnbueørret er regnet for å være mer mottakelig for *F. psychrophilum* enn laks. Tilbakevandrende laks som gyter i elvene Korsbrekkelva, Eidsdalselva og Norddalselva må nødvendigvis vandre gjennom indre del av Storfjorden og Norddalsfjorden som er ferskvannspåvirkede fjorder med matfiskanlegg som produserer regnbueørret. Det er også registrert rømminger med regnbueørret i Norddalsfjorden og Tafjorden, og det er observert regnbueørret i Eidsdalselva og Norddalselva som er elver tilknyttet dette fjordområdet (se Sikveland & Kambestad 2018). Fiskeoppdrett kan derfor være en mulig smitekilde til *F. psychrophilum* for villaks fra disse nevnte elvene. Søre Vartdalselva har derimot tilknytting til fjorder som er lite ferskvannspåvirket og som har matfiskanlegg med laks. Det er lite sannsynlig at fiskeoppdrett er reservoar for *F. psychrophilum* i dette området, men smitte kan ha blitt etablert i Søre Vartdalselva med rømt oppdrettsfisk fra andre områder der smitte med *F. psychrophilum* kan forekomme. Det er ble registrert 8,7 % innslag av rømt oppdrettslaks i denne elva i forbindelse med innsamling av stamfisk i 2019 (kilde: Rømt fisk - Rapporter fra det nasjonale overvåkingsprogrammet²) Syk fisk eller død fisk smittet med *F. psychrophilum* kan skille ut store mengder bakterier, og studier har vist at disse bakteriene kan overleve i elvevann over lang tid (måneder). Det er også antatt at *F. psychrophilum* kan smitte vertikalt fra stamfisk til rogn (Starliper 2011). Dette vil i så tilfelle bidra til å etablere smitte i elver og vassdrag med laksefisk. Resultatene fra vår undersøkelse indikerer at *F. psychrophilum* er vanlig i en rekke elver på Sunnmøre. Særlig høy prevalens og infeksjonsgrad hos gytemoden villaks samsvarer med andre studier som beskriver økt smittepress og spredning av *F. psychrophilum* hos adulte vill laksefisk på gyteplasser i elver (Miller mfl. 2014), men prevalens av smittet voksen villaks kan i vår undersøkelse være unaturlig høy ettersom fisken kan ha smittet hverandre under flere ukers opphold i stamfisk-kan. Dette er en svært smittsom bakterie. Smitte kan spres via vann (horisontalt) og sykdomsproblemer i settefiskanlegg med laksefisk er knyttet til stamfisk som kan være latente bærere av bakterien (vertikal smittevei). Dette betyr at vannbåren smitte fra elver kan spres til oppdrettslokaliteter i ferskvannspåvirkede fjorder med lav salinitet, og at tilbakevandrende gytelaks eller rømt fisk kan bringe smitte med tilbake til elvene. Smittet stamfisk brukt til kultiveringsformål kan også bidra til å etablere smitte i elver med utsett av rogn og yngel, eller ved gjenutsetting av stamfisk etter stryking.

Milde eller moderate infeksjoner med bakterien *Yersinia ruckeri* ble påvist hos parr og gytemoden laks fra alle de undersøkte elvene. Eneste tilfelle med infeksjon vurdert som kraftig ble registrert hos en voksen villaks fra Eidsdalselva. Det finnes imidlertid ulike varianter av *Y. ruckeri* og det er vist at det er særlig én spesiell subgruppe som er årsak til kjente sykdomsutbrudd med denne bakterien hos oppdrettslaks i Norge. PCR-metoden brukt i vår undersøkelse er artsspesifikk for *Y. ruckeri*, men skiller ikke mellom de ulike subgruppene. Det er derfor uvisst om bakterien vi har påvist hos parr og gytemoden villaks er en virulent type som kan gi sykdom hos laks. Dette må i så tilfelle bekreftes med genotyping av positive prøver.

Det ble påvist *Ca. Branchiomonas cysticola* infeksjoner i gjelleprøver fra parr og gytemoden laks i alle de undersøkte elvene. Det var særlig høy prevalens blant gytemoden laks, hvor alle eller nesten alle fiskene var smittet. Det var også relativt høy infeksjonsgrad med infeksjoner vurdert som kraftig hos enkelte fisk fra alle elvene. Infeksjonsgraden blant parr var noe lavere, og vurdert som mild eller moderat i alle tilfeller med unntak av en kraftig infisert parr fra Aureelva. Resultatene fra vår undersøkelse samsvarer bra med undersøkelser gjennomført av Veterinærinstituttet som viser at denne bakterien er utbredt hos vill laks i både ferskvann og i sjø (Garseth mfl. 2021a). Bakterien *Ca. Branchiomonas cysticola* er beskrevet som årsak til gjellesykdommen epitheliocystis, men undersøkelser har vist at selv kraftige infeksjoner med denne bakterien ikke nødvendigvis gir

symptomer eller betydelig økt dødelighet hos oppdrettslaks (Gunnarson mfl. 2017). Bakterien *Ca. Branchiomonas cysticola* har en naturlig utbredelse og kan påvises hos villaks i både sjø og i ferskvann i områder med og uten fiskeoppdrett (Garseth mfl. 2021a). Det er uvisst hva slags effekt infeksjoner denne bakterien kan ha på vill laksefisk. Bakterien *Ca. Branchiomonas cysticola* er beskrevet som allestedsværende i det akvatiske miljø og har også blitt påvist hos brunaure i innsjøer (Garseth mfl. 2021a). Nye studier viser at forskjellige fiskearter (laks, ørret og regnbueørret) har egne spesifikke arter av *Candidatus Branchiomonas* (Mjølnærød mfl., artikkel innsendt for publisering).

Høy prevalens av *F. psychrophilum*, *Y. ruckeri* og *Ca. Branchiomonas cysticola* indikerer at disse bakteriene kan være svært smittsomme. Det er også samsvar med høy infeksjonsgrad av disse bakteriene hos gytemoden villaks og parr fra de samme elvene. Det er likevel uvisst om smitten med disse bakteriene er introdusert i elvene med tilbakevandret gytelaks, sjøørret eller rømt oppdrettsfisk. Det er heller ikke kjent om disse bakteriene kan gi sykdomsutbrudd hos villaks med bestandsreducerende effekt. Videre undersøkelser er nødvendig for å kartlegge utbredelsen til virulente varianter av *F. psychrophilum* og *Y. ruckeri* i elver og vassdrag med villaks.

Infeksjonsgrad med bakterier hos parr og voksen villaks fra de ulike elvene er oppsummert i Vedlegg B2 og C2.

Parasittsykdommer

Parasitten *Ichthyobodo* sp. ble påvist i gjelleprøver fra parr og gytemoden villaks fra alle de undersøkte elvene. Infeksjoner vurdert som kraftige ble registrert hos parr fra Stordalselva og Aurelva. Blant gytemoden laks var det særlig laks fra Søre Vartdalselva og Norddalselva som skilte seg ut med tilfeller av svært kraftige gjelleinfeksjoner. Dette er en parasitt som smitter lett fra fisk til fisk, særlig dersom det er høy fisketetthet. Kraftige infeksjoner kan derfor tyde på langvarig trenging av fisk i kar eller at fiskene har stått tett i grunne kulper i elven under perioder med lav vannstand. Det er beskrevet to arter som rammer laks i Norge, henholdsvis *I. necator* som er en ferskvannsparasitt og *I. salmonis* som kan smitte laks i både sjø og ferskvann (Isaksen mfl. 2010; 2011). Det er særlig *I. necator* som er assosiert med alvorlig sykdom og dødelighet hos parr og laksefiskyngel. Den euryhaline arten *I. salmonis* er vidt utbredt på marine oppdrettsanlegg med laks i Norge, men forekommer også hos laks i ferskvann. Det er rapportert om kraftige gjelleinfeksjoner med denne arten, men *I. salmonis* er vanligvis ikke direkte assosiert med gjellesykdom (Gunnarson mfl. 2017). Det antas at *I. salmonis* er en opportunistisk parasitt som proliferer dersom verten er svekket eller har alvorlige infeksjoner med andre patogener. Disse parasittene er vidt utbredt i Norge, både hos laksefisk i oppdrett og ville laksefisker.

Mikrosporiden *Paranucleospora theridion* (syn. *Desmozoon lepeoptheirii*) er svært utbredt på Vestlandet og er agens for «haustsjuka» hos laks og regnbueørret i oppdrett. Denne parasitten kan infisere både lus og fisk. Lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*) og skottelus (*Caligus elongatus*) som beiter på hud til laks med *P. theridion* infeksjoner kan bli smittet. Hos smittet lus vil *P. theridion* oppformere seg inntil lusa dør og frigjør sporer til vannet som infiserer laksefisk som kommer i kontakt med disse. På denne måten bidrar lakselus og skottelus til økt spredning og smittepress av parasitten *P. theridion* i områder med laksefisk. Parasitten kan også smitte direkte mellom laks, så effektiv smittespredning har følgelig bidratt til at denne parasitten er svært vanlig og utbredt hos både oppdrettslaks og villaks (Sveen mfl. 2012). Matfiskanlegg med laks og regnbueørret er et viktig reservoar for denne parasitten på grunn av høy fisketetthet (direkte smitte mellom fisk) og høy tetthet av lakselus og skottelus (indirekte smittevei mellom fisk).

Parasitten *P. theridion* er særlig infektiv ved høye vanntemperaturer (>15 °C). Alvorlige infeksjoner hos laksefisk forekommer derfor oftest sensommer og høst når sjøtemperaturen er på det høyeste (derav navnet “haustsjuka”).

I vår studie ble det påvist *P. theridion* smitte i både gjelle- og nyreprøver hos voksen villaks fra alle de undersøkte elvene. Kraftigst infeksjoner ble registrert hos laks fra Korsbrekkelva som renner ut i indre del av Synnlyvsfjorden. Dette er en ferskvannspåvirket fjord (salinitet 18-30) uten fiskeoppdrett (Figur 1). Smittepress med *P. theridion* kan derfor antas å være lav i denne fjorden, og det er derfor mest sannsynlig at villaks fra Korsbrekkelva i størst grad har blitt smittet med *P. theridion* i de ytre fjordområdene under tilbakevandringen. Helseovervåking av villfisk (Garseth mfl. 2021a) har imidlertid også påvist høy andel villaks (>40 %) smittet med *P. theridion* i områder uten oppdrett (Viken fylke). Disse resultatene indikerer at spredningspotensialet til denne parasitten også er stor i områder med lav tetthet av verter (laks og lus).

I vår undersøkelse ble det også påvist nyreinfeksjoner med *P. theridion* hos lakseparr fra de fleste undersøkte elvene. Smittevei mellom *P. theridion* og lakseparr er ikke kjent, men det er vist at frigiterte *P. theridion* sporer er svært robuste og tåler både sjøvann og ferskvann (Are Nylund, upublisert). Mulig smittevei kan i så tilfelle være tilbakevandret gytelaks, sjøørret eller rømt laksefisk fra oppdrett som har vandret opp i elvene. Analyseresultatene fra *P. theridion* smitte hos parr viste til dels svært svake verdier og er vurdert som usikre. Det er nødvendig med oppfølgende undersøkelser for å bekrefte om *P. theridion* kan smitte i ferskvann, eller om den spesifikke testen rettet mot *P. theridion* har detektert en annen type mikrosporide med nær slektskap til *P. theridion*.

