

Åkerblå AS

# Fiskehelsefaglig vurdering av strømforhold

Lokalitet Buktodden NØ

Utarbeidet av: Per Anton Sæther  
30.07.2024

## Oppdrag

Åkerblå AS har gjennomført en fiskehelsefaglig vurdering av strømforholdene på lokaliteten Buktodden NØ på sørsiden av Sørfjorden i Rana kommune et stykke nord for Nesna i Nordland fylke. 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

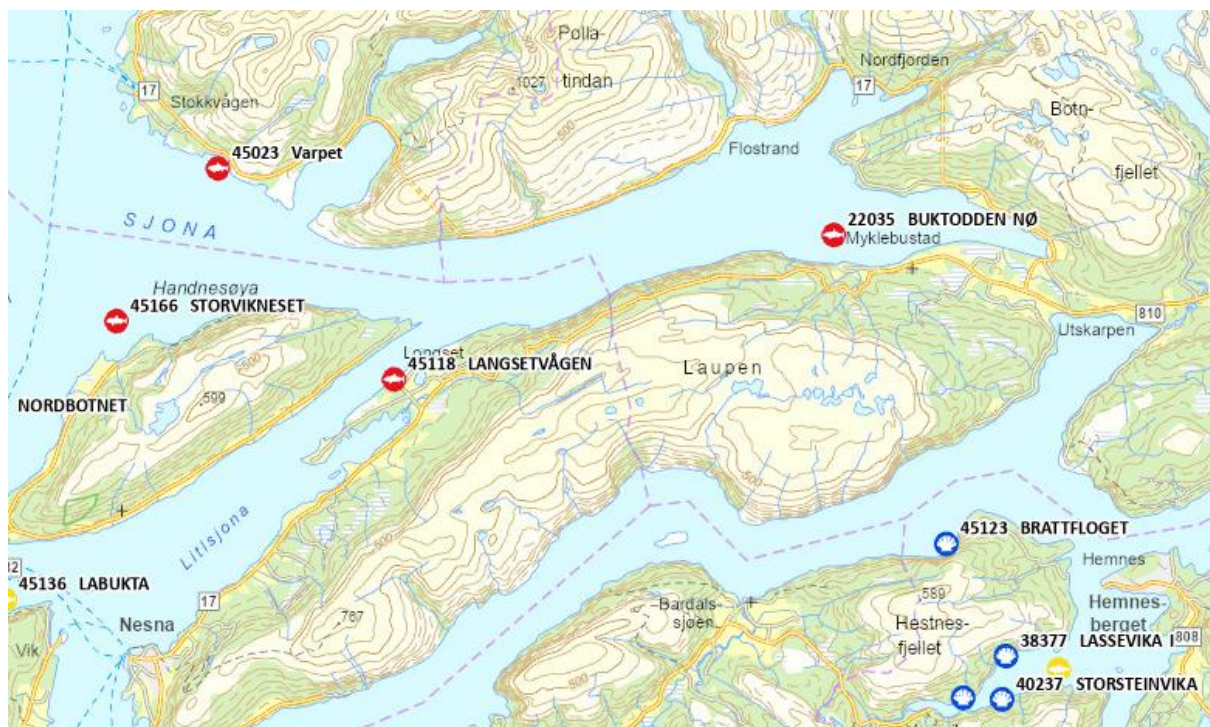
Strømforholdene på lokaliteten er gjennomgått og viser at lokaliteten Buktodden NØ er en strømsterk lokalitet. Strømshastigheten avtar med dybde og er sterkest i overflatelaget. Gjennomsnittlig strømshastighet på alle målte dyp ble vurdert som sterk. Dette medfører at det er store mengder vann som strømmer 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 strømshastighet og varigheten av denne er ofte en viktig parameter når man skal vurdere en lokalitets egnethet for produksjon av laks og var 57.7cm/s mot SØ på 7m og 43.3 mot Ø på 15m, 28.3cm/s mot NØ på 35m og 29.9cm/s mot Ø på 48m. Maksimal strøm var langs hovedstrømretning på alle dyp. Maksimal strømshastighet ble vurdert som *svært sterk* på 7m, *sterk* på 15m, og *middels sterk* på 35m og 48m.

