

Åkerblå AS

Fiskehelsefaglig vurdering av strømforhold

Lokalitet Renga S

Utarbeidet av: Per Anton Sæther

30.07.2024

Oppdrag

Åkerblå AS har gjennomført en fiskehelsefaglig vurdering av strømforholdene på lokaliteten Renga S på østsiden av Røddøyfjorden på sørvestsiden av øya Renga i Røddøy kommune i Nordland fylke. Vurderingene er basert på strømmålinger gjennomført av oseanografer i Åkerblå AS i perioden november 2023-februar 2024. Den helsefaglige vurderingen ble gjennomført for å kartlegge om lokalitetens strømforhold var egnet for produksjon av laks på en slik måte at fiskens helse og velferd kunne ivaretas gjennom en hel produksjonssyklus. Det er også forsøkt beskrevet tiltak som kan bidra til å fremme helse og god velferd i perioder av produksjonssyklusen hvor dette kan være hensiktsmessig.

Konklusjon

Strømforholdene på lokaliteten er gjennomgått og viser at lokaliteten Renga S er en strømsterk lokalitet med en relativt høy gjennomsnittshastighet på strømmen i det øvre vannlaget hvor fisken oppholder seg. Over 60 % av målingene ligger imidlertid innenfor 5-20 cm/s i hastighet og dette skulle gi fisken gode muligheter for hvile etter mer strømsterke perioder.

Strømhastigheten avtar med dybde og er sterkest i overflatelaget. Gjennomsnittlig strømhastighet på 7 og 15m ble vurdert som svært sterk. Dette medfører at det er store mengder vann som strømmer gjennom lokaliteten. Det er få tilfeller av lav strøm og lite vannutskiftning på lokaliteten og i de tilfeller hvor dette forekommer er periodene av kort varighet.

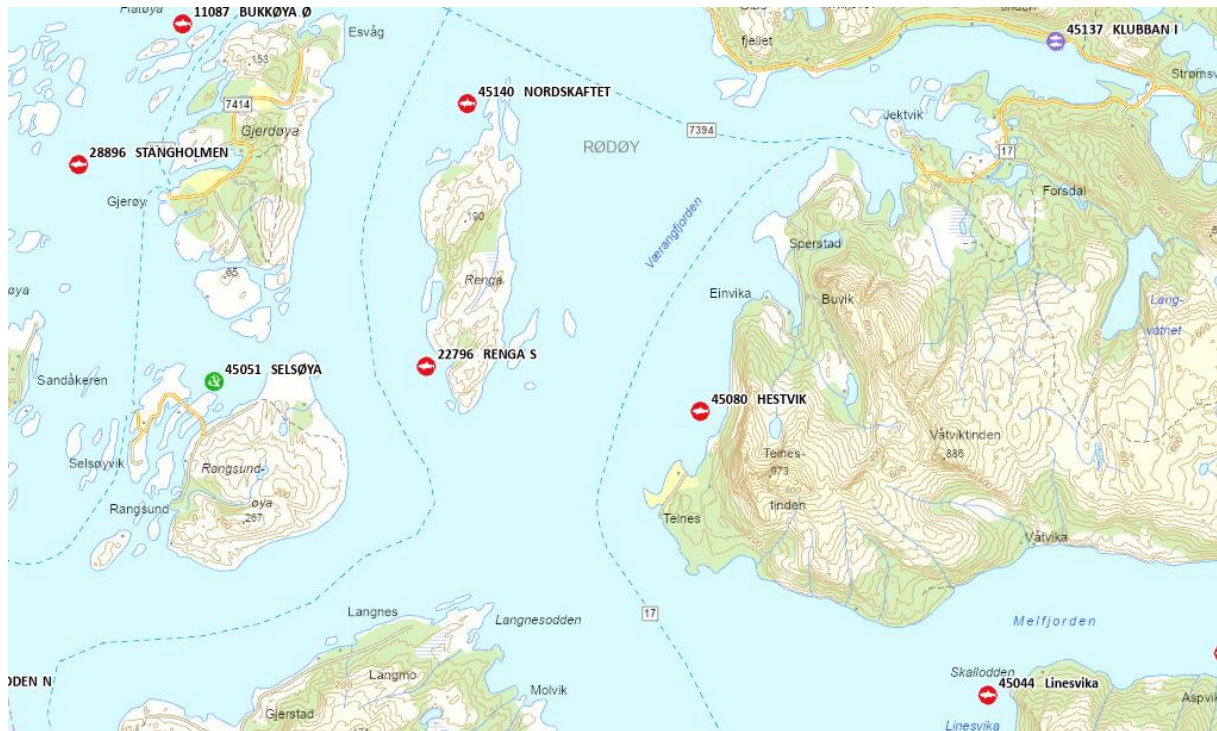
Maksimal strømhastighet og varigheten av denne er ofte en viktig parameter når man skal vurdere en lokalitets egnethet for produksjon av laks og var 59.4cm/s mot SØ på 7m og 59.7 mot SØ på 15m, 37.1cm/s mot NV på 35m og 23.9cm/s mot S på 48m. Maksimal strøm er langs hovedstrømretning på alle andre dyp enn 48m. Maksimal strømhastighet er vurdert som *svært sterk* på 7m og 15m, *sterk* på 35m og *middels sterk* på 48m. Høy strøm oppstår ofte og uregelmessig på måleposisjonen.

Undersøkelsene viser at det er flere hendelser med høy strøm (>30cm/s) på både 7m og 15m, hvor varighet av høy strøm kan være opptil 2 timer. Det er målt en maksvarighet på over 4 timer ved en strømhastighet på lik eller over 30 cm/s på lokaliteten, men dette er uansett i området for optimal strømhastighet (1,5 fiskelengder/s) for en 100 grams smolt i forhold til trivsel og tilvekst. Det er få hendelser av varige perioder med lav strøm og lite vannutskiftning, slik at det skulle ikke forekomme perioder med begrensende oksygenivåer på lokaliteten.

Høy strøm oppstår oftere på denne lokaliteten enn en gjennomsnittlig lokalitet i Norge, men er tatt i betraktning en utsettsstørrelse for laksen mellom 100-500 gram, aldri i nærheten av det som blir karakterisert for å være en ikke opprettholdbar svømmehastighet for laks. Strømdataene underbygger at utsettsgrupper i størrelsesområdet 100-500 gram skal kunne tolerere strømforholdene på lokaliteten godt, men det kan nok være utfordrende for den aller minste smoltstørrelsen og da særlig hvis dette skulle sammenfalle med perioder med lave vanntemperaturer og springflo. Det er imidlertid svært god margin fra strømforholdene på lokaliteten opp mot det som er grensen for hva laks tolererer som maksimal strøm for å kunne opprettholde svømmeaktiviteten over tid. Siden det også forekommer målinger med relativt lang varighet på over 50 cm/s på lokaliteten vil det gi en større sikkerhetsmargin for fiskens svømmekapasitet og trivsel at den er større enn 100 gram ved utsett og at ikke sjøtemperaturene er på sitt laveste og faller sammen med springflo når fisken settes ut. Så lenge disse forholdene hensyntas, skulle strømforholdene på lokaliteten Renga S være godt egnet for oppdrett av laks.