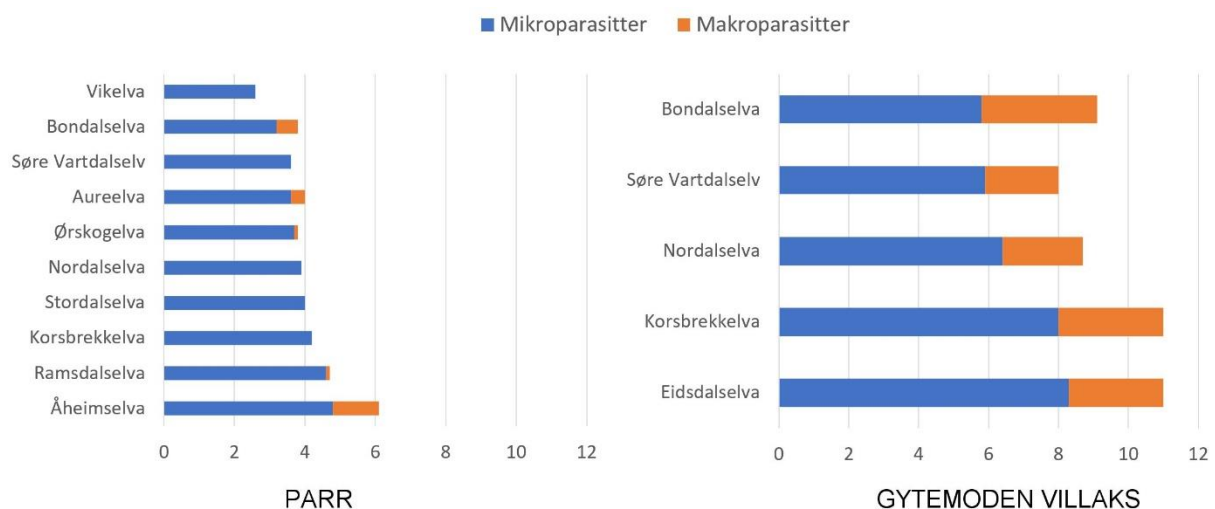
Myxosporidien *Tetracapsuloides bryosalmonae* er agens for proliferativ nyresyke (proliferative kidney disease, PKD). Denne parasitten ble kun påvist hos gytemoden villaks fra Norddalselva, men ikke hos parr fra samme elv. Det ble derimot påvist *T. bryosalmonae* hos parr fra flere andre elver, hvorav alle undersøkte parr fra Aureelva var smittet. Dette kan tyde på at parasitten ikke er endemisk i Norddalselva, men kan muligens være det i flere andre elver på Sunnmøre. Infeksjonsgraden var lav (mild eller moderat) i alle tilfellene, men sykdommen PKD kan utvikles under langvarige perioder med høy vanntemperatur (> 15°C). Undersøkelser har vist at denne parasitten er utbredt i norske elver langs hele kysten, men det er fremdeles manglende kunnskap om konsekvenser for laksefisk-bestander i slike elver (Sterud mfl. 2007; Mo og Jørgensen 2017). Det er imidlertid estimert at regulære PKD-utbrudd i Åbjøravassdraget i perioden 2002-2006 reduserte smoltproduksjonen av laks med 50-75 % (Forseth mfl. 2007). Det er konkludert med at lav vannføring på grunn av vassdragsreguleringer som medfører økt vanntemperatur, samt den generelle klimautviklingen kan bidra til økt risiko for PKD-utbrudd. Parasitten *T. bryosalmonae* og sykdommen PKD har også fått økende oppmerksomhet i flere andre land de siste årene med tilfeller der sykdommen har medført betydelig nedgang i populasjoner av vill laksefisk (Sudhagar mfl. 2020). Årsaken til økt forekomst av PKD i Nord-Amerika (Alaska) er forklart med varmere klima (Bartolomeo mfl. 2019; Meyers mfl. 2019; Wahli mfl. 2019). Blant elvene som er inkludert i vår undersøkelse er spesielt Korsbrekkelva og Norddalselva relativt sommerkalde på grunn av bre og snø i nedbørfeltene, mens Åheimselva, Aureelva og Ørskogelva er mer typiske lavlandselver som trolig kan bli relativt varme i perioder med lav vannføring. I fremtidens varmere klima kan utbrudd av PKD dermed bli mer sannsynlig i de sistnevnte elvene.

Infeksjonsgrad med parasitter (protister) hos parr og voksen villaks fra de ulike elvene er oppsummert i Vedlegg B3 og C3.

Smittebyrde hos villaks i de ulike elvene på Sunnmøre

Villaks kan være smittet med virus eller andre smittestoffer uten å utvikle kliniske symptomer på sykdommer. Fiskedød blant villaks i elver og vassdrag i Norge som skyldes smittsomme sykdommer er sjeldent observert. Unntak er furunkulose og infeksjoner med parasitten *Gyrodactylus salaris* som tidligere omtalt.

Smitte hos vill laksefisk kan likevel ha betydelig negativ effekt. Infisert fisk kan ha reduserte energiressurser eller andre fysiologiske endringer som påvirker svømmekapasitet. Dette kan i tur bidra til lavere gytesuksess, redusert overlevelse og økt predasjon. Det har blitt gjennomført omfattende undersøkelser av villaks i Canada som indikerer at villaks-smolt med høy parasittbyrde (smittet med mange ulike typer smittestoff; virus, bakterier og parasitter) er mer utsatt for predasjon enn fisk med lav parasittdiversitet (Miller mfl. 2014). Det ble også konkludert med at høy parasittbyrde kan gi redusert tilbakevandring av gytelaks. I undersøkelsen til Miller mfl. (2014) ble gjellebiopsier fra villfanget laks testet for 44 ulike mikroparasitter. Laksene ble fanget, prøvetatt og merket i sjø for videre sporing av vandringen til gytefeltet i elv. Overlevelse ble vurdert utfra hvor mange av de merkede fiskene som kom frem til gytefeltene i elven. Resultater fra denne undersøkelsen viste at de fleste overlevende hadde få eller ingen mikroparasitter, mens de fleste laksene som ikke kom frem til gytefeltet hadde flere enn fem mikroparasitt-arter. I vår undersøkelse ble det registrert størst diversitet av mikroparasitt-arter hos gytemoden villaks fra Eidsdalselva og Korsbrekkelva, med et gjennomsnitt på rundt åtte ulike mikroparasitt-arter, men mer enn fem arter per fisk i alle de fem elvene (Figur 15). Høy diversitet og andel infiserte fisk blant gytemoden villaks i vår undersøkelse kan imidlertid forklares med at fiskene ble holdt samlet i kar i opptil flere måneder før analyseprøvene ble tatt. Dette kan ha resultert i direkte smitte mellom fisk i karene og en oppkonsentrering av smittenivå. Vi kjenner ikke til smittestatus hos voksen villaks på tidspunktet da fiskene var i elven. Resultatene fra vår undersøkelse kan derfor ikke sammenlignes direkte med resultatene fra Miller mfl. (2014). I en eventuell oppfølgende undersøkelse bør prøver av voksen villaks tas så snart som mulig etter at disse har blitt fanget. Gjellebiopsi av stamfisk kan være en alternativ metode for en slik prøvetaking. Analyser av biopsier kan sammenlignes med prøver fra de samme fiskene etter lengre tids opphold i kar for å beskrive hvilke smittestoffer som prolifererer mest. Det siste prøveuttaket kan koordineres med standard helsekontroll av stamfisken.



Figur 15. Gjennomsnittlig antall arter mikro- og makroparasitter per undersøkt fisk fra elver på Sunnmøre

Oppsummering og videre arbeid

- Villaks kan bli smittet med PRV1 som gir sykdommen HSMB hos oppdrettslaks. Høyeste nivå med PRV1-virus ble påvist hos voksen laks fra **Eidsdalselva**. Det ble ikke undersøkt parr fra Eidsdalselva, men PRV1 ble påvist hos parr fra andre elver. Størst infeksjonsgrad hos parr ble registrert i **Ørskogelva**. Det er uvisst hva slags effekt PRV1-smitte kan ha på juvenile stadier av villaks i elver. Viktigste smittereservoar for PRV1 er antatt å være laks i sjø. Det er derfor lite sannsynlig at matfiskanlegg med regnbueørret er smittekilde for dette viruset. I videre studier bør PRV1 fra villaks sekvenseres for å se om de representerer de virulente varianter som påvises hos oppdrettslaks.
- Laksepoxvirus (SGPV) ble påvist hos voksen villaks fra alle undersøkte elver, med størst infeksjonsgrad hos laks fra **Søre Vartdalselva**. Stamfisk brukt til kultiveringsformål kan potensielt bidra til etablering av smitte med laksepoxvirus i elver. Det er kjent at sykdommen laksepox kan gi høy dødelighet hos juvenil laks i oppdrett og særlig under smoltifisering. Hos parr ble viruset kun påvist i **Stordalselva** i vår undersøkelse. Virulens til SGPV er ikke kjent og virulensmørkører er ikke identifisert.
- Smitte med *Aeromonas* bakterier ser ut til å være utbredt i flere av de undersøkte elvene på Sunnmøre. Høyest nivå ble påvist hos voksen laks fra **Eidsdalselva** som var smittet med *Aeromonas sobria*. Videre undersøkelser er nødvendig for å identifisere hvilke typer *Aeromonas* bakterier som er påvist i vår undersøkelse, med særlig fokus på eventuell utbredelse av *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida* som er agens for sykdommen klassisk furunkulose. Utbrudd med denne sykdommen kan ha bestandsreducerende effekt på villakspopulasjonen i et vassdrag. Risiko for sykdomsutbrudd i elvene øker dersom det forekommer langvarige perioder med vanntemperaturer over 15 °C. Regulerte vassdrag med lav vannføring og varme lavlandsvassdrag kan være særlig utsatt.
- Det ble påvist smittenivåer med *Flavobacterium psychrophilum* som indikerer kraftige infeksjoner i både gjelle og nyre hos laks fra **Søre Vartdalselva**. Det ble også påvist infeksjoner med *F. psychrophilum* hos parr fra samme elv. Dette er en svært smittsom bakterie og det er antatt at denne bakterien også kan smitte vertikalt. En viktig smittevei kan derfor være bruk av smittet stamfisk til kultiveringsformål. Oppdrettslokaliteter med regnbueørret i fjorder med lav salinitet er sannsynligvis et viktig smittereservoar for denne bakterien siden smitte kan forekomme i ferskvann og brakkvann.
- De fleste undersøkte fiskene (parr og voksen fisk) var smittet med *Yersinia ruckeri* og *Ca. Branchiomonas cysticola*, noe som indikerer at disse bakteriene er svært smittsomme. Smittevei og eventuell bestandsreducerende effekt slike infeksjoner har på villakspopulasjoner i elver og vassdrag er uvisst. Arten *Ca. Branchiomonas cysticola* synes å være artsspesifikk for laks, mens ørret er smittet med en egen art av denne bakterien.
- Parasitten *Tetracapsuloides bryosalmonae* som er årsak til sykdommen PKD er naturlig utbredt blant villaks i flere elver på Sunnmøre. Risiko for sykdomsutbrudd i disse elvene øker dersom det forekommer langvarige perioder med vanntemperaturer over 15 °C. Regulerte vassdrag med lav vannføring og varme lavlandsvassdrag kan være særlig utsatt.
- Det ble påvist høye nivåer som indikerer kraftige infeksjoner med parasitten *Ichthyobodo* sp. på gjeller til villfanget stamlaks fra **Søre Vartdalselva** og **Norddalselva**. Dette er opportunistiske parasitter som smitter direkte mellom fisk, og som er svært utbredt blant både oppdrettsfisk og villfisk. De kraftige infeksjonene påvist i vår undersøkelse skyldes mest sannsynligvis at stamfiskene har smittet hverandre under opphold i kar (trenging) over flere uker.