Høy strøm oppstår uregelmessig på lokaliteten, 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. Det er svært god margin fra strømforholdene på lokaliteten opp mot det som er grensen for hva laks tolererer som maksimal strøm for å kunne opprettholde best mulig svømmeaktivitet over tid. Oppsummert skulle strømforholdene på lokaliteten Buktodden NØ være godt egnet for oppdrett av laks.

## Strømforhold ved Buktodden NØ

Åkerblå AS har på oppdrag fra Nova Sea utført strømmålinger i perioden november 2023 – mars 2024 ved eksisterende oppdrettslokalitet Buktodden NØ.



Figur 1: Kart over det aktuelle området med lokaliteten Buktodden NØ innerst på sørsiden av Sørffjorden et stykke nord for Nesna i Nordland fylke. Kilde: Fiskeridirektoratets kartverk YGGDRASIL.

Lokaliteten Buktodden NØ ligger på sørsiden av Sørffjorden. Plasseringen er åpen mot fjordene Sjøna og Litlsjøna i vest, og mot Nordsjøna i nord. Sjøna munner ut i åpent hav mot vest. På grunn av omkringliggende topografi er området relativt eksponert for vind fra vest, nordvest, og øst. Bunntopografi er ca. 169-170m dyp og orientert i Ø – V i området for strømmålingsposisjonene.

Som vist i tabell 1 var maksimal strømhastighet 57.7cm/s mot SØ på 7m og 43.3 mot Ø på 15m, 28.3cm/s mot NØ på 35m og 29.9cm/s mot Ø på 48m. Maksimal strøm er langs hovedstrømretning på alle dyp. Maksimal strømhastighet er vurdert som *svært sterk* på 7m, *sterk* på 15m, og *middels sterk* på 35m og 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 og 15m. Den maksimale strømhastigheten ble funnet å være på 57,7 cm/sek og det ble målt en varighet på strømhastighet på over 50 cm i sekundet i 50 minutter. Dette var som nevnt bare en enkeltmåling gjennom hele måleperioden. Høy strøm oppstår 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 3 timer på 7m og 2 timer på 15m. 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 5. «Tilstandsklasser for vurdering av strømdata».

De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i Tabell 6 «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)                                                     | 57.7 | 43.3 | 28.3 | 29.9 |
| Gjennomsnitt (cm/s)                                                 | 8.0  | 6.3  | 5.4  | 5.5  |
| Minimum (cm/s)                                                      | 0.1  | 0.1  | 0.0  | 0.0  |
| Signifikant maks (cm/s)                                             | 14.4 | 11.1 | 9.1  | 9.4  |
| Signifikant min (cm/s)                                              | 3.1  | 2.4  | 2.3  | 2.3  |
| Varsians (cm/s) <sup>2</sup>                                        | 38.9 | 20.6 | 11.2 | 11.9 |
| Standardavvik (cm/s)                                                | 6.2  | 4.5  | 3.3  | 3.4  |
| % < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)                                        | 1.1  | 2.4  | 3.3  | 3.0  |
| Lengste periode < 1cm/s (min)                                       | 30   | 20   | 30   | 20   |
| % < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)                                        | 9.6  | 18.1 | 25.1 | 23.9 |
| Lengste periode < 3cm/s (min)                                       | 80   | 120  | 120  | 120  |
| % < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)                                      | 48.5 | 70.0 | 90.9 | 89.8 |
| Lengste periode < 10cm/s (min)                                      | 3250 | 3600 | 5130 | 7230 |
| % ≥ 30cm/s                                                          | 1.5  | 0.2  | 0.0  | 0.0  |
| Lengste periode ≥ 30cm/s (min)                                      | 170  | 70   | 0    | 0    |
| % ≥ 50cm/s                                                          | 0.07 | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
| Lengste periode ≥ 50cm/s (min)                                      | 50   | 0    | 0    | 0    |
| <b>Effektiv transport</b>                                           |      |      |      |      |
| Hastighet (cm/s)                                                    | 2.3  | 1.9  | 1.5  | 1.5  |
| Retning (grader)                                                    | 163  | 129  | 116  | 104  |
| Neumann-parameter                                                   | 0.3  | 0.3  | 0.3  | 0.3  |
| Gjennomsnittlig vannforflytning (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d) | 6917 | 5411 | 4638 | 4791 |