Strømførhold ved Renga S

Åkerblå AS har på oppdrag fra Nova Sea utført strømmålinger i perioden november 2023 – februar 2024 ved eksisterende oppdrettslokalitet Renga S.



Figur 1: Kart over det aktuelle området med lokaliteten Renga S i Røddøy kommune i Nordland fylke på østsiden av Røddøyfjorden, på sørvestsiden av øya Renga. Plasseringen er åpen mot Værangfjorden, Melfjorden og Sørffjorden i sør. Lokaliteten Renga ligger langs kystlinjen, men er delvis skjermet for åpent hav av omkringliggende øygrupper. Kilde: Fiskeridirektoratets kartverk YGGDRASIL.

Lokalitet Renga S befinner seg på sørvestlig side av øya Renga, i et sund som befinner seg mellom øyene Renga i øst, og Rangsdøya og Gjerdøya i vest. Sundet er hovedsakelig nord-sør orientert, men ved undersøkelsesområdet er batymetrien nordvest- og sørøstlig orientert. Vannstrømmen ved Renga S følger batymetrien i undersøkelsesområdet og roterer hovedsakelig i takt med tidevannet. Enkelte perioder med ensrettet strøm på 7 og 15 meters dyp antas i tillegg å være vindpåvirket. Bunnen under anlegget skråner mot vest-sørvest og har en maksimal dybde på rundt 409m i området for strømmålingsposisjonene.

Som vist i tabell 1 var maksimal strømhastighet var 59.4cm/s mot SØ på 7m og 59.7 mot SØ på 15m, 37.1cm/s mot NV på 35m og 23.9cm/s mot S på 48m. Maksimal strøm er langs hovedstrømretning på alle andre dyp enn 48m. Maksimal strømhastighet er vurdert som *svært sterk* på 7m og 15m, *sterk* på 35m og *middels sterk* på 48m. Maksimalmålingen er bare én måling og gir ikke en indikasjon av om strømmen er sterk eller svak i området.

Det var tilfeller der strøm var > 30cm/s på 7m, 15m og 35m. Høy strøm oppstår ofte, men uregelmessig på måleposisjonen.

Tabell 2-3 viser antall hendelser av strømhastigheter i gitte tidsintervaller med gitt varighet på henholdsvis 7m og 15m. Tabellene viser at det er flere hendelser med høy strøm (>30cm/s) på både 7m og 15m, hvor varighet av høy strøm kan være opptil 2 timer. Det ble målt maksstrøm over 50 cm/s som varte i over 20 minutter på 7m og 30 minutter på 15m. Totalt gjennom måleperioden ble det målt

16 episoder med maksstrøm over 50 cm/s på 7 og 15m dyp. Det er få hendelser av varige perioder med lav strøm og lite vannutskiftning.

Resultater per måledyp for hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 1. Verdiene er klassifisert (fargelagt) i Tabell 6. «Tilstandsklasser for vurdering av strømdata».

De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i Tabell 7 «Parametere brukt i rapporten og beskrivelse av disse».

Tabell 1: Sammendrag av strømdata fra 7m, 15m, 35m og 48m.

| Strømhastighet | 7m | 15m | 35m | 48m |
|---|-----------|------------|------------|------------|
| Maksimum (cm/s) | 59.4 | 59.7 | 37.1 | 23.9 |
| Gjennomsnitt (cm/s) | 18.4 | 14.9 | 6.4 | 5.5 |
| Minimum (cm/s) | 0.2 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Signifikant maks (cm/s) | 32.0 | 27.1 | 10.8 | 9.2 |
| Signifikant min (cm/s) | 6.6 | 5.1 | 2.7 | 2.4 |
| Varians (cm/s) ² | 130.6 | 109.6 | 15.9 | 10.7 |
| Standardavvik (cm/s) | 11.4 | 10.5 | 4.0 | 3.3 |
| % < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s) | 0.5 | 0.7 | 2.5 | 3.0 |
| Lengste periode < 1cm/s (min) | 20 | 20 | 30 | 20 |
| % < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s) | 3.9 | 5.4 | 18.1 | 23.0 |
| Lengste periode < 3cm/s (min) | 60 | 40 | 60 | 90 |
| % < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s) | 25.9 | 36.7 | 83.4 | 90.5 |
| Lengste periode < 10cm/s (min) | 430 | 500 | 1780 | 4160 |
| % ≥ 30cm/s | 17.8 | 10.0 | 0.08 | 0.0 |
| Lengste periode ≥ 30cm/s (min) | 260 | 130 | 10 | 0 |
| % ≥ 50cm/s | 0.5 | 0.7 | 0.0 | 0.0 |
| Lengste periode ≥ 50cm/s (min) | 20 | 30 | 0 | 0 |
| Effektiv transport | | | | |
| Hastighet (cm/s) | 7.7 | 5.5 | 2.4 | 0.9 |
| Retning (grader) | 189 | 185 | 295 | 315 |
| Neumann-parameter | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.2 |
| Gjennomsnittlig vannforflytning (m ³ /m ² /d) | 15915 | 12845 | 5544 | 4788 |

| Strømhastighet (cm/s) | 10 < x ≤ 30min | 30 < x ≤ 60min | 1 < x ≤ 2t | 2 < x ≤ 3t | 3 < x ≤ 4t | 4 < x ≤ 5t | 5 < x ≤ 6t | >6t |
|-----------------------|----------------|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----|
| 0 < x ≤ 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 < x ≤ 5 | 176 | 25 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 < x ≤ 10 | 355 | 39 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 < x ≤ 20 | 644 | 143 | 19 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 < x ≤ 30 | 468 | 64 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30 < x ≤ 40 | 285 | 35 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 40 < x ≤ 50 | 78 | 6 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 50 < x ≤ 60 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tabell 2: Antall hendelser av strømhastigheter i gitte intervaller med gitt varighet på 7m dyp. Mørkere farge i tabellen representerer høyere antall hendelser.