- Infeksjoner med mikrosporidien *Paranucleospora theridion* (syn. *Desmozoon lepeophtheri*) ble påvist i prøver fra både gjeller og nyre hos voksne villaks fra alle elvene, men fisk fra **Korsbrekkelva** skiller seg ut med høyest prevalens av smittet fisk og kraftigste infeksjoner. Det antas at laksen har blitt smittet i de ytre fjordene med produksjon av oppdrettslaks og følgelig høy tetthet av lakselus. Lakseparr fra noen av elvene testet også positiv for *P. theridion*, men infeksjoner med denne parasitten hos lakseparr i ferskvann er ikke tidligere beskrevet. Mikrosporidier fra infisert lakseparr må identifiseres for å bekrefte om infeksjoner skyldes arten *Paranucleospora theridion*.

Epidemiske sykdomsutbrudd kan bidra til betydelig reduksjon av smoltproduksjon i et vassdrag som kan gi langsiktige konsekvenser (se Johnsen mfl. 1993; Sterud mfl. 2007; Forseth mfl. 2007; Mo mfl. 2022). Ulike grad av diversitet med mikro- og makroparasitter påvist hos fisk i vår undersøkelse forklarer ikke ene og alene hvorfor noen elver har svake og ustabile populasjoner med voksen laks (Søre Vartdalselva, Norddalselva) eller svært dårlig bestandsstatus med lave tettheter av både parr og voksen laks (Ramstadsdalselva, Eidsdalselva). De fleste fiskene i undersøkelsen vår hadde kun milde eller moderate infeksjoner med mikroparasitter og kan sannsynligvis betraktes som friske smittebærere. Slike infeksjoner kan likevel føre til sykdomsutbrudd under visse betingelser. Sykdomsrelatert dødelighet blant villfisk er sannsynligvis underestimert på grunn av lite overvåking, få undersøkelser, feil diagnose og predasjon. Vanntemperaturer, vannstand og fisketetthet er faktorer som spiller inn med tanke på smittepress og sykdomsutbrudd. I tillegg vil fisk som blir svekket av sykdom lettere bli spist på grunn av nedsatt svømmeevne og redusert kondisjon. Sykdomsutbrudd med f.eks. furunkulose og PKD hos villaks i elver er assosiert med lav vannstand kombinert med høy vanntemperatur og trenging av fisk (Inglis mfl. 1993; Forseth mfl. 2007). I slike tilfeller er det rapportert om dødelighet hos gytelaks i sommermånedene, men også blant utgytte villaks i vintermånedene. Disse kan ha blitt smittet under gyting (trenging) med utvikling av sykdom i tiden etter (inkubasjonstid). Det kan derfor forventes at sykdommer som furunkulose, PKD med flere kan få større betydning for villaks i norske elver ved varmere klima.

Årlig helseovervåking av elver som har svake populasjoner med villaks må gjennomføres repetitivt over et lengre tidsrom for å detektere eventuelle sykdomsutbrudd (epidemier). Eventuelle endringer må settes i sammenheng med vannkvalitet (vannføring, temperatur), telling av ungfisk og gytefisk, innslag av rømt fisk eller nye arter (f.eks. pukkellaks) som mulige smittebærere.

I vår undersøkelse er påvisning av mikroparasitter gjennomført med molekylærbiologiske metoder (qPCR). Analyser med qPCR påviser arvestoff (DNA/RNA) til både levende og døde mikrober. Resultatene er basert på Ct-verdier som er et semi-kvantitativt mål på DNA/RNA-mengde av de spesifikke patogenene testene er rettet mot. Følgelig kan ikke mengden patogener hos de undersøkte fiskene beskrives nøyaktig kvantitativt, men metoden er likevel tilstrekkelig til å beskrive forskjeller i andel infiserte og infeksjonsintensitet hos fisk fra de ulike elvene. Få undersøkte fisk per elv i vår undersøkelse gjør imidlertid resultatene usikre, særlig i tilfeller med lav prevalens. Videre arbeid bør inkludere undersøkelser av et høyere antall fisk per elv for å øke presisjonen i beskrivelse av smitteforekomst. Dersom prevalens er mindre enn 10 % bør det undersøkes mer enn 20 fisker for å påvise minst én smittet fisk dersom populasjonen er større enn 50 individer (Ossiander & Wedemeyer, 1973).

Videre undersøkelser er også nødvendig for å kartlegge smitteveier mellom oppdrettslaks og villaks (genotyping; slektskapstudier av påviste patogener) og identifisere virulente varianter av bakteriene som er påvist i elvene på Sunnmøre.

VEDLEGG A. Molekylærbiologiske tester (qPCR)

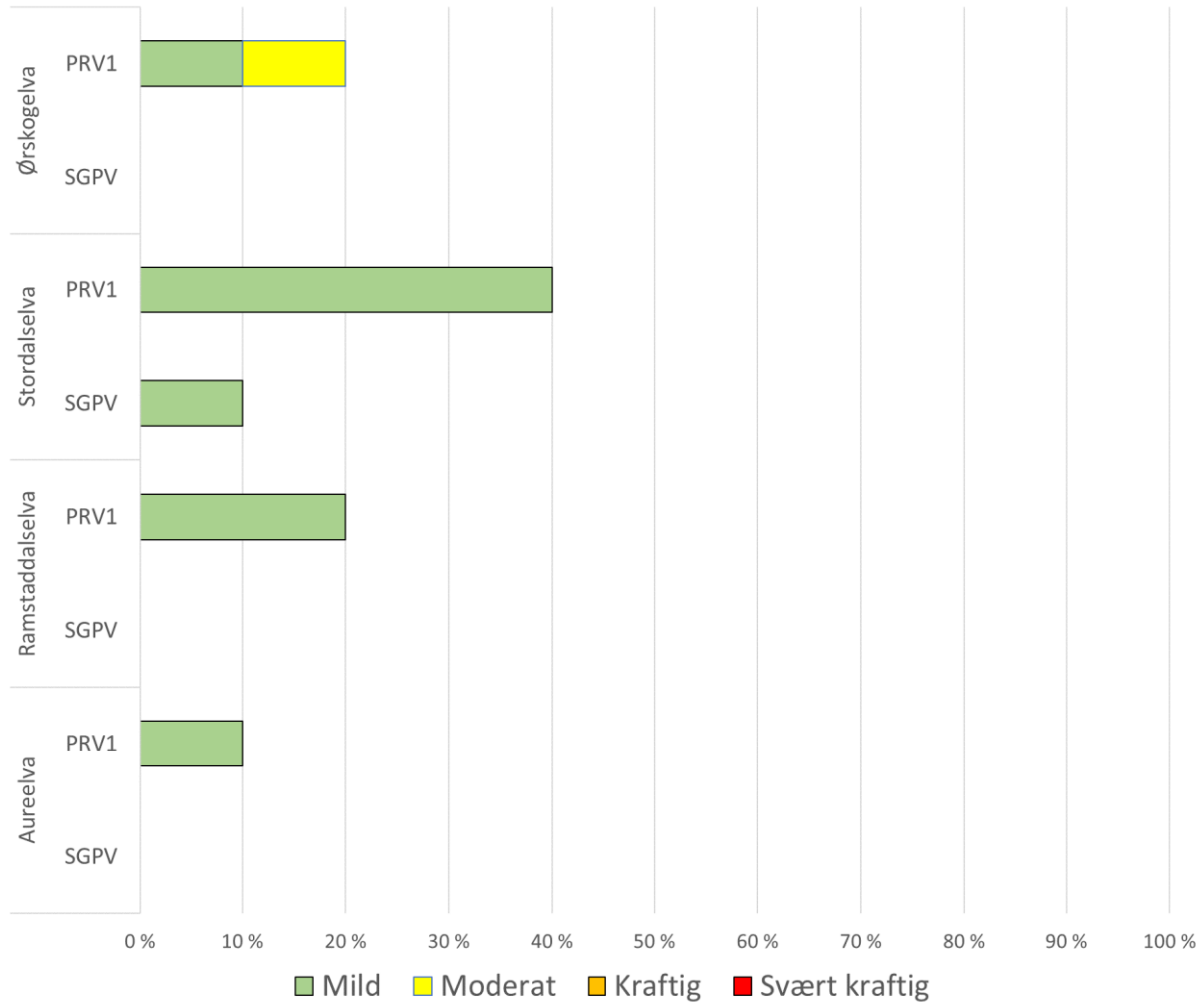
Tabell A. Tester brukt for påvisning av mikroparasitter med bruk av molekylærbiologiske metoder (qPCR). Liste over sykdommer og tilhørende smittestoff (agens) assosiert med disse. Navngitte tester (assay) og nukleotid sekvensene brukt i qPCR-analyser som er rettet spesifikt mot de ulike smittestoffene.