| Strømhastighet<br>(cm/s) | $10 < x \leq 30\text{min}$ | $30 < x \leq 60\text{min}$ | $1 < x \leq 2t$ | $2 < x \leq 3t$ | $3 < x \leq 4t$ | $4 < x \leq 5t$ | $5 < x \leq 6t$ | $>6t$ |
|--------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|
| $0 < x \leq 1$           | 10                         | 0                          | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0     |
| $1 < x \leq 5$           | 552                        | 204                        | 64              | 5               | 0               | 0               | 0               | 0     |
| $5 < x \leq 10$          | 800                        | 269                        | 57              | 1               | 1               | 0               | 0               | 0     |
| $10 < x \leq 20$         | 279                        | 78                         | 41              | 6               | 2               | 0               | 0               | 0     |
| $20 < x \leq 30$         | 64                         | 20                         | 8               | 1               | 1               | 0               | 0               | 0     |
| $30 < x \leq 40$         | 15                         | 5                          | 3               | 1               | 0               | 0               | 0               | 0     |
| $40 < x \leq 50$         | 5                          | 2                          | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0     |
| $50 < x \leq 60$         | 0                          | 1                          | 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.

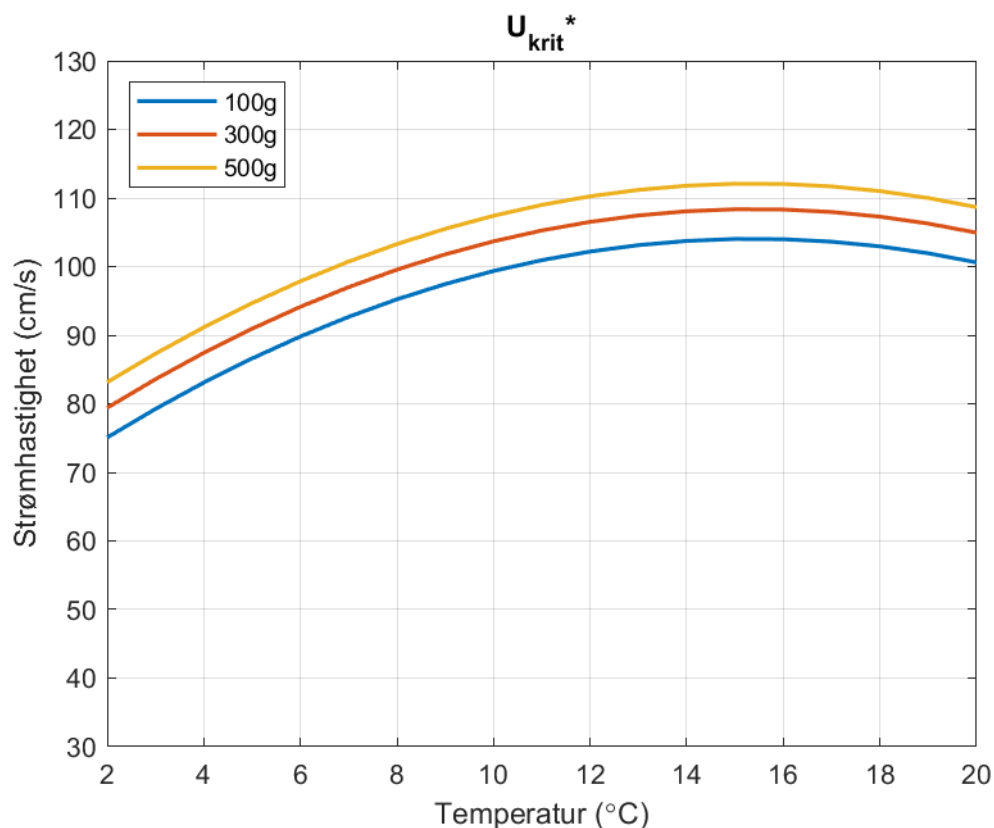
| Strømhastighet<br>(cm/s) | $10 < x \leq 30\text{min}$ | $30 < x \leq 60\text{min}$ | $1 < x \leq 2t$ | $2 < x \leq 3t$ | $3 < x \leq 4t$ | $4 < x \leq 5t$ | $5 < x \leq 6t$ | $>6t$ |
|--------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|
| $0 < x \leq 1$           | 23                         | 0                          | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0     |
| $1 < x \leq 5$           | 867                        | 405                        | 132             | 16              | 3               | 0               | 0               | 0     |
| $5 < x \leq 10$          | 965                        | 245                        | 68              | 4               | 0               | 0               | 0               | 0     |
| $10 < x \leq 20$         | 250                        | 77                         | 32              | 5               | 0               | 0               | 0               | 0     |
| $20 < x \leq 30$         | 36                         | 11                         | 6               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0     |
| $30 < x \leq 40$         | 4                          | 0                          | 1               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0     |
| $40 < x \leq 50$         | 0                          | 0                          | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0     |
| $50 < x \leq 60$         | 0                          | 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).