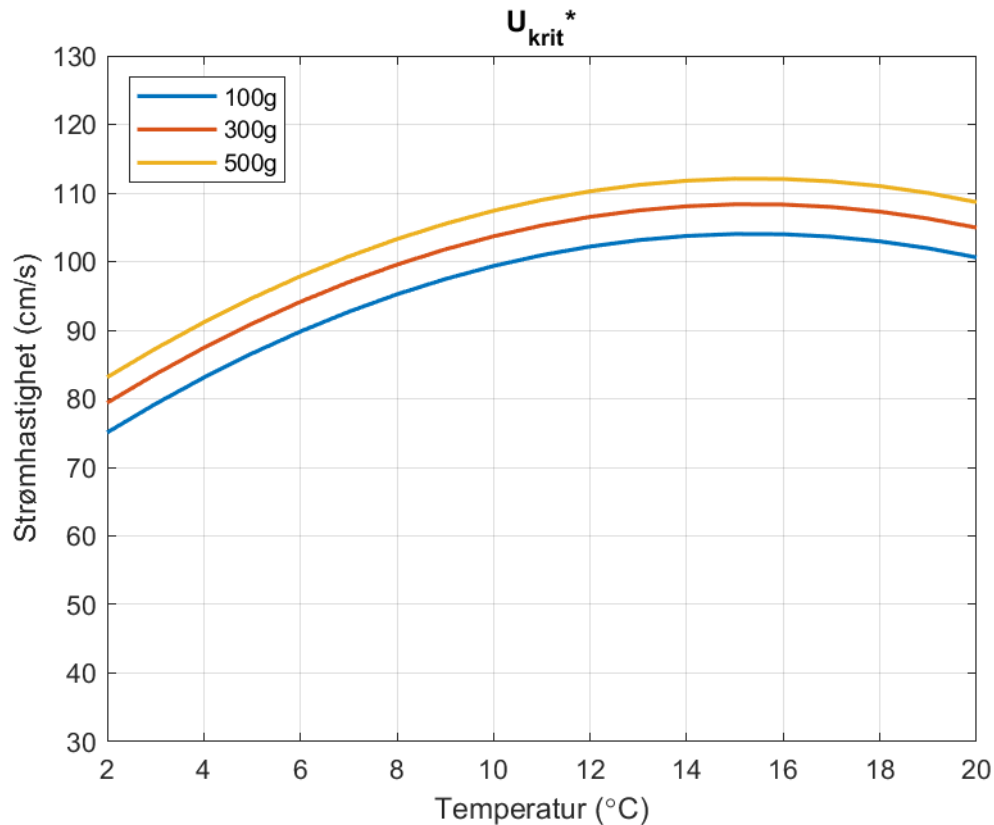
| Strømhastighet (cm/s) | 10 < x ≤ 30min | 30 < x ≤ 60min | 1 < x ≤ 2t | 2 < x ≤ 3t | 3 < x ≤ 4t | 4 < x ≤ 5t | 5 < x ≤ 6t | >6t |
|-----------------------|----------------|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----|
| 0 < x ≤ 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 < x ≤ 5 | 256 | 40 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 < x ≤ 10 | 545 | 86 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 < x ≤ 20 | 688 | 149 | 16 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 < x ≤ 30 | 331 | 35 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30 < x ≤ 40 | 117 | 15 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 40 < x ≤ 50 | 29 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 50 < x ≤ 60 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tabell 3: Antall hendelser av strømhastigheter i gitte intervaller med gitt varighet på 15m dyp. Mørkere farge i tabellen representerer høyere antall hendelser.

Høye strømhastigheter

Vurderingsmetode

Åkerblå AS har sammenlignet målte strømforhold på lokaliteten med kjente forskningsbaserte beregningsmetoder for kritisk svømmehastighet. Hvas et al., 2021 har utformet en beregningsmodell for strømtoleranse hos laks basert på den kjente definisjonen for den kritiske svømmehastigheten, U_{krit} . Beregningsmodellen gir grunnlag for å vurdere målte strømforhold på lokaliteten mot toleranse hos ulike fiskestørrelser.



Figur 2: Kritiske svømmehastigheter for laks med ulike utsettstørrelser: 100g, 300g og 500g mot temperatur. Korrigert med 15% for å ta hensyn til svakere fisk i gruppen.

Modellen gir feil data på fisk over 2000 gram, noe som må tas høyde for i framstilling av strømdata mot strømtoleranse hos laks ved ulik vektstørrelse. I framstillingen i figur 3,4 og 5 er fiskestørrelsen som ligger til grunn aldri over 2000 gram. Åkerblå har satt U_{kri} 0,15% lavere enn modellen beregner for å ta høyde for svakere fisk i gruppen, suboptimale forhold eller sykdom. Strømdata er justert ned 20% for å ta høyde for den bremsende effekten utstyr og not har på den faktiske strømmen inni not (Retningslinjer Mattilsynet, 2022).

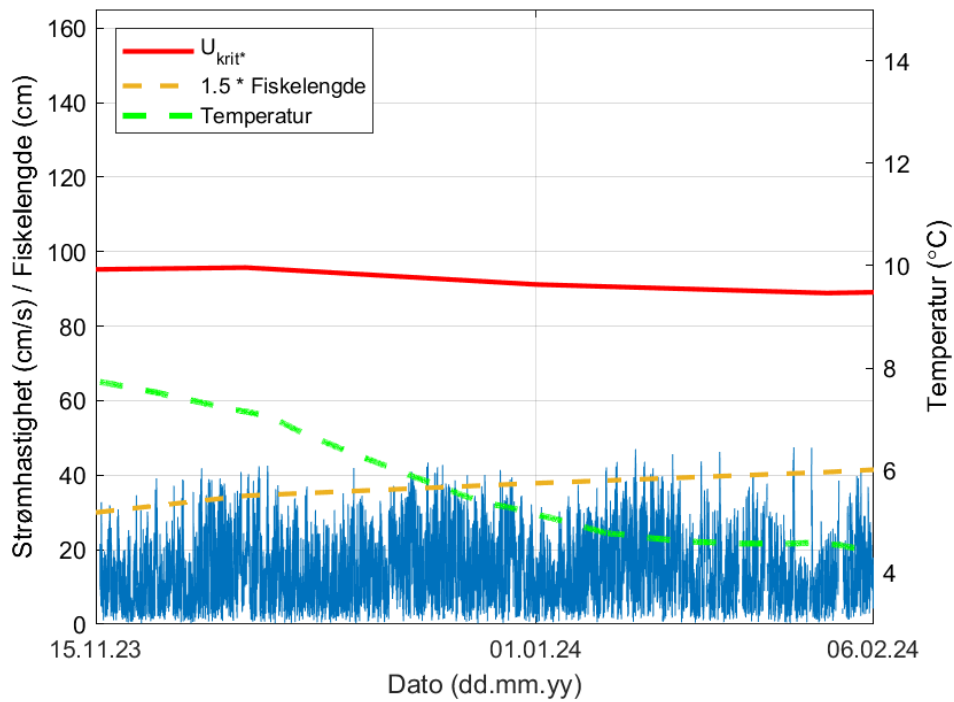
Tabell 4. Oppsummering av grenseverdier.

| Grenseverdi | Opprettholdbar varighet | Beregning |
|---|-------------------------|---------------------------------------|
| Kritisk svømmehastighet U_{krit} | Minutter | Ved standardiserte U_{krit} -tester |
| Opprettholdbar svømmehastighet, U_{opp} | Timer | 80% av U_{krit} |
| Foretrukket svømmehastighet, U_{for}^1 | Dager/uker | 1,5 fiskelengde |

¹ Det er lagt inn en mer konservativ vurdering av optimal svømmekapasitet enn det som fremgår av Hvas modell fra 2011, 1,5 fiskelengde basert på Solstorm et al. 2015.