Sykdom	Smittestoff	Test	Primer	Sekvens	Referanse
Infeksiøs lakseanemi (ILA)	Infeksiøs laksevirus	ISAV (seg.7)	Probe	CAC ATG ACC CCT CGT C	Plarre et al., 2005
			Forward	TGG GAT CAT GTG TTT CCT GCT A	
			Reverse	GAA AAT CCA TGT TCT CAG ATG CAA	
Pankreassykdom (PD)	Salmonid alfavirus	NSAV	Probe	AGCGCTGCCCAAGCGACCG	Hodneland og Endresen 2006
			Forward	CAGTGAAATTCGATAAGAAGTGCAA	
			Reverse	TGGGAGTCGCTGTTAAAGGT	
Gjellepox	Salmonid gjelle poxvirus	POX MCP	Probe	TTA TAC ACC ATC ACA TTT GTG	Kambestad 2019
			Forward	CAG AGG TTT TTC ATA CGC CAG AA	
			Reverse	GAG GTC ACG GTG ATG ACA GAA C	
Hjerte- og skjelettmuskelbetennelse (HSMB)	Piscine orthoreovirus	PRV M2	Probe	CTG GCT CAA CTC TC	Repstad 2011
			Forward	CAA TCG CAA GGT CTG ATG CA	
			Reverse	GGG TTC TGT GCT GGA GAT GAG	
Kardiomyopadisindrom (CMS)	Piscine myocarditis virus	PMCV	Probe	TGGTGGAGCGTTCAA	Repstad 2011
			Forward	AGGGAACAGGAGGAAGCAGAA	
			Reverse	CGTAATCCGACATCATTTTGTGA	
Epitheliocystis (gjellesyke)	Candidatus Branchiomonas cyclicola	Epit	Probe	ACT TAG CGA AAG TTA AGC	Repstad 2011
			Forward	GAG TAA TAC ATC GGA ACG TGT CTA GTG	
			Reverse	CTT TCC TCT CCC AAG CTT ATG C	
Bakteriell nyresyke (BKD)	Renibacterium salmoninarum	BKD	Probe	TGC AGA AAT GTA CTC CC	Kambestad 2019
			Forward	CAA GGCTTG ACA TGG ATT AGA AAA	
			Reverse	CAC CTG TGA ACC AAC CAA CCC AAA A	
Furunkulose*	Aeromonas salmonicida	Sal AA16s	Probe	ATCTGCCAGTCGAGG	A. Nylund (ikke publisert)
			Forward	GGCGGACGGGTGAGTAATG	
			Reverse	GCAGTCGTTTCCAACTGTTATCC	
Aeromonas septikemi*	Aeromonas sp.	SOB Asob16s	Probe	TCTGTCAGCTGTGACGTT	A. Nylund (ikke publisert)
			Forward	GGAGGAAAGGTTGGCAGCTAAT	
			Reverse	ACGGAGTTAGCCGGTGCTT	
Yersinose	Yersinia ruckeri	YR	Probe	TAA TAG CAC TGA ACA TTG AC	Kambestad 2019
			Forward	GCG AGG AGG AAG GGT TAA GTG	
			Reverse	CGG TGC TTC TGC GAG TAA	
Flavobakteriose	Flavobacterium psychrophilum	Flavo	Probe	AAACACTCGGTCTGAC	A. Nylund (ikke publisert)
			Forward	TGTAAACTGCTTTTGACACAGGAA	
			Reverse	GATCCTTATTCTCACAGTACCGTCAA	
Ichthyobodose	Ichthyobodo spp	Costia	Probe	TCC ACG ACT GCA AAC GAT GAC G	Isaksen et al. 2012
			Forward	ACG AAC TTA TGC GAA GGC A	
			Reverse	TGA GTA TTC ACT YCC GAT CCA T	
Proliferative nyresyke (PKD)	Tetracapsuloides bryosalmonae	PKD	Probe	TGT TGT TAG GAT ATT TTC C	Napsøy 2020
			Forward	CAA GAT CGC GCC CTA TCA AT	
			Reverse	CGT CAC CCG TTA CAA CCT TGT	
Paranucleosporose, "Haustsjuke"	Paranucleospora theridion	Nuc	Probe	TTG GCG AAG AAT GAA A	Nylund et al. 2010
			Forward	CGG ACA GGG AGC ATG GTA TAG	
			Reverse	GGT CCA GGT TGG GTC TTG AG	
Saprolegniose	Saprolegnia	SP (18s)	Probe	ATGGCCCAARCATCCA	A. Nylund (ikke publisert)
			Forward	GTCCGGCTCGAGTTTATCTCTGTA	
			Reverse	AGCGCCCCCTCACAAAA	

* Testene rettet mot *Aeromonas* spp. har en usikker spesifisitet siden de er rettet mot 16S.

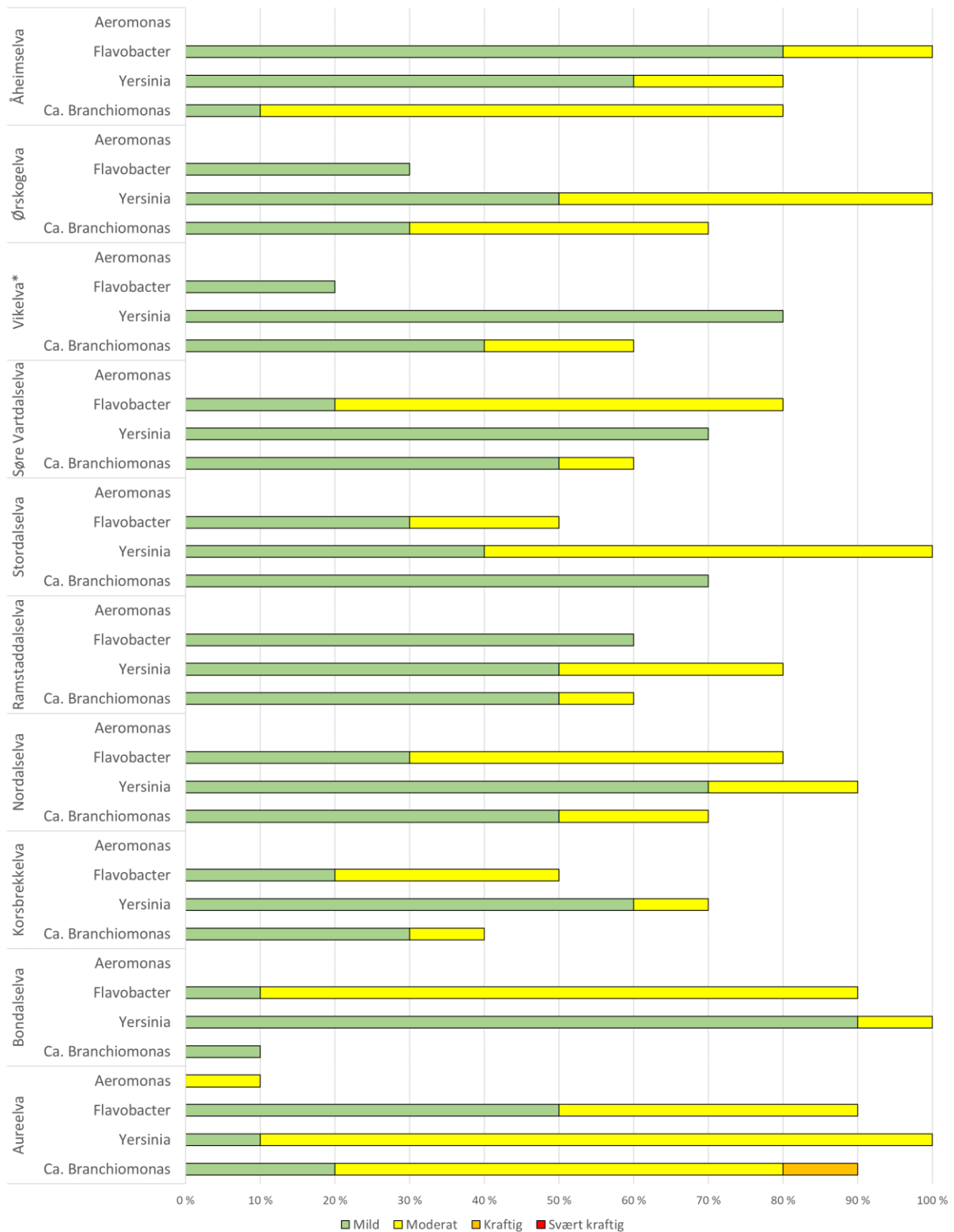
VEDLEGG B. Mikroparasitter påvist hos lakseparr

B1. Infeksjonsgrad av virus

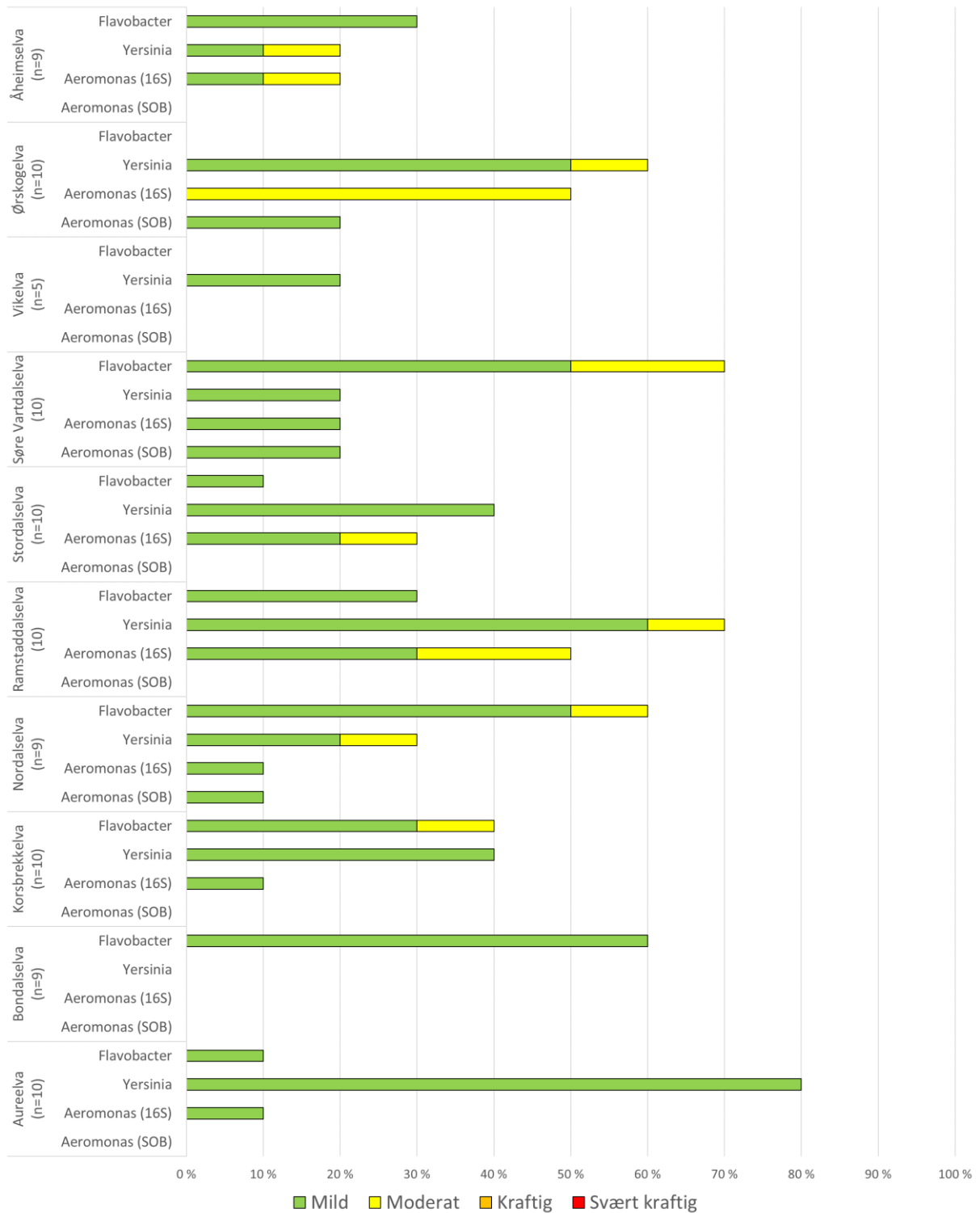


Figur B1. Virusmitte påvist i gjelleprøver. Infeksjonsgrad hos **lakseparr** fra ulike elver er basert på resultater fra qPCR-analyser. Andel infiserte (prevalens) er angitt i prosent. Det er undersøkt ti fisker per elv. Virusinfeksjoner er PRV1 (Piscine orthoreovirus 1) og SGPV (Salmon gill pox virus).