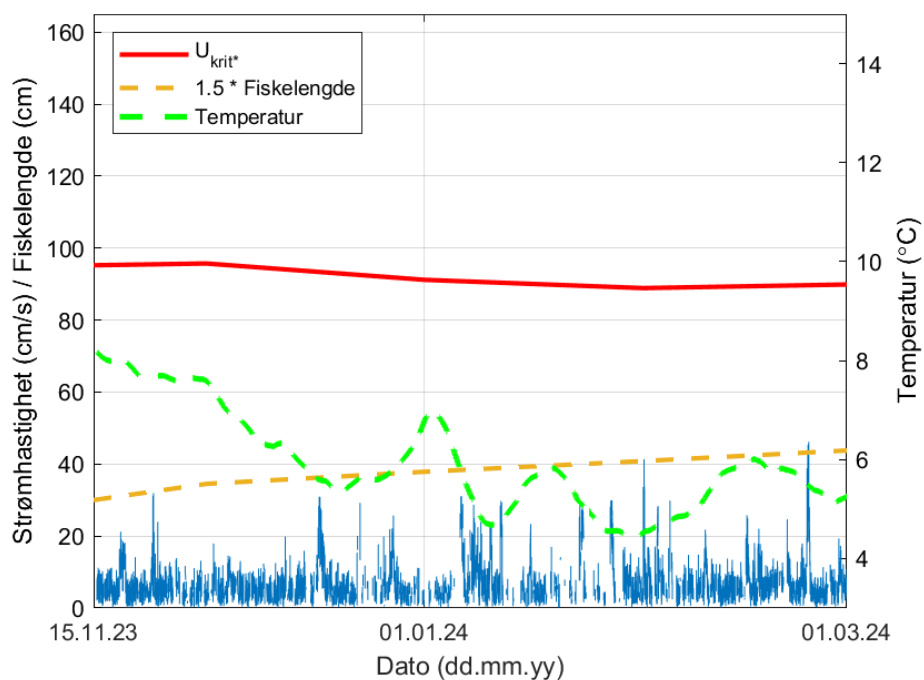
Tabell 4. Oppsummering av grenseverdier.

| 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                       |

<sup>1</sup> 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.