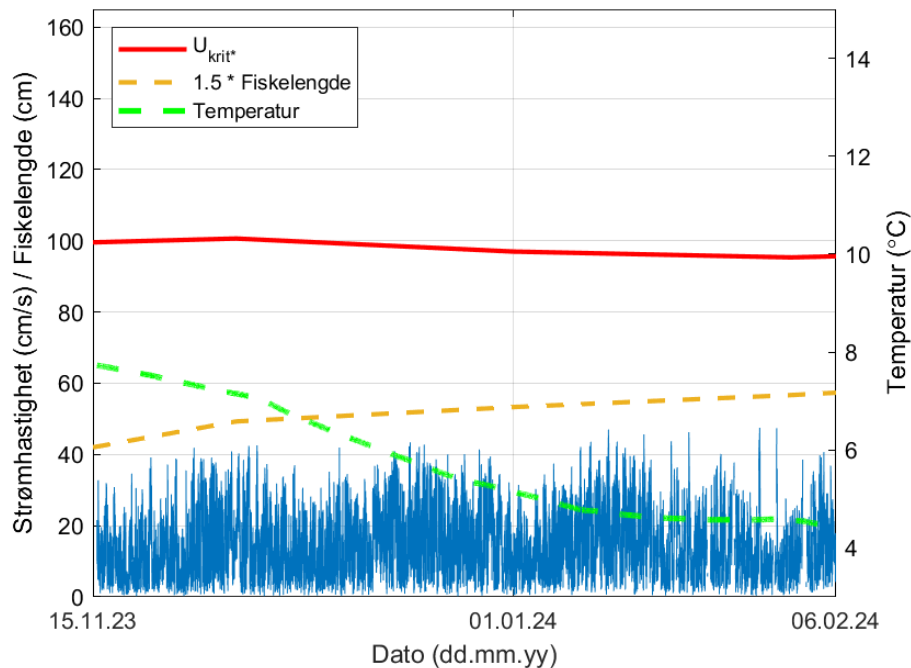
² Vekt er utregnet etter Skrettings tilveksttabell som er basert på et omfattende materiale av vektdata.

Utsett av fisk på 100 gram i november



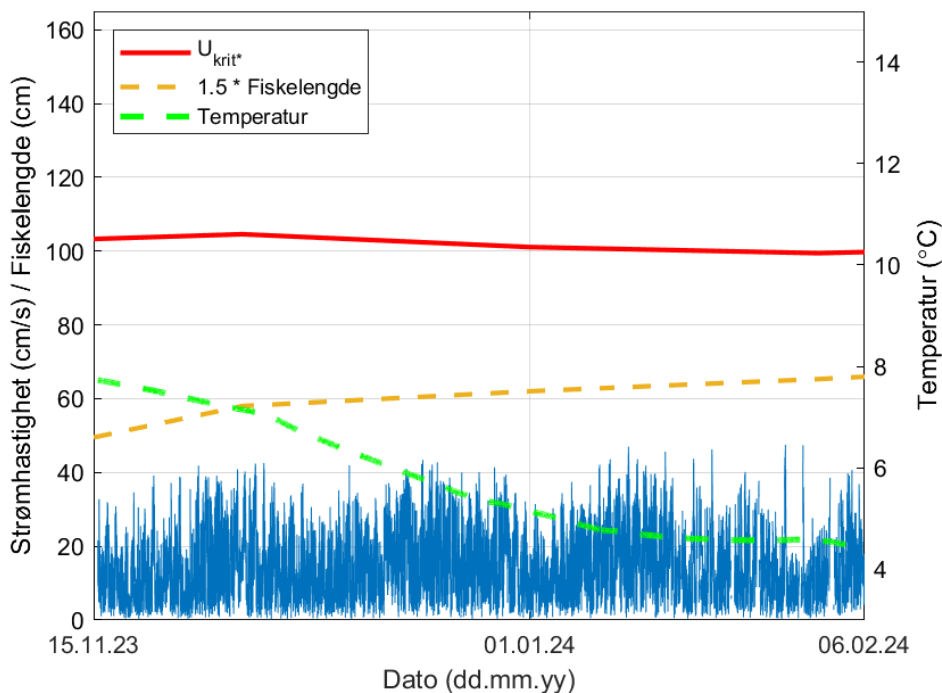
Figur 3: Strømmålinger på 7m dyp på lokaliteten (blå), temperatur på 50m (grønn), foretrukken strømhastighet på 1,5 FL (oransje) og kritisk strømhastighet (rød) for fisk med aktuell utsettsstørrelse² og forventet tilvekst ved de temperaturforhold en har ved denne lokaliteten, figuren er basert på Hvas et al., 2021 og andre kilder som refererer til 1,5 fiskelengde pr/s. (Solstorm et al. 2015). Vi gjør oppmerksom på at strømdataene er justert ned 20% for å ta høyde for den bremsende effekten utstyr, fisk og not har på den faktiske strømmen inni not (Retningslinjer Mattilsynet, 2022).

Utsett av fisk på 300 gram i november



Figur 4: Strømmålinger på 7m dyp på lokaliteten (blå), temperatur på 50m (grønn), foretrukken strømhastighet på 1,5 FL (oransje) og kritisk strømhastighet (rød) for fisk med aktuell utsettsstørrelse og forventet tilvekst ved de temperaturforhold en har ved denne lokaliteten, figuren er basert på Hvas et al., 2021 og andre kilder som refererer til 1,5 fiskelengde pr/s. (Solstorm et al. 2015). Vi gjør oppmerksom på at strømdataene er justert ned 20% for å ta høyde for den bremsende effekten utstyr, fisk og not har på den faktiske strømmen inni not (Retningslinjer Mattilsynet, 2022).