B2. Infeksjonsgrad av bakterier

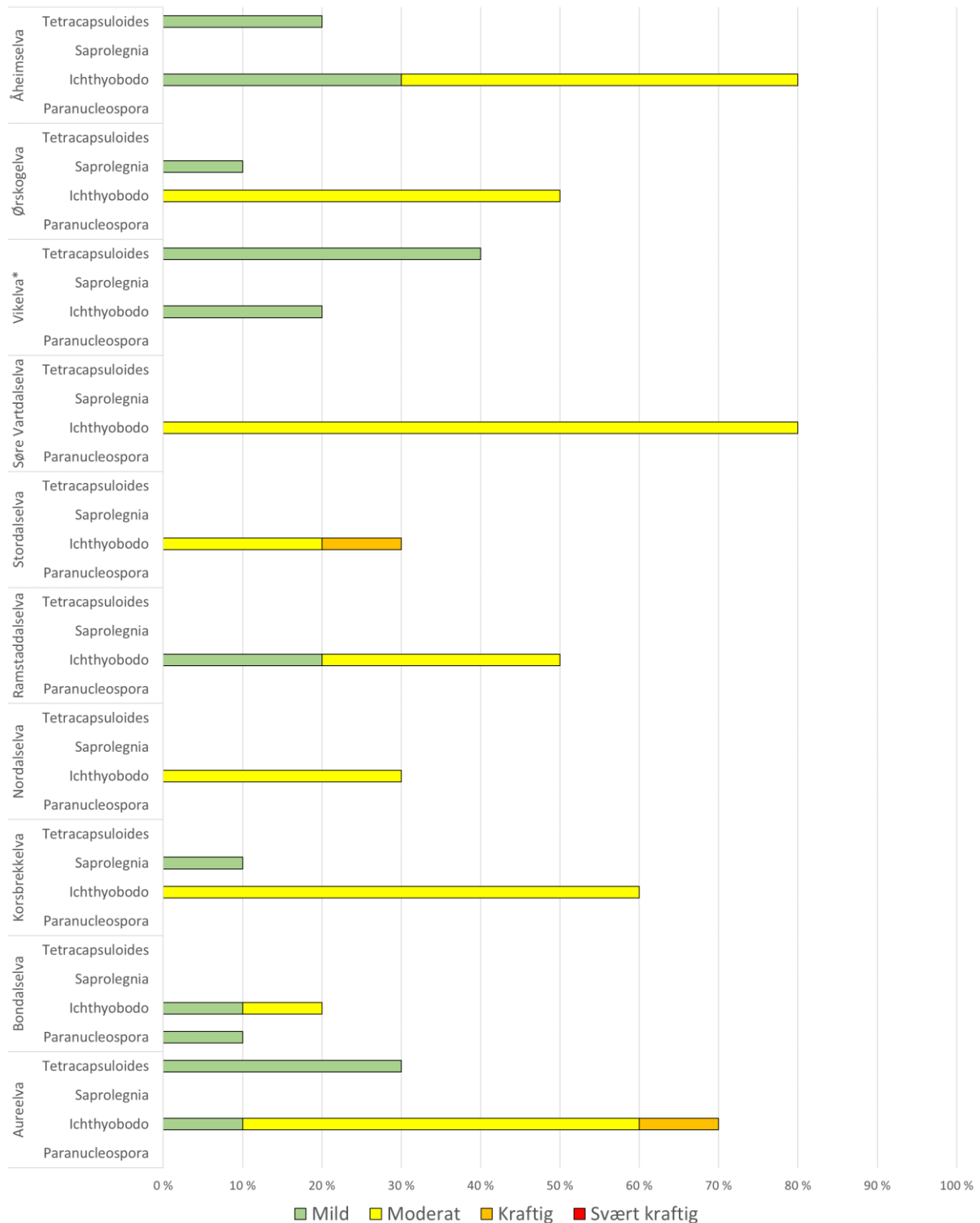


Figur B2-1. Bakteriesmitte påvist i gjelleprøver. Infeksjonsgrad hos **lakseparr** fra ulike elver er basert på resultater fra qPCR-analyser. Andel smittet (prevalens) er angitt i prosent. Det er undersøkt ti fisker per elv, med unntak av Vikelva* (n=5). Smittestoffer er *Aeromonas* spp., *Flavobacter psychrophilum*, *Yersinia ruckeri* og *Candidatus Branchiomonas cysticola*.

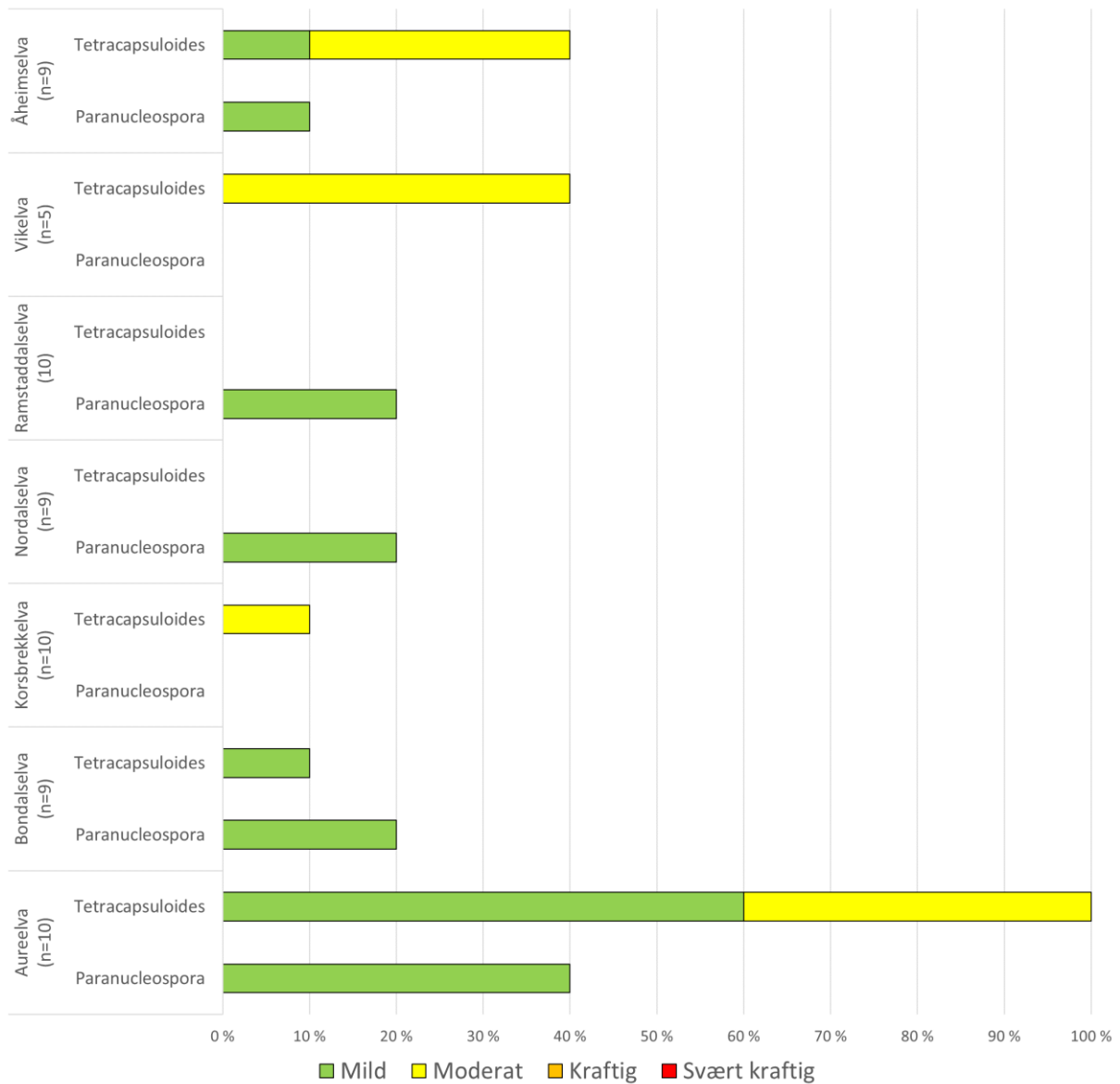


Figur B2-1. Bakteriesmitte påvist i nyreprøver. Infeksjonsgrad hos lakseparr fra ulike elver er basert på resultater fra qPCR-analyser. Andel infisert (prevalens) er angitt i prosent. Antall undersøkt fisk (n) er oppgitt for hver elv. Smittestoffer er *Aeromonas* spp. (to ulike tester; SOB og 16S), *Flavobacter psychrophilum* og *Yersinia ruckeri*.

B3. Infeksjonsgrad av parasitter



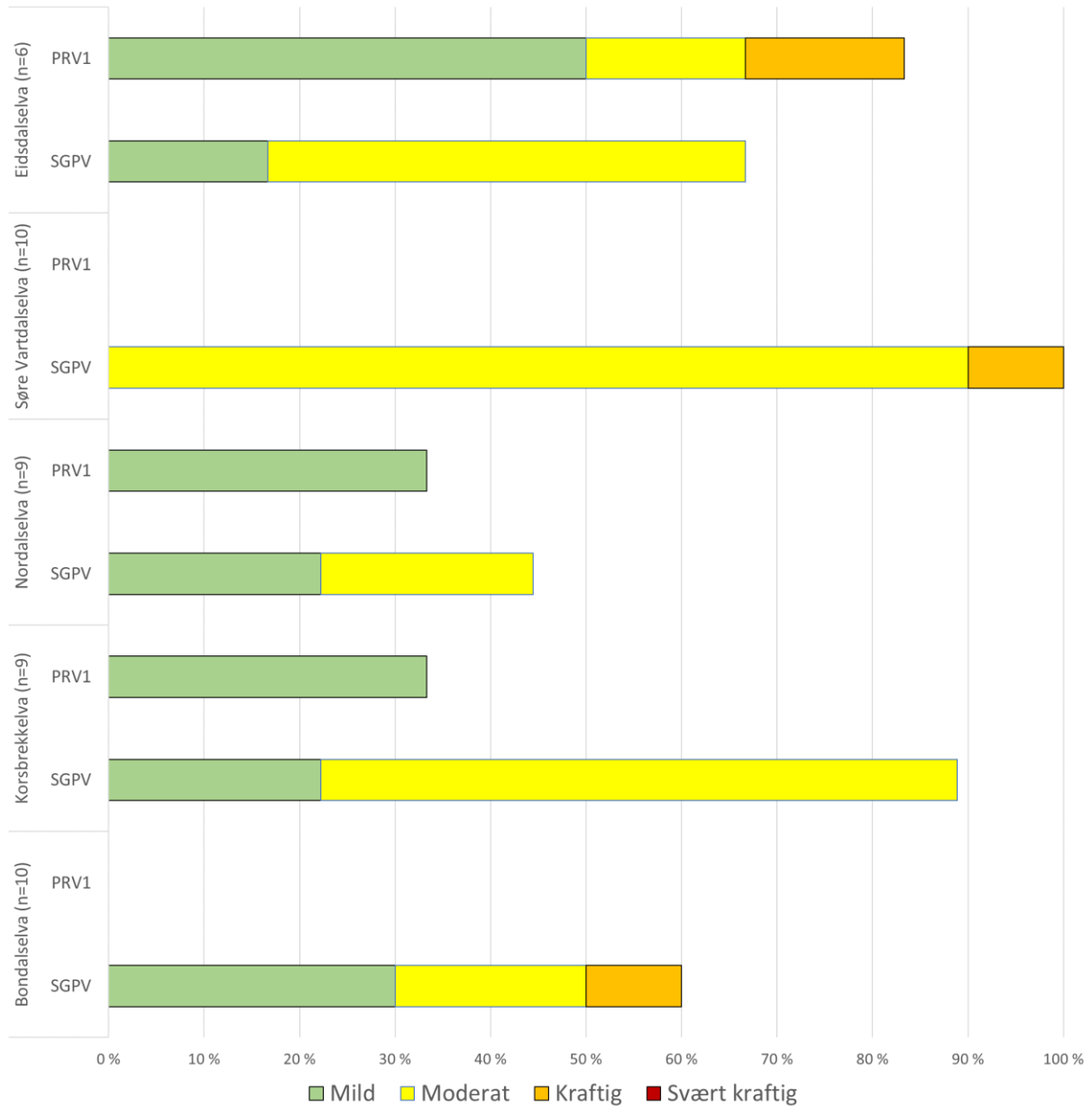
Figur B3-1. Parasittsmitte påvist i gjelleprøver. Infeksjonsgrad hos **lakseparr** fra ulike elver er basert på resultater fra qPCR-analyser. Andel infiserte (prevalens) er angitt i prosent. Det er undersøkt ti fisker per elv, med unntak av Vikelva* (n=5). Smittestoffer er *Tetracapsuloides bryosalmonae*, *Saprolegnia* spp., *Ichthyobodo* spp. og *Paranucleospora theridion* (syn. *Desmozoan lepeophtheirii*).