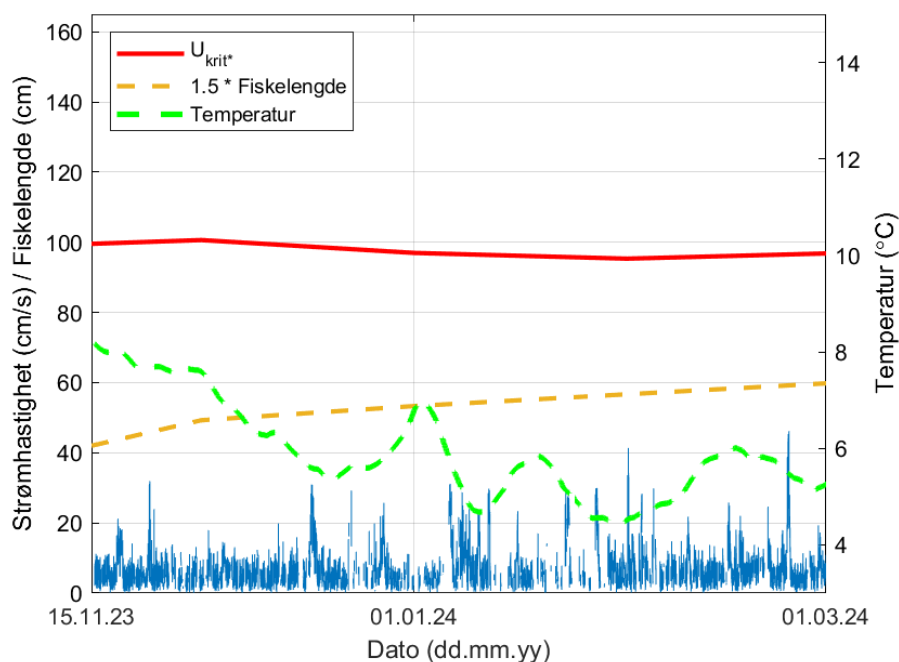
<sup>2</sup> Vekt er utregnet etter Skrettings tilveksttabell som er basert på et omfattende materiale av vektdata.

### Utsett av fisk på 100 gram i november



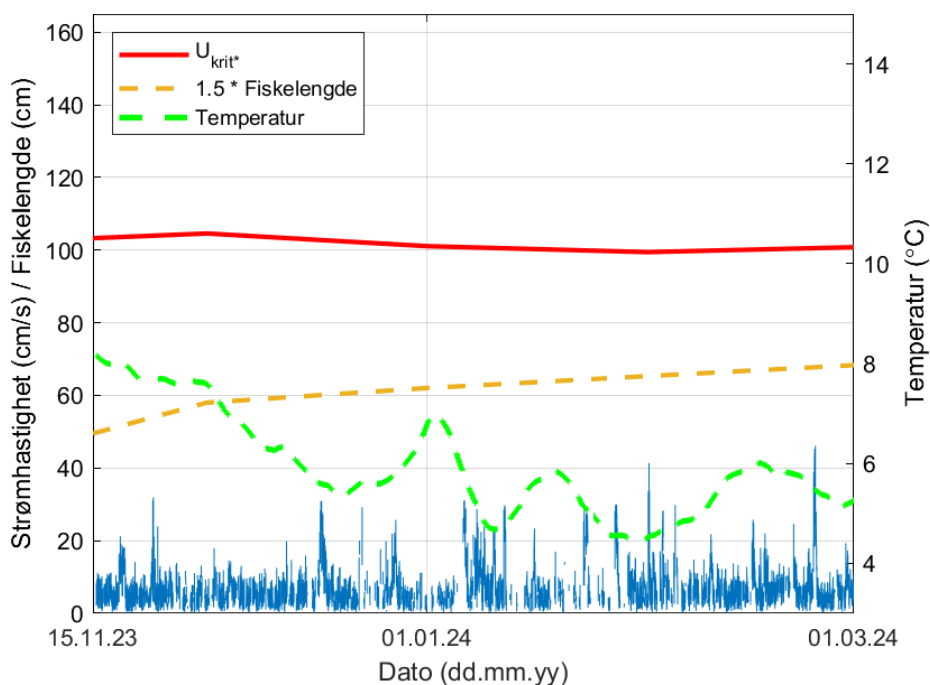
Figur 3: Strømmålinger på 7m dyp på lokaliteten (blå), temperatur på 50m (grønn), foretrukken strømhastighet på 1,5 FL (oransje) og kritisk strømhastighet (rød) for fisk med aktuell utsettsstørrelse<sup>2</sup> og forventet tilvekst ved de temperaturforhold en har ved denne lokaliteten, figuren er basert 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 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 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 og not har på den faktiske strømmen inni not (Retningslinjer Mattilsynet, 2022).