Utsett av fisk på 500 gram i november



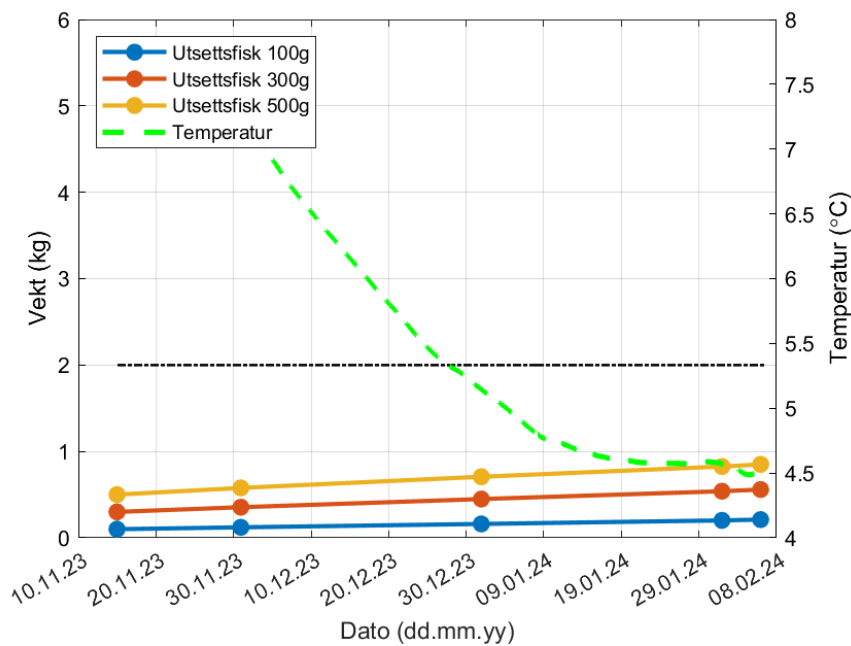
Figur 5: Strømmålinger på 7m dyp på lokaliteten (blå), temperatur på 50m (grønn), foretrukken strømhastighet på 1,5 FL (oransje) og kritisk strømhastighet (rød) for fisk med aktuell utsettsstørrelse og forventet tilvekst ved de temperaturforhold en har ved denne lokaliteten, figuren er basert på Hvas et al., 2021 og andre kilder som refererer til 1,5 fiskelengde pr/s. (Solstorm et al. 2015). Vi gjør oppmerksom på at strømdataene er justert ned 20% for å ta høyde for den bremsende effekten utstyr, fisk og not har på den faktiske strømmen inni not (Retningslinjer Mattilsynet, 2022).

Vannets bevegelse har ofte stor betydning for fiskens trivsel og helse både i kar på land og i merder i sjø. I landbaserte systemer har man større muligheter for å styre vannbevegelsen, mens strømmen i en merd alltid er sterkt knyttet til de rådende strømforhold på den aktuelle lokalitet. Strømforholdene kan ha stor betydning for laksens velferd, særlig i merder, hvor vannstrømmen er viktig for vannutskiftningen og hvor den varierer mye over tid. Ved for lave vannhastigheter kan det føre til oksygenmangel for fisken, særlig når dette sammenfaller med høy fisketetthet og høye omgivelsestemperaturer. For sterk vannstrøm og særlig i kombinasjon med lave temperaturer, liten fiskestørrelse og lang varighet, kan føre til deformering av not, reduksjon av tilgjengelig svømmeareal og utmattelse av fisken. Dette fører ofte til notkontakt som igjen kan påføre fisken skader i hud og føre til senere sårutvikling. Vannstrøm bør måles på riktig sted til riktig tid. Den varierer ikke bare gjennom dagen med tidevannssyklusen, men er også påvirket av månefase og vindstyrke. Å få dekkende målinger på kritiske vannstrømhastigheter på oppdrettslokaliteter kan derfor være krevende.

Temperatur og svømmeferdigheter

For laksefisk har svømming som en form for trening vist seg å ha positive effekter på fisken. Positive effekter er økt vekst, proteinavsetning, sterkere hjerte, høyere blodstrøm og ulike forskjellige fysiologiske forbedringer. Overgangen til mer eksponerte og strømssterke lokaliteter i norsk lakseoppdrett har vært knyttet til en viss skepsis i forhold til om laksen vil kunne tåle de presumptivt sterkere strømforholdene og hvilke negative effekter dette vil få for fiskens helse og velferd. Erfaringene har vært at så lenge man unngår de store strømtoppene og de periodene med sterk strøm ikke er for langvarige, så ser laksen ut til både å trives bedre og vokse bedre på slike lokalitetstyper. For høye strømhastigheter derimot, selv om de er godt under U_{crit} , kan ha negative effekter på trivsel og ytelse, og det samme gjelder for lave strømhastigheter (Solstorm mfl. 2015, 2016a).

Vannstrømmen påvirker svømmekapasiteten til fisk og utfordrer fiskens evne til å holde en ønsket posisjon i forhold til omgivelsene, i dette tilfellet notvegg og notbunn. Strømhastighet i vann er ofte uttrykt i relasjon til fiskelengden (kroppslengde/sek) i stedet for absolutte verdier (cm/s). Mens den absolutte svømmehastigheten (cm/s) øker med størrelsen, avtar den relative svømmekapasiteten (kroppslengde/s) generelt med fiskens kroppslengde. Svømmehastigheten vil øke med stigende temperatur opp til en viss termisk optimal for så å avta (Brett 1964, 1965, Peake 2008).



Figur 6: Vektkurve av forventet vektutvikling (i kg) ved temperaturer på 50m målt på lokaliteten ved tre ulike utsettsstørrelser: 100g, 300g og 500g ved utsett i november måned.

