

Aqua Kompetanse AS
Storlavika 7
7770 Flatanger

Telefon: 74 28 84 30
E-post: post@aqua-kompetanse.no
Nettside: www.aqua-kompetanse.no
Org.nr.: 982 226 163



Oksygenforhold i Jøssundfjorden

Austvika, Flatanger kommune, Mowi Seawater Norway AS

25.06.2025

Signe Melbye Andersen og Katrine Hiorth

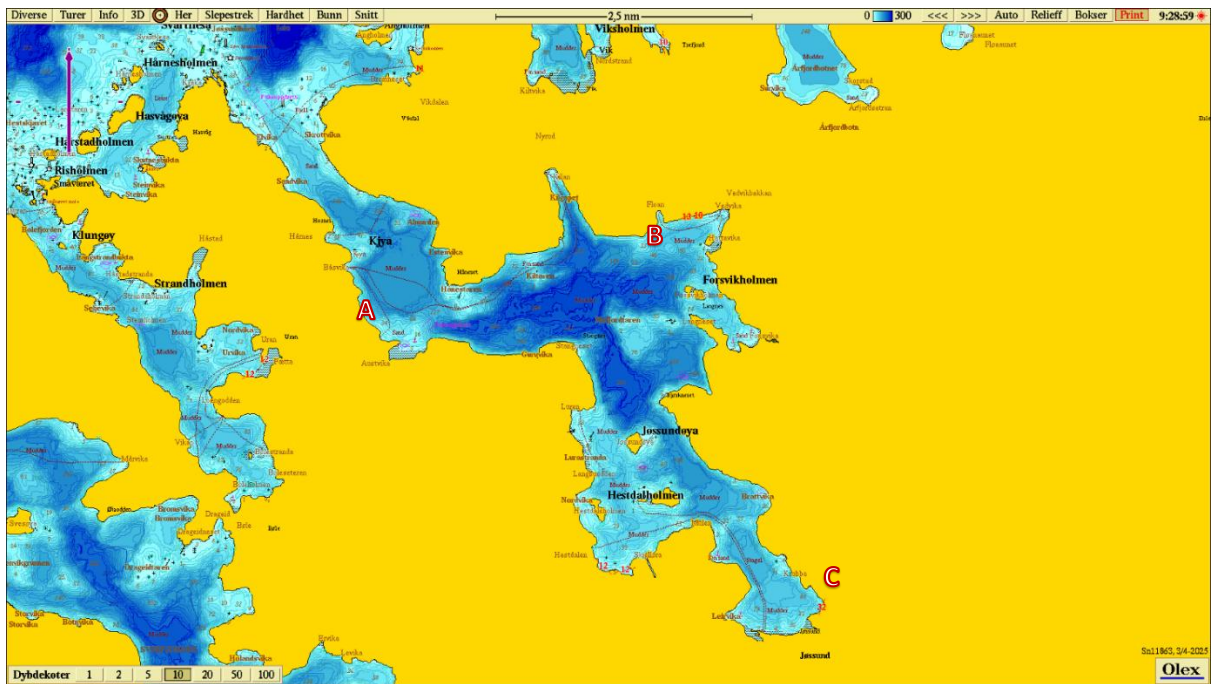
Innledning og bakgrunn

På forespørsel fra Mowi Seawater Norway AS har Aqua Kompetanse vurdert historisk hydrografidata fra Jøssundfjorden. Dette notatet er en oppsummering av hydrografiresultater innhentet i fjorden, med formål å vurdere/beskrive oksygenforholdene og utskiftning av bunnvannet.

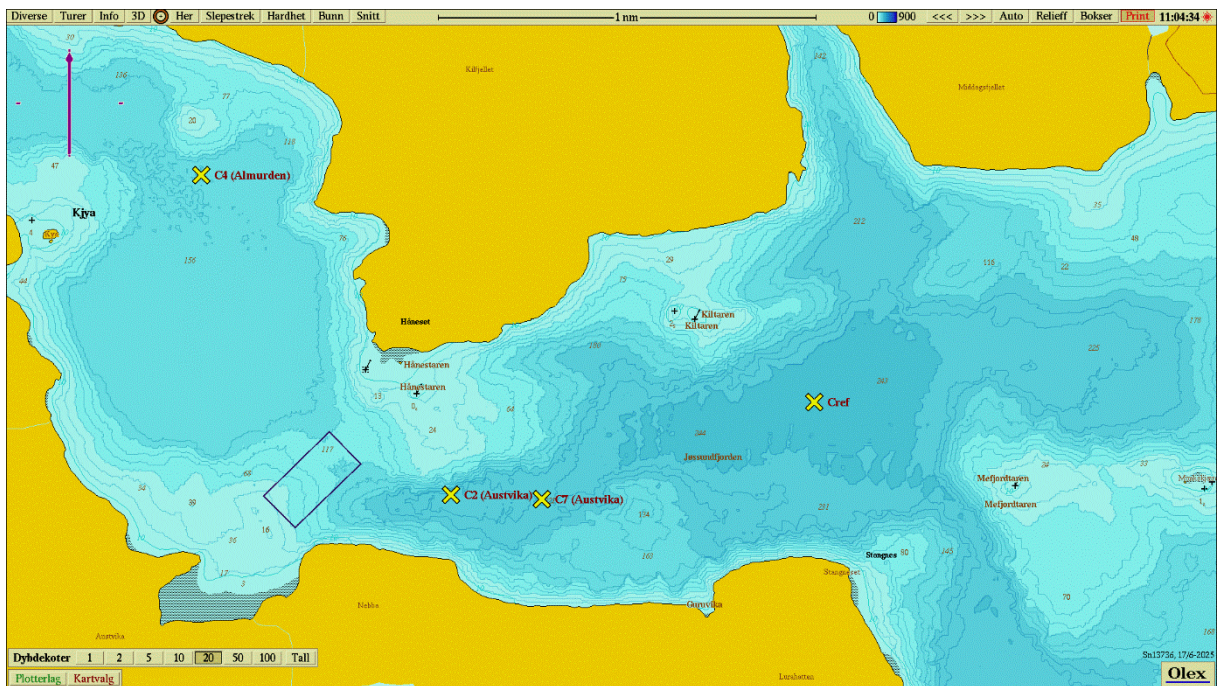
Jøssundfjorden er en terskelfjord med direkte tilknytning til havet. I innløpet er det en terskel på omtrent 50 meters dyp. Det er tre basseng i Jøssundfjorden (**Figur 1**), adskilt av to grunnområder. Det ytterste bassenget er ca. 150 meter dypt på det dypeste (basseng A, **Figur 1**). Det midterste bassenget er det største og dypeste bassenget, og er ca. 245 meter dypt på det dypeste (basseng B, **Figur 1**). Basseng A og B er adskilt av en terskel som når ett dyp på ca. 117 meter. Det innerste bassenget er ca. 108 meter dypt på sitt dypeste (basseng C, **Figur 1**). Det er to lokaliteter i fjorden, hvor Almurden er lokalisert