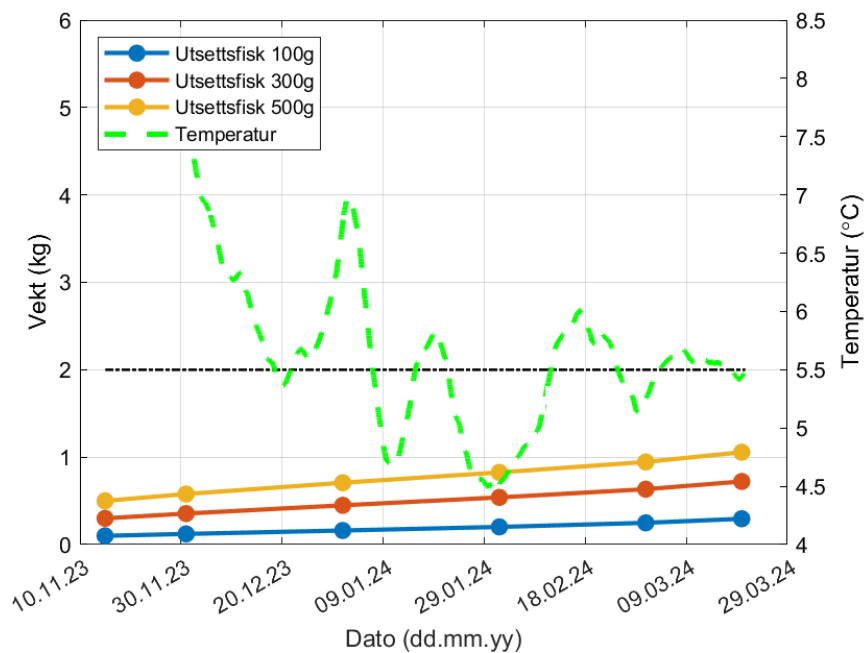


Vannets bevegelse har ofte stor betydning for fiskens trivsel og helse både i kar på land og i merder i sjø. I landbaserte systemer har man større muligheter for å styre vannbevegelsen, mens strømmen i en merd alltid er sterkt knyttet til de rådende strømforhold på den aktuelle lokalitet. Strømforholdene 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.