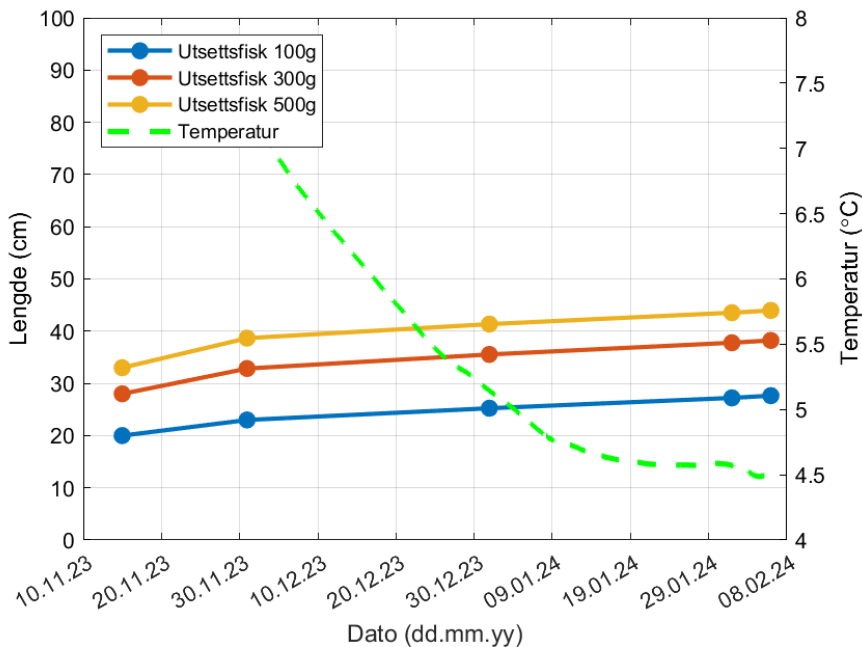
Den optimale temperaturen for laksens svømmekapasitet er mellom 13 og 18°C. Om vinteren og våren vil svømmekapasitet være spesielt lav. Temperatur er derfor lagt inn i beregningen av svømmekapasitet. Fisk vil ha lavest svømmekapasitet og toleranse for vannstrøm om vinteren og tidlig vår når temperaturene i sjø er lavest. Ved utsett av fisk på lokaliteten Renga S i november vil temperaturen fortsatt være rimelig god, men faller hurtig ned mot lave nivåer i januar, februar og mars før de sakte stiger. De temperaturene som er målt i forbindelse med strømmålingene på lokaliteten er gjennomført på 50m dyp siden denne sensoren er koblet til selve strømmåleren. Vi antar at sjøtemperaturene er lavere på vinteren og høyere på sommeren enn det som kommer frem av målingene gjort på 50m dyp. Dette vil ha en innvirkning på fiskens svømmekapasitet. Fisken vil imidlertid plassere seg i det området av den tilgjengelige vannsøylen hvor sjøtemperaturen er høyest så lenge fisken er over 500 gram. Dette innebærer at fisken på vinterstid vil trekke ned i merdvolumet og på sommeren vil trekke mer opp mot vannoverflaten.

Ved utsett av høstsmolt er det viktig med en god start og et varsomt utsett i forhold til både mekaniske skader knyttet til selve håndteringen og at utsettet ikke er forbundet med tøffe værforhold og strømhastigheter. Det er å anbefale å ikke sette ut forholdsvis liten smolt på strømssterke lokaliteter under regelmessige naturgitte forhold som forsterker strømforholdene, som under springflo. Springflo er når tidevannet har den høyeste flo. Fenomenet inntreffer når tidevannskraftene fra månen og solen virker mest mulig sammen, som er når månen, jorden og solen er omtrent på linje. Springflo inntreffer altså ved hver nymåne og fullmåne, omtrent hver fjortende dag.

Laksesmolt svømmer mer fritt i vannet enn parr, og prøver i mindre grad å opprettholde en posisjon i forhold til bunnen (Peake mfl., 1997). Effekten av kroppslengde og temperatur på absolutt kritisk svømmehastighet varierer mellom ulike studier (Peake mfl., 1997; Booth mfl. 1997). For oppdrettssmolt som historisk sett har variert forholdsvis lite i størrelse, har effekten av kroppslengden vært ansett som mindre interessant. I de siste ti årene særlig har imidlertid utsettsstørrelsen endret seg gradvis mot større smolt og postsmolt. Dette er en fordel i forhold til utfordringene knyttet til

sterk strøm sammenlignet med tidligere. En lineær økning i den absolutte kritiske svømmehastigheten fra 64 til 109 cm/s har blitt påvist på smolt (lengde 16,5 cm) i temperaturområdet 5–19 °C (Booth mfl. 1997). Absolutte vedvarende svømmehastigheter for smolt har blitt funnet å være ca. 50 cm/s, og var ikke tydelig påvirket av temperatur (Tang og Wardle 1992; Booth mfl. 1997).

Absolutt kritisk svømmehastighet for postsmolt er funnet å være henholdsvis 81 cm/s (4,1 kroppslengder/s) for fisk på 20 cm, 91 cm/s (3,2 kroppslengder/s) for fisk av 29 cm, omkring 100 cm/s for både fisk både på 38 cm (2,6 kroppslengder/s, Wagner mfl. 2003) og for fisk på 51 cm ca. 1,9 kroppslengder/s (Remen mfl. 2016b). Den maksimale vedvarende svømmehastighet for post-smolt med en kroppslengde på 30–50 cm er ca. 90 cm/s (2 kroppslengder/s) ved 11 °C. Imidlertid bør det merkes at liten (22 cm) postsmolt, som er tvunget til å svømme mot en strøm med en hastighet lavere enn dette nivået (1,5 kroppslengder/s) i 6 uker, er blitt funnet å ha begrenset vekst sammenlignet med fisk holdt ved 0,8 eller 0,2 kroppslengder/s (Solstorm mfl. 2015, 2016).



Figur 7: Lengdekurve av forventet lengdeutvikling ved temperaturer på 50m målt på lokaliteten ved tre ulike utsettsstørrelser: 100g, 300g og 500g.

Oppsummert kan man si at relativ kritisk svømmehastighet for postsmolt er 2-4 kroppslengder per sekund og relativ vedvarende svømmehastighet rundt 2 kroppslengder per sekund. Velferden til postsmolt kan bli negativt påvirket ved langvarige perioder med strømhastigheter på 1,5 kroppslengder per sekund. Over 60 % av målingene gjort på både 7 og 15m dyp på lokaliteten Renga S er under 20 cm/s og skulle derfor kunne gi fisken gode nok perioder med hvile.

Sykdom

Sykdom hos laks kan medføre redusert svømmekapasitet og lavere toleranse for sterk strøm. Eksempler på sykdom som resulterer i nedsatt svømmeferdighet er gjellesykdom som svekker respirasjon, muskelsykdom og sykdom som påvirker sirkulasjonen. I et tidvis sterkt strømutsett miljø vil det være knyttet risiko til utbrudd av sykdom eller påvirkning av gjeller av parasitter, alger eller lignende. Nedsatt gjellehelse er vanlig forekommende på Vestlandet og i Midt-Norge, AGD er en

særlig viktig bakenforliggende årsak. Parasitten som forårsaker AGD ble påvist en gang i PO8 i 2023 (Fiskehelse rapporten 2023) og er fremdeles sjeldent forekommende i dette området. Alvorlig gjellesykdom er imidlertid en diagnose i vekst for regionen og denne sammensatte diagnosen ble for området PO6-PO9 etter mekanisk skade i forbindelse med avlusning den viktigste dødsårsaken for 2023. Det skal imidlertid sies at gjelleutfordringene er av klart større betydning i den sørlige delen av dette området og klart størst i PO6. En rutinemessig overvåking av gjellehelsen til fisken vil uansett være av stor betydning og bør gjennomføres regelmessig sammen med andre velferdsundersøkelser. Gode lokaliteter med god vanngjennomstrømming kan imidlertid ha en isolert positiv effekt på gjellehelsen.