Figur B3-2. Parasittsmitte påvist i nyreprøver. Infeksjonsgrad hos **lakseparr** fra ulike elver er basert på resultater fra qPCR-analyser. Andel infisert (prevalens) er angitt i prosent. Antall undersøkt fisk (n) er oppgitt for hver elv. Smittestoffer er *Tetracapsuloides bryosalmonae* og *Paranucleospora theridion* (syn. *Desmozon lepeophtheirii*). Det ble ikke påvist parasitter i nyreprøver fra fisk i Søre Vartdalselva.

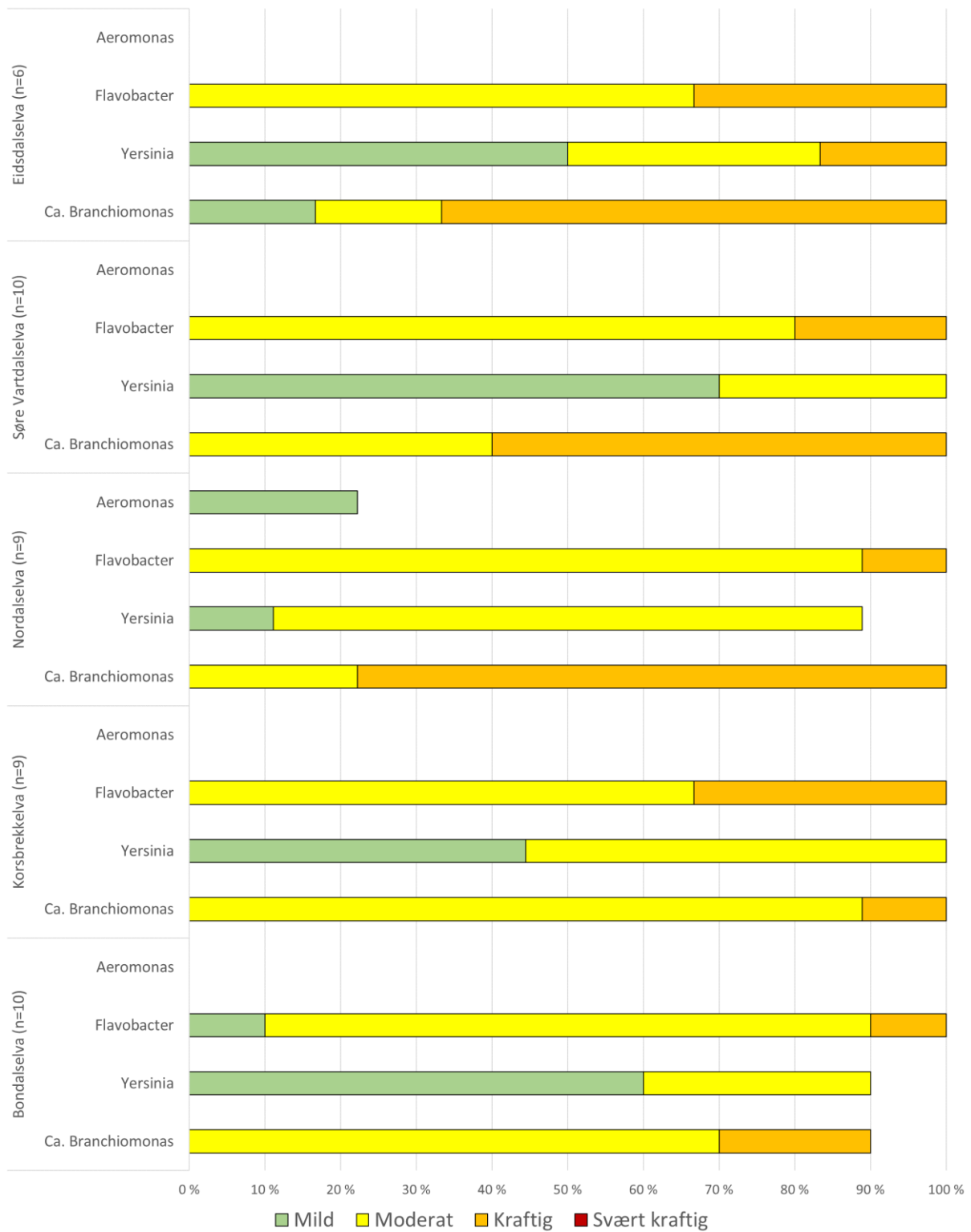
VEDLEGG C. Mikroparasitter påvist hos voksen villaks

C1. Infeksjonsgrad av virus

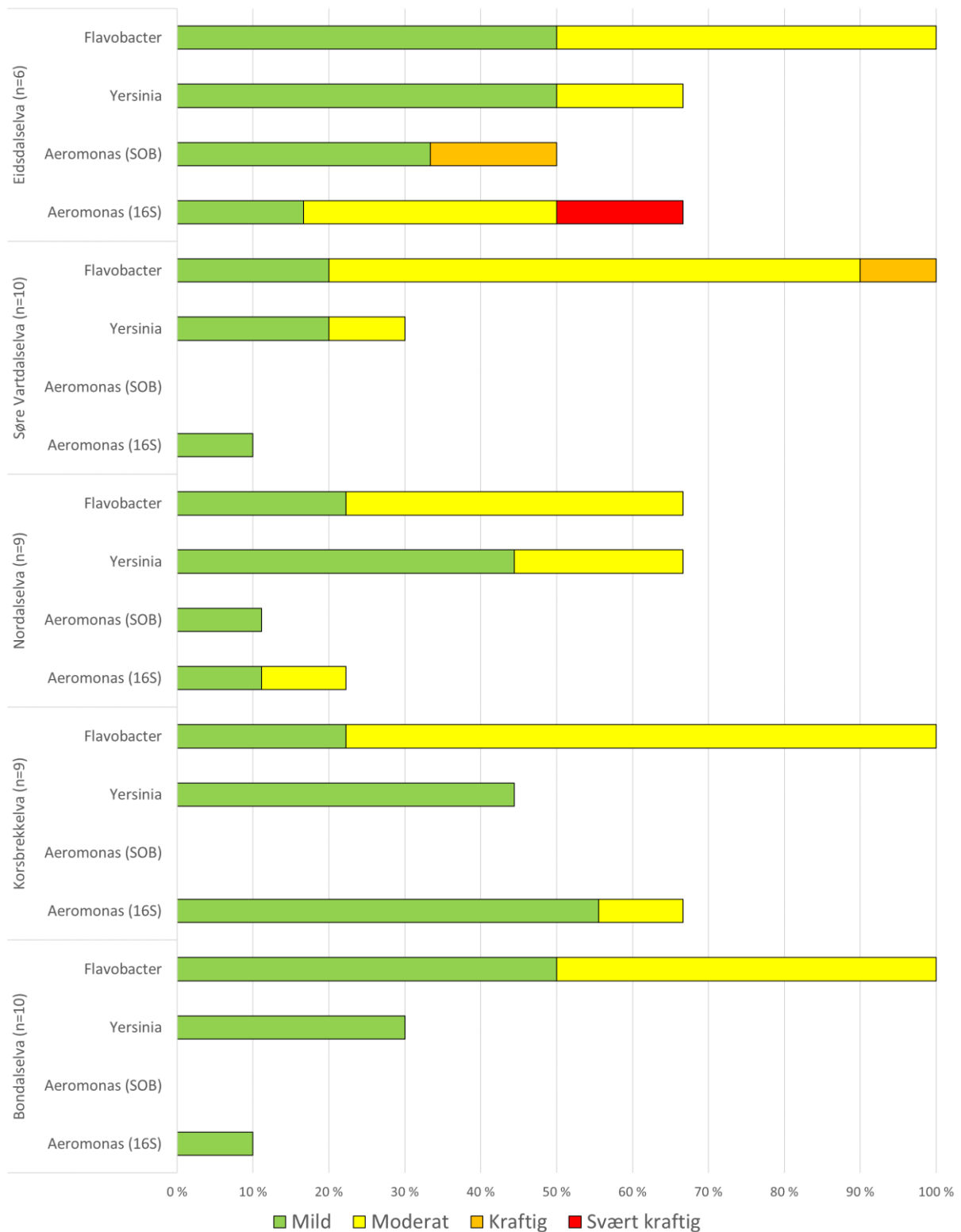


Figur C1. Virussmitte påvist i gjelleprøver. Infeksjonsgrad hos **voksen villaks** fra ulike elver er basert på resultater fra qPCR-analyser. Andel infiserte (prevalens) er angitt i prosent. Antall undersøkt fisk (n) er oppgitt for hver elv. Smittestoffer er PRV1 (Piscine orthoreovirus 1) og SGPV (Salmon gill pox virus).