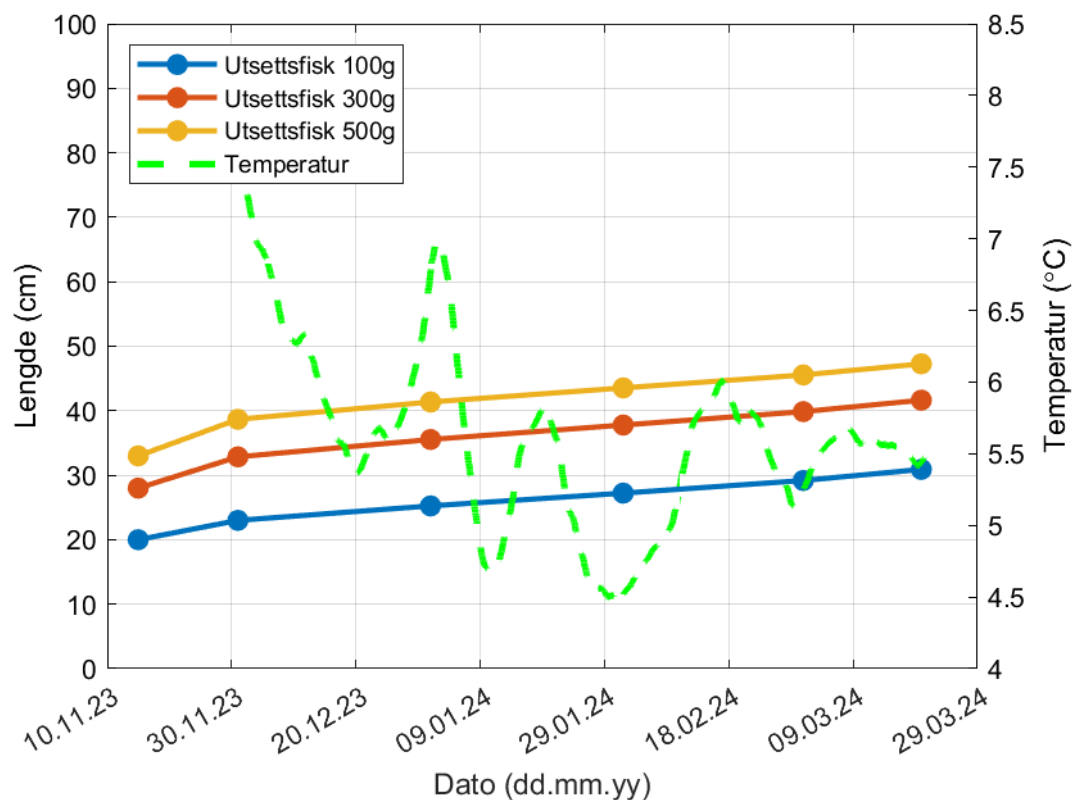
Den optimale temperaturen for laksens svømmekapasitet er mellom 13 og 18°C. Om vinteren og våren vil svømmekapasitet være spesielt lav. Temperatur er derfor lagt inn i beregningen av svømmekapasitet. Fisk vil ha lavest svømmekapasitet og toleranse for vannstrøm om vinteren og tidlig vår når temperaturene i sjø er lavest. Ved utsett av fisk på lokaliteten Buktodden NØ 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 strømshastigheter. Det er å anbefale å ikke sette ut 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.

## 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 (Fiskehelserapporten 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 klart mer omfattende i den sørlige delen av dette området og klart størst i PO6. En rutinemessig overvåkning 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 strømutsett miljø. Laks ved strømmsterke 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. Buktodden NØ ligger utenfor PD-sonen men som erfaringene fra 2024 har vist, 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. 8,0 cm/s og 6,3 cm/s og vurderes som sterk. Dette medfører da stor vannforflytning ( $m^3/m^2/d$ ) på disse dypene. Vannforflytningen er imidlertid middels stabil på alle dyp ifølge Neumanns parameter på 0,3, som gir en svak effektiv transporthastighet (3,0 m/s).