Hjertesykdommer som HSMB eller CMS er relativt vanlige infeksjoner i norsk oppdrettsnæring, og kan i tilfeller der det er alvorlig klinisk påvirkning av fiskegruppen være av stor betydning for en gruppe fisk i et strømuttsatt miljø. Laks ved strømsterke forhold har imidlertid vist seg å ha et bedre trent hjerte med større andel muskelmasse (Solstorm et al. 2015), og man kan anta en viss robusthet hos godt trent laks og at dette kan være gunstig med tanke på hjertefysiologi og sirkulasjon. Dette er imidlertid lite dokumentert. HSMB og CMS som påvirker hjertefunksjon kan også forekomme i dette området og redusere fiskens svømmekapasitet. Sykdommen PD er et eksempel på en sykdom som påvirker muskulatur og gir apatisk atferd og sterkt redusert evne til å håndtere strøm. Renga S ligger utenfor PD-sonen men som erfaringene fra 2024 har vist noe lengre sør i Nordland, er det absolutt muligheter for utbrudd av sykdommen i dette aktuelle området også. Med de forskriftskrav og biosikkerhetstiltak som foreligger vurderes risikoen for PD-utbrudd imidlertid som lav.

Rensefisk

Nova Sea AS besluttet i 2022 at selskapet ikke skulle benytte rensefisk som tiltak mot lakselus på sine lokaliteter.

Usikkerhet og feilkilder

Ved beregning av lengdevekst har en tatt utgangspunkt i lengde-vekt tabell for norsk Atlantisk villaks type kort som vurderes å være mest representativt for dagens oppdrettslaks. Domestisert laks vil avvike noe fra tabellen særlig sent i vekstfasen, dette vurderes å være av liten betydning.

Vanntemperaturer er målt på 50m dyp der hvor den profilerende strømmåleren har vært plassert. Vanntemperaturene på 50m dyp behøver ikke å speile de sjøtemperaturene som fisken opplever i det dybdeområdet som det tilgjengelige merdarealet representerer.

Ved utplassering av strømmålere kan målefeil forekomme, slik at målinger ikke gir presise verdier. Det er ikke avdekket spesielle feil og hendelser under denne strømmålingen, og strømdata er kvalitetssikret av Åkerblå AS.

Diskusjon – vurderinger rundt lokalitetens egnethet

Vannutskifting

Gjennomsnittlig strømhastighet på 7 m og 15 m er hhv. 18,4 cm/s og 14,9 cm/s og vurderes som svært sterk. Gjennomsnittlig strømhastighet på 35m er 6,4cm/s og vurderes som sterk. Dette medfører da stor vannforflytning (m³/m²/d) på disse dypene. Vannforflytningen er imidlertid middels

stabil på alle dyp ifølge Neumanns parameter på 0,4, som gir en svak effektiv transporthastighet (4,0 m/s).

Andel strømstille (strømhastighet < 1,0 cm/s) på 7 m og 15 m er hhv. 0,5 % og 0,7 % og vurderes i begge tilfeller som lav andel null-målinger. Lengste varighet av strømstille på 7 m og 15 m er 20 min. De aller fleste tilfeller av strømstille har svært kort varighet (< 30 min).

Lokaliteten ligger relativt åpent til og man kan i utgangspunktet forvente normalt god oksygenmetning i vannet som strømmer gjennom lokaliteten. Alt i alt vurderes vannutskiftningen på lokaliteten som vært god og lokaliteten vurderes med tanke på vannutskiftning som godt egnet for oppdrett.

Høye strømhastigheter

Vi har i figur 3,4 og 5 tatt utgangspunkt i et utsettstidspunkt i november og vektutvikling under temperaturforhold som en har ved denne lokaliteten. En har valgt å benytte 1,5 fiskelengder som illustrasjon på hva som vil være prestasjonsfremmende strømforhold, noe som er en litt mer forsiktig tilnærming enn det som blir gitt av Hvas et al for best mulig strømtoleranse. En har benyttet Hvas et. als beregningsmodell for kritisk strømtoleranse for ulike fiskestørrelser under ulike temperaturforhold. Strømdataene er justert ned 20% for å ta høyde for den bremsende effekten utstyr, fisk og not har på den faktiske strømmen inni not (Retningslinjer Mattilsynet, 2022).

Som figur 3,4 og 5 viser vil fiskegruppen kunne tolerere strømforholdene på lokaliteten godt. Det er svært god margin fra de målte strømforholdene på lokaliteten opp mot det som er grensen for hva laks tolererer som maksimal strøm for å kunne opprettholde optimal svømmeaktivitet over tid. Strømhastigheten er nesten alltid under det som er angitt for å være optimal strømhastighet (1,5 fiskelengder/s) for laksefisk, men er betydelig nærmere dette optimumet for laks gjennom årssyklusen enn det store flertallet av lokaliteter i Norge, som oftest har strømhastigheter langt under dette nivået. Slik Åkerblå vurderer det er det svært lav risiko for at strømforholdene på lokaliteten vil medføre utmattelse som følge av vedvarende høy strøm. Vi ser heller ikke at enkelttoppene med maksimal strømfyrke skal være avgjørende for fiskens trivsel og helseutvikling på lokaliteten da de ligger langt unna de kritiske strømhastighetene selv når man tar høyde for at fisk på lokaliteten skulle være svekket på grunn ulike typer helseutfordringer som kan påvirke fiskens evne til å svømme.

Tabell 6. Tilstandsklasser for vurdering av strømdata.

| | Dyp (m) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---------|-------------|-------------|---------------|-------------|------------|
| Maksimal strømhastighet (cm/s) | | | | | | |
| | | svært sterk | sterk | middels sterk | svak | svært svak |
| Overflate | 5 | ≥ 55 | ≥ 40 - < 55 | ≥ 26 - < 40 | ≥ 15 - < 26 | < 15 |
| Utskifting | 15 | ≥ 45 | ≥ 30 - < 45 | ≥ 20 - < 30 | ≥ 10 - < 20 | < 10 |
| Spredning | | ≥ 35 | ≥ 25 - < 35 | ≥ 15 - < 25 | ≥ 10 - < 15 | < 10 |
| Bunn | | ≥ 35 | ≥ 25 - < 35 | ≥ 15 - < 25 | ≥ 10 - < 15 | < 10 |
| Gjennomsnittlig strømhastighet (cm/s) | | | | | | |
| | | svært sterk | sterk | middels sterk | svak | svært svak |
| Overflate | 5 | ≥ 10 | ≥ 7 - < 10 | ≥ 6 - < 7 | ≥ 3 - < 6 | < 3 |
| Utskifting | 15 | ≥ 9 | ≥ 6 - < 9 | ≥ 5 - < 6 | ≥ 2 - < 5 | < 2 |
| Spredning | | ≥ 8.5 | ≥ 5 - < 8.5 | ≥ 4 - < 5 | ≥ 2 - < 4 | < 2 |
| Bunn | | ≥ 7.5 | ≥ 5 - < 7.5 | ≥ 4 - < 5 | ≥ 2 - < 4 | < 2 |
| Signifikant maksimal strømhastighet (cm/s) | | | | | | |
| | | svært sterk | sterk | middels sterk | svak | svært svak |