C2. Infeksjonsgrad av bakterier

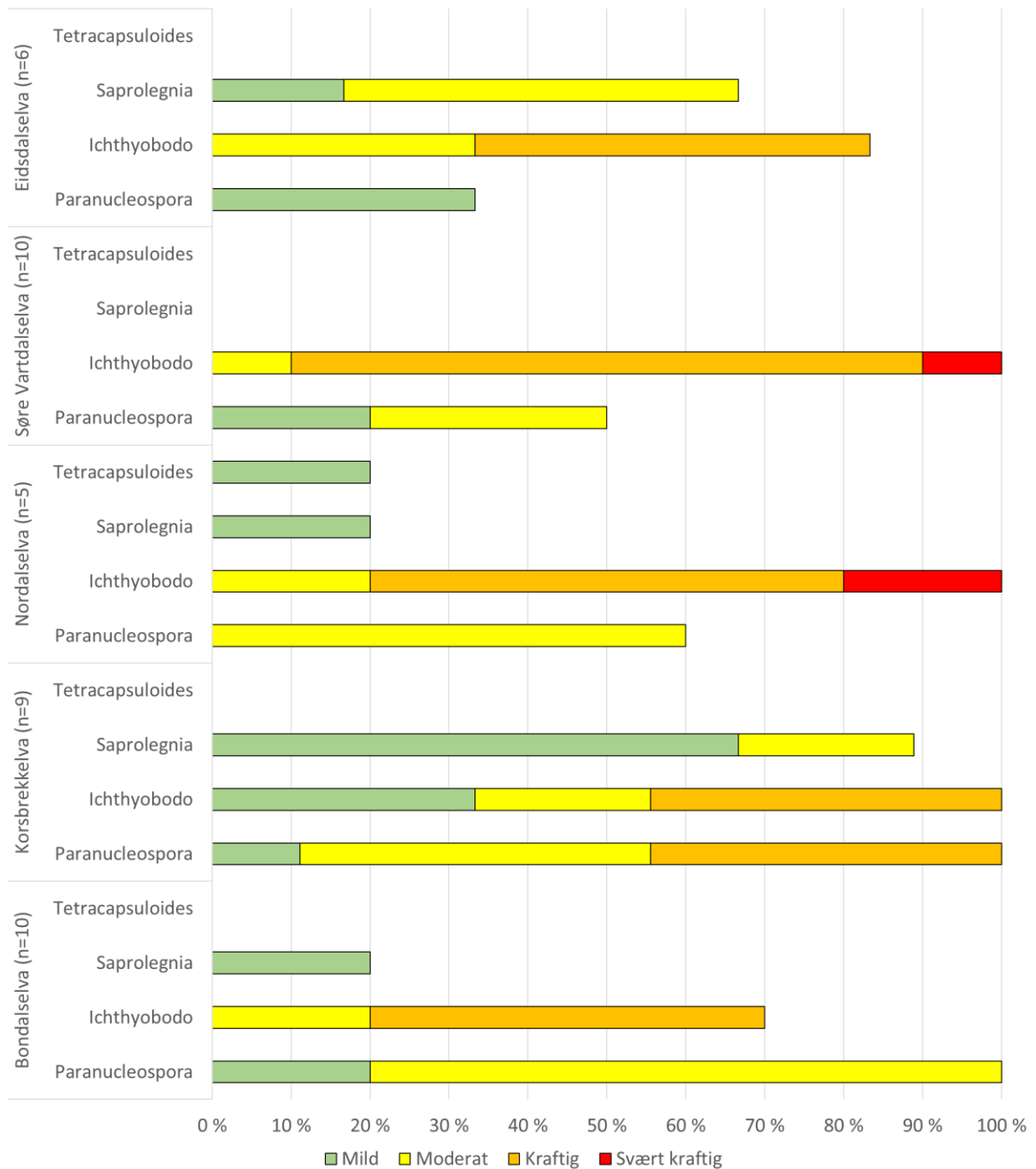


Figur C2-1 Bakteriesmitte påvist i gjelleprøver. Infeksjonsgrad hos **voksen villaks** fra ulike elver er basert på resultater fra qPCR-analyser. Andel infiserte (prevalens) er angitt i prosent. Antall undersøkt fisk (n) er oppgitt for hver elv. Smittestoffer er *Aeromonas* spp., *Flavobacter psychrophilum*, *Yersinia ruckeri* og *Candidatus Branchiomonas cysticola*.

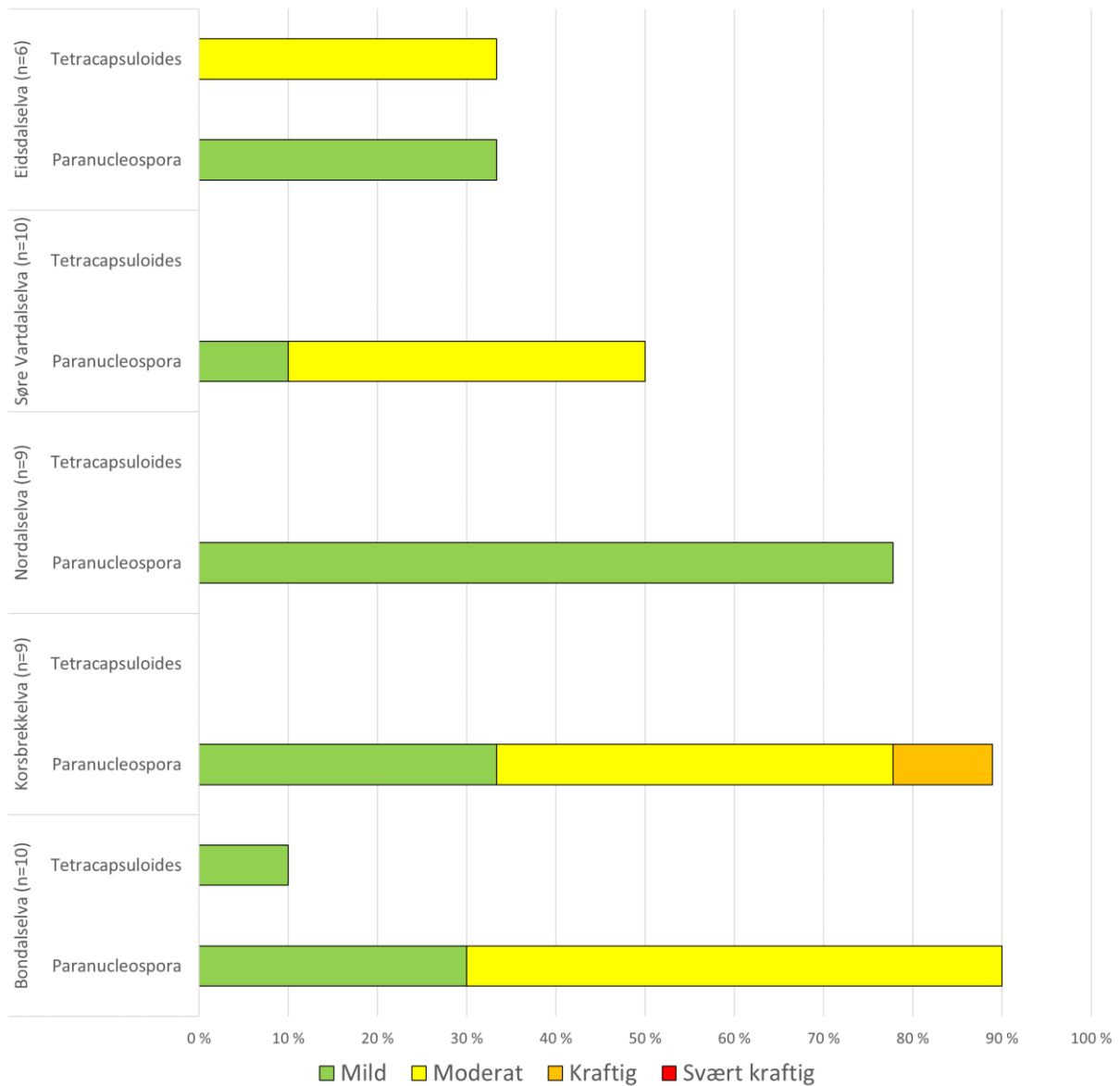


Figur C2-2 Bakteriesmitte påvist i nyreprøver. Infeksjonsgrad hos **voksen villaks** fra ulike elver er basert på resultater fra qPCR-analyser. Andel infiserte (prevalens) er angitt i prosent. Antall undersøkt fisk (n) er oppgitt for hver elv. Smittestoffer er *Aeromonas* spp. (to ulike tester; SOB og 16S), *Flavobacter psychrophilum*, og *Yersinia ruckeri*.

C3. Infeksjonsgrad av parasitter



Figur C3-1. Parasittsmitte påvist i gjelleprøver. Infeksjonsgrad hos **voksen villaks** fra ulike elver er basert på resultater fra qPCR-analyser. Andel infiserte (prevalens) er angitt i prosent. Antall undersøkt fisk (n) er oppgitt for hver elv. Smittestoffer er *Tetracapsuloides bryosalmonae*, *Saprolegnia* spp., *Ichthyobodo* spp. og *Paranucleospora theridion* (syn. *Desmozon lepeophtheirii*).



Figur C3-2. Parasittsmitte påvist i nyreprøver. Infeksjonsgrad hos **voksen villaks** fra ulike elver er basert på resultater fra qPCR-analyser. Andel infiserte (prevalens) er angitt i prosent. Antall undersøkt fisk (n) er oppgitt for hver elv. Smittestoffer er *Tetracapsuloides bryosalmonae* og *Paranucleospora theridion* (syn. *Desmozon lepeophtheirii*).