Andel strømsstille (strømhastighet  $< 1,0$  cm/s) på 7 m og 15 m er hhv. 1,1 % og 2,4 % og vurderes i begge tilfeller som lav andel null-målinger. Lengste varighet av strømsstille på 7 m og 15 m er hhv. 30 min og 20 min. De aller fleste tilfeller av strømsstille 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 vannutskiftingen på lokaliteten som god og lokaliteten vurderes med tanke på vannutskifting 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. 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. 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 strømstyrke 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 5. 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       | $\geq 55$   | $\geq 40 - < 55$ | $\geq 26 - < 40$ | $\geq 15 - < 26$ | $< 15$     |
| Utskifting                     | 15      | $\geq 45$   | $\geq 30 - < 45$ | $\geq 20 - < 30$ | $\geq 10 - < 20$ | $< 10$     |
| Spredning                      |         | $\geq 35$   | $\geq 25 - < 35$ | $\geq 15 - < 25$ | $\geq 10 - < 15$ | $< 10$     |

|                                                   |    |              |               |                |               |                   |
|---------------------------------------------------|----|--------------|---------------|----------------|---------------|-------------------|
| Bunn                                              |    | ≥ 35         | ≥ 25 - < 35   | ≥ 15 - < 25    | ≥ 10 - < 15   | < 10              |
| <b>Gjennomsnittlig strømhastighet (cm/s)</b>      |    |              |               |                |               |                   |
|                                                   |    | 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               |
| <b>Signifikant maksimal strømhastighet (cm/s)</b> |    |              |               |                |               |                   |
|                                                   |    | 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               |
| <b>Signifikant minimal strømhastighet (cm/s)</b>  |    |              |               |                |               |                   |
|                                                   |    | 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               |
| <b>Andel strømstille (%) &lt; 1cm/s</b>           |    |              |               |                |               |                   |
|                                                   |    | 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              |
| <b>Andel strømstille (%) &lt; 3cm/s</b>           |    |              |               |                |               |                   |
|                                                   |    | 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              |
| <b>Effektiv transport (cm/s)</b>                  |    |              |               |                |               |                   |
|                                                   |    | 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             |
| <b>Neumann-parameter</b>                          |    |              |               |                |               |                   |
|                                                   |    | 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 6. Parametere brukt i rapporten og beskrivelse av disse.

| Beskrivelse                                                                                                                                                   | Måleenhet                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Dag og Tid<br>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)<br>dd.mm (UTC)<br>dd.mm.yyyy hh (UTC) |

| Beskrivelse                                                                                           | Måleenhet                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Høyde / Dybde                                                                                         | Meter (m)                    |
| Avstand                                                                                               | Kilometer (km)<br>Meter (m)  |
| Posisjon / Koordinater<br>Posisjon er oppgitt i koordinatsystemet WGS64 (World Geodetic System 1984). | GGG (°) MM.MM (')            |
| Strømretning (mot)                                                                                    | Grader (°)                   |
| Strømhastighet                                                                                        | Centimeter per sekund (cm/s) |
| Vindhastighet                                                                                         | Meter per sekund (m/s)       |
| Vindretning (fra)                                                                                     | Grader (°)                   |
| Tidevannsnivå                                                                                         | Centimeter (cm)              |
| Temperatur                                                                                            | Grader celsius (°C)          |
| Helning                                                                                               | Grader (°)                   |
| Ping Count                                                                                            | Antall                       |

#### Kilder:

- 1) SR-NS-Buktodden-110206307-3011-01-001, Strømrapport Åkerblå AS 2023
- 2) *Fish welfare in offshore salmon aquaculture*. Hvas et al. 2021.
- 3) *Retningslinje: Etableringssøknader – saksbehandling i tilsynet, utgave 10, 2022*.
- 4) *The optimum velocity for Atlantic salmon post-smolts in RAS is a compromise between muscle growth and fish welfare*. Timmerhaus et al. 2021
- 5) *Fast water currents reduce production performance of post-smolt Atlantic salmon Salmo salar*. Solstorm et. Al, 2015.
- 6) *Sustained swimming capacity of Atlantic salmon*. Hvas & Oppedal, 2017
- 7) *Velferdsindikatorer for oppdrettslaks*-Chris Noble et al 2018,
- 8) *Fiskehelserapporten 2023*, Veterinærinstituttet