| | | | | | | |
|--|----|---------------------|---------------|-----------------------|--------------------|--------------------------|
| Overflate | 5 | ≥ 25 | ≥ 17 - < 25 | ≥ 11 - < 17 | ≥ 5 - < 11 | < 5 |
| Utskifting | 15 | ≥ 23 | ≥ 15 - < 23 | ≥ 8 - < 15 | ≥ 4 - < 8 | < 4 |
| Spredning | | ≥ 20 | ≥ 14 - < 20 | ≥ 7 - < 14 | ≥ 4 - < 7 | < 4 |
| Bunn | | ≥ 16 | ≥ 11 - < 16 | ≥ 6.5 - < 11 | ≥ 3 - < 6.5 | < 3 |
| Signifikant minimal strømhastighet (cm/s) | | | | | | |
| | | svært sterk | sterk | middels sterk | svak | svært svak |
| Overflate | 5 | ≥ 6 | ≥ 4 - < 6 | ≥ 2.5 - < 4 | ≥ 1.5 - < 2.5 | < 1.5 |
| Utskifting | 15 | ≥ 5 | ≥ 3.5 - < 5 | ≥ 2.3 - < 3.5 | ≥ 1.5 - < 2.3 | < 1.5 |
| Spredning | | ≥ 4 | ≥ 3 - < 4 | ≥ 2 - < 3 | ≥ 1 - < 2 | < 1 |
| Bunn | | ≥ 4 | ≥ 3 - < 4 | ≥ 2 - < 3 | ≥ 1 - < 2 | < 1 |
| Andel strømstille (%) < 1cm/s | | | | | | |
| | | svært lite | lite | middels | høy | svært høy |
| Overflate | 5 | < 1 | < 3 - ≥ 1 | < 5 - ≥ 3 | < 7 - ≥ 5 | ≥ 7 |
| Utskifting | 15 | < 1 | < 5 - ≥ 1 | < 7 - ≥ 5 | < 10 - ≥ 7 | ≥ 10 |
| Spredning | | < 3 | < 8.5 - ≥ 3 | < 15 - ≥ 8.5 | < 20 - ≥ 15 | ≥ 20 |
| Bunn | | < 3 | < 10 - ≥ 3 | < 20 - ≥ 10 | < 30 - ≥ 20 | ≥ 30 |
| Andel strømstille (%) < 3cm/s | | | | | | |
| | | svært lite | lite | middels | høy | svært høy |
| Overflate | 5 | < 5 | < 10 - ≥ 5 | < 20 - ≥ 10 | < 30 - ≥ 20 | ≥ 30 |
| Utskifting | 15 | < 5 | < 15 - ≥ 5 | < 25 - ≥ 15 | < 40 - ≥ 25 | ≥ 40 |
| Spredning | | < 10 | < 20 - ≥ 10 | < 35 - ≥ 20 | < 50 - ≥ 35 | ≥ 50 |
| Bunn | | < 10 | < 20 - ≥ 10 | < 35 - ≥ 20 | < 60 - ≥ 35 | ≥ 60 |
| Effektiv transport (cm/s) | | | | | | |
| | | svært sterk | sterk | middels sterk | svak | svært svak |
| Overflate | 5 | ≥ 5 | ≥ 2.5 - < 5 | ≥ 1.5 - < 2.5 | ≥ 0.3 - < 1.5 | < 0.3 |
| Utskifting | 15 | ≥ 3.5 | ≥ 2 - < 3.5 | ≥ 1 - < 2 | ≥ 0.2 - < 1 | < 0.2 |
| Spredning | | ≥ 3 | ≥ 1.8 - < 3 | ≥ 0.6 - < 1.8 | ≥ 0.1 - < 0.6 | < 0.1 |
| Bunn | | ≥ 3 | ≥ 1.8 - < 3 | ≥ 0.6 - < 1.8 | ≥ 0.1 - < 0.6 | < 0.1 |
| Neumann-parameter | | | | | | |
| | | svært stabil | stabil | middels stabil | lite stabil | svært lite stabil |
| Alle dyp (m) | | ≥ 0.6 | ≥ 0.4 - < 0.6 | ≥ 0.2 - < 0.4 | ≥ 0.1 - < 0.2 | < 0.1 |

Tabell 7. Parametere brukt i rapporten og beskrivelse av disse.

| Beskrivelse | Måleenhet |
|---|--|
| Dag og Tid Tidsstempel i tidsserier er gitt ved midnatt, slik at tidsserier starter midnatt før første målepunkt og slutter midnatt etter siste målepunkt. | dd.mm.yy hh:mm (UTC) dd.mm (UTC) dd.mm.yyyy hh (UTC) |
| Høyde / Dybde | Meter (m) |
| Avstand | Kilometer (km) Meter (m) |
| Posisjon / Koordinater Posisjon er oppgitt i koordinatsystemet WGS64 (World Geodetic System 1984). | GGG (°) MM.MM (') |
| Strømretning (mot) | Grader (°) |
| Strømhastighet | Centimeter per sekund (cm/s) |

| Beskrivelse | Måleenhet |
|-------------------|------------------------|
| Vindhastighet | Meter per sekund (m/s) |
| Vindretning (fra) | Grader (°) |
| Tidevannsnivå | Centimeter (cm) |
| Temperatur | Grader celsius (°C) |
| Helning | Grader (°) |
| Ping Count | Antall |

Kilder:

- 1) *Fish welfare in offshore salmon aquaculture. Hvas et al. 2021.*
- 2) *Retningslinje: Etableringssøknader – saksbehandling i tilsynet, utgave 10, 2022.*
- 3) *The optimum velocity for Atlantic salmon post-smolts in RAS is a compromise between muscle growth and fish welfare. Timmerhaus et al. 2021*
- 4) *Fast water currents reduce production performance of post-smolt Atlantic salmon *Salmo salar*. Solstorm et. Al, 2015.*
- 5) *Sustained swimming capacity of Atlantic salmon. Hvas & Oppedal, 2017*
- 6) *Velferdsindikatorer for oppdrettslaks-Chris Noble et al 2018,*
- 7) *Fiskehelserapporten 2023, Veterinærinstituttet*