LITTERATUR

- Barlaup B., Skoglund, H., Pulg, U., Halvorsen, G.A., Velle, G., Isaksen, T.E., Vethe, A. (2018). Blekeprosjektet 2014-2017. *Uni Research Miljø LFI. Statusrapport nr 317*, 132 s.
- Barlaup B. mfl. (2021). Bleka i Byglandsfjorden 2018-2021 – Status, trusler og anbefalte tiltak. *Aquaculture*, 98, 311-318.
- Fjær, M.A. (2019). Pukkellaks (*Oncorhynchus gorboscha*) tatt på Vestlandet. Hvilke parasitter og infeksjoner bærer de på? Master i Fiskehelse. *Institutt for biologi, Universitetet i Bergen*. 99s.
- Forseth, T., Jørgensen, A. & Mo, T.A. (2007). Pilotkartlegging av PKD i norske laksevasdrag. *NINA rapport 259*, 16 s.
- Garseth, Å.-H., Madhun, A.S., Gjessing, M., Moldal, T., Gjerve, A.G., Barlaup, B. & Karlsbakk, E. (2017). Annual report on health monitoring of wild anadromous salmonids in Norway. *Annual report 2016. Institute of Marine research (no. 17-2017); Norwegian Veterinary Institute (no. 15-2017)*, 15 s.
- Garseth, Å. H., Gjessing, M., Moldal, T. & Gjevre, A. (2018). A survey of salmon gill poxvirus (SGPV) in wild salmonids in Norway. *Journal of Fish Diseases*, 41, 139-145.
- Garseth, A., Fornes, G. & Sollien, V. (2021a). Health monitoring of wild anadromous salmonids in freshwater in Norway 2020. *Surveillance program report. Veterinærinstituttet 2021*, 1-14.
- Garseth Å, H., Tørud, B., Sandodden, R., Gåsnes, S. K., Erkinharju, T. & Hansen, H. (2021b). Kap. 9.3 Red skin disease i Enningdalselva (Berbyelva). *Fiskehelsereporten 2020. Veterinærinstituttet rapportserie nr 41a/2021*
- Gibson, D.I. & Bray, R.A. (1986). Hemiuridae (Digenea) of fishes from the north-east Atlantic. *British Museum (Natural History)*.
- Gjessing, M., Thoen, E., Tengs, T., Skotheim, S. & Dale, O. (2017). Salmon gill poxvirus, a recently characterized infectious agent of multifactorial gill disease in freshwater-and seawater-reared Atlantic salmon. *Journal of fish diseases*, 40, 1253-1265.
- Gunnarsson, G.S., Karlsbakk, E., Blindheim, S., Plarre, H., Imsland, A.K., Handeland, S., Sveier, H. & Nylund, A. (2017). Temporal changes in infections with some pathogens associated with gill disease in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture*, 468, 126-134.
- Hanssen, E.M., Wiers, T., Normann, E.S., Landro, Y. & Kambestad, M. (2022). Bestandsovervåking av laks og sjøørret i elver på Sunnmøre høsten 2021. *NORCE LFI, rapport 444*, 90 s.
- Hodneland, K. & Endresen, C. (2006). Sensitive and specific detection of Salmonid alphavirus using real-time PCR (TaqMan). *Journal of Virological Methods*, 131, 184-192.
- Inglis, V., Roberts, R.J. & Bromage, N.R. (1993). Chapter 7: Furunculosis in *Bacterial diseases of fish*, Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Isaksen, T. E., Karlsbakk, E., Sundnes, G. A. & Nylund, A. (2010). Patterns of *Ichthyobodo necator* sensu stricto infections on hatchery reared salmon (*Salmo salar* L.) in Norway. *Diseases of Aquatic Organisms*, 88, 207-214. doi: 10.3354/dao02173.
- Isaksen, T. E., Karlsbakk, E., Watanabe, K. & Nylund, A. (2011). *Ichthyobodo salmonis* sp. n. (Ichthyobodonidae, Kinetoplastida), an euryhaline ectoparasite infecting Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Parasitology*, 138, 1164-1175. doi: S0031182011000916
- Isaksen, T.E., Karlsbakk, E., Repstad, O. & Nylund, A. (2012). Molecular tools for the detection and identification of *Ichthyobodo* spp. (Kinetoplastida), important fish parasites. *Parasitology International*, 61, 675-683.
- Johnsen, B.O., Møkkelgjerd, P.I. & Jensen, A.J. (1993). Furunkulose i norske vassdrag – statusrapport. *NINA Forskningsrapport 38*: 1-73.
- Kambestad, M.A. (2019). Microparasites in selected populations of wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Norway – Prevalence, density and diversity. *Master Thesis. Department of Biological Sciences, University of Bergen*, 107 s.
- Kambestad, M. (2018). Fiskebiologiske undersøkelser i Norddalselva i 2017. Rådgivende Biologer AS, rapport 2712, 21 s.
- Kambestad, M. & Furset, T.T. (2020). Drivtelling av sjøørret på Sunnmøre høsten 2019. *Rådgivende Biologer AS, rapport 3125*, 34 s.
- Kambestad, M., Hanssen, E.M., Wiers, T., Postler, C. & Normann, E.S. (2021). Bestandsovervåking av laks og sjøørret i elver på Sunnmøre høsten 2020. *NORCE LFI, rapport 417*, 105 s.
- Kanstad-Hanssen, Ø., Gjertsen, V., Bentsen, V., Bjørnbet, S. & Lamberg, A. (2020). Overvåking av elver og uttak av rømt oppdrettslaks i Møre og Romsdal høsten 2019. *Ferskvannsbiologen og Skandinavisk naturovervåking, rapport 2020-02*, 15 s.
- Karl, H., Baumann, F., Ostermeyer, U., Kuhn, T. & Klimpel, S. (2011). *Anisakis simplex* (s.s.) larvae in wild Alaska salmon: no indication of post-mortem migration from viscera into flesh. *Diseases of Aquatic Organisms*, 94, 201-209
- Karlsbakk, E., Nylund, A. & Nilsen, F. (2013). Fiskeparasitter. Innføring i parasitter hos fisk med vekt på nordiske forhold og akvakultur. *Kompedium for kurset BIO270 (Fiskeparasitter). Universitetet i Bergen*, 260 s.
- Kent, A.J., Pert, C.C., Briers, R.A., Diele, K. & Rueckert, S. (2020). Increasing intensities of *Anisakis simplex* third-stage larvae (L3) in Atlantic salmon of coastal waters of Scotland. *Parasites & Vectors*, 13, 62.
- Kusterle, S., Kristoffersen, R. & Rikardsen, A.H. (2012). Population dynamics of *Salmincola salmoneus* on Atlantic salmon in a northern Norwegian river. *Diseases of Aquatic Organisms*, 100, 59-70.
- Kvamme, B. O., Madhun, A. S., Powell, M. D., Sandlund, N., Patel, S. J. & Karlsbakk, E. (2018). Kap. 4 Patogener. *Risikoreport norsk fiskeoppdrett. Fisken og Havet. Særnummer 1-2018*

- Kvamme, B. O., Grove, S., Karlsbakk, E., Madhun, A. S., Morton, C., Peneranda, M. M. D. & Sandlund, N. (2022). 4 - Risiko knyttet til endring i forekomst av sykdom hos villaks som følge av virusmitte fra fiskeoppdrett. *Risikorapport norsk fiskeoppdrett 2022 - Risikovurdering*.
- Larsen, B.M. & Magerøy, J. (2019). Elvemuslinglokaliteter i Norge. En beskrivelse av status som grunnlag for arbeid med kartlegging og tiltak i handlingsplanen for 2019-2028. NINA Rapport 1669.
- Madhun, A. S., Isachsen, C. H., Omdal, L. M., Bårdsgjære Einen, A. C., Bjørn, P. A., Nilsen, R. & Karlsbakk, E. (2016). Occurrence of salmonid alphavirus (SAV) and piscine orthoreovirus (PRV) infections in wild sea trout *Salmo trutta* in Norway. *Diseases of Aquatic Organisms*, 120, 109-113.
- Madhun, A. S., Karlsen, Ø., Nilsen, R. & Kvamme, B. O. (2022). Annual report on health monitoring of wild anadromous salmonids in Norway 2021-Screening of Atlantic salmon (*Salmo salar*) postsmolts for viral infections. *Rapport fra havforskningen 2022-6*.
- Meyers, T., Burton, T., Bentz, C., Ferguson, J., Stewart, D. & Starkey, N. (2019). Diseases of wild and cultured fishes in Alaska. *Alaska Department of Fish and Game, Fish Pathology Laboratories*.
- Miller, K.M., Teffer, A., Tucker, S., Li, S.R., Schulze, A.D., Trudel, M., ... & Hinch, S.G. (2014). Infectious disease, shifting climates, and opportunistic predators: cumulative factors potentially impacting wild salmon declines. *Evolutionary Applications*, 7(7), 812-855.
- Mo, T.A., Holthe, E. & Andersen, O. (2022). Har myndighetene lyktes i kampen mot *Gyrodactylus salaris*? *NINA Rapport 2157*.
- Mo, T.A. & Jorgensen, A. (2017). A survey of the distribution of the PKD-parasite *Tetracapsuloides bryosalmonae* (Cnidaria: Myxozoa: Malacosporea) in salmonids in Norwegian rivers - additional information gleaned from formerly collected fish. *Journal of Fish Diseases*, 40, 621-627.
- Napsøy, E. (2020). Effekt av ulike notbehandlingsmetodar på fiskens gjellehelse. *Master i Fiskehelse. Institutt for biovitenskap, Universitetet i Bergen*. 116 s.
- Nilsen, H. K. (2021). Kap. 5.1 Flavobakteriose i *Fiskehelse rapporten 2020. Veterinærinstituttet 2021*. (red. Sommerset, I., Bang Jensen, B., Bornø, B., Haukaas, A., & Brun, E.).
- Nylund, A., Brattespe, J., Plarre, H., Kambestad, M. & Karlsen, M. (2019). Wild and farmed salmon (*Salmo salar*) as reservoirs for infectious salmon anaemia virus, and the importance of horizontal-and vertical transmission. *Plos One*, 14(4), e0215478.
- Nylund, S. Nylund, A., Watanabe, K., Arnesen, C.E. & Karlsbakk E. (2010). *Paranucleospora theridion* n. gen., n. sp. (Microsporidia, Enterocytozoonidae) with a Life Cycle in the Salmon Louse (*Lepeophtheirus salmonis*, Copepoda) and Atlantic Salmon (*Salmo salar*). *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 57, 95-114.
- Ossiander, F. J. and Wedemeyer, G. (1973). Computer program for sample sizes required to determine disease incidence in fish populations. *Journal Fisheries Research Board of Canada*, 30, 1383-1384.
- Plarre, H., Devold, M., Snow, M. & Nylund, A. (2005). Prevalence of infectious salmon anaemia virus (ISAV) in wild salmonids in western Norway. *Diseases of Aquatic Organisms*, 66, 71-79.
- Repstad, O. (2011). Kartlegging av patogendynamikken hos oppdrettslaks (*Salmo salar* L.) med diagnosen pankreassykdom (PD). *Master i Fiskehelse. Institutt for biovitenskap, Universitetet i Bergen*. 86 s.
- Scholz, T., Kuchta, R., Shinn, A.P., Snabel, V. & Hanzelova, V. (2003). Host specificity and geographical distribution of *Eubothrium* in European salmonid fish. *Journal of Helminthology*, 77, 255-262.
- Sikveland, S.E. & Kambestad, M. (2018). Overvåking våren 2018 etter rømming av regnbueørret i Storfjorden, Norddalsfjorden og Tafjorden. Rådgivende Biologer AS, rapport 2700, 11 s.
- Sommerset, I., Bang Jensen, B., Bornø, B., Haukaas, A. & Brun, E. (2021). Fiskehelse rapporten 2020. *Veterinærinstituttet rapportserie nr. 41a/2021*, 184 s.
- Starliper, C. E. (2011). Bacterial coldwater disease of fishes caused by *Flavobacterium psychrophilum*. *Journal of Advanced Research*, 2, 97-108.
- Sterud, E., Forseth, T., Ugedal, O., Poppe, T.T., Jorgensen, A., Bruheim, T., Fjeldstad, H.P. & Mo, T.A. (2007). Severe mortality in wild Atlantic salmon *Salmo salar* due to proliferative kidney disease (PKD) caused by *Tetracapsuloides bryosalmonae* (myxozoa). *Diseases of Aquatic Organisms*, 77, 191-198.
- Sudhagar, A., Kumar, G. & El-Matbouli, M. (2020). The Malacosporean Myxozoan Parasite *Tetracapsuloides bryosalmonae*: A Threat to Wild Salmonids. *Pathogens*, 9(1), 16.
- Sveen, S., Øverland, H., Karlsbakk, E. & Nylund, A. (2012). *Paranucleospora theridion* (Microsporidia) infection dynamics in farmed Atlantic salmon *Salmo salar* put to sea in spring and autumn. *Diseases of Aquatic Organisms*, 101, 43-49.
- Taeubert, J.-E. & Geist, J. (2017). The relationship between the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) and its hosts. *Biology Bulletin*, 44, 67-73.
- Teixeira, A., Oliveira, J. M., Lopes-Lima, M., Jesus, J., Reis, J., Barros, T., Martinho, A. & Sousa, R. (2022). Management Measures for the Conservation of Freshwater Pearl Mussel (*Margaritifera margaritifera*) and Brown Trout (*Salmo trutta*) in Portugal. *Biology and Life Sciences Forum*, Vol. 13 pp. 134. Multidisciplinary Digital Publishing Institute.
- Treasurer, J.W., Hastie, L.C., Hunter, D., Duncan, F. & Treasurer, C.M. (2006). Effects of (*Margaritifera margaritifera*) glochidial infection on performance of tank-reared Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 256, 74-79.

Tørud, B., Sveinsson, K., Gulla, S., Dahle, M.K., Gjessing, M., Dale, O.B. & Thoen, E. (2020). Laksepox: Smittesporing i fisk og miljøprøver, sanering av anlegg og mulig vertikal overføring. *Rapport 7- 2020, Veterinærinstituttet*.

Wahli, T., Berger, R. & Schmidt-Posthaus, H. (2019). Putting together the puzzle: long term monitoring data give insight in the development of proliferative kidney disease. *19th International Conference on Diseases of Fish and Shellfish (EAFP)*. 288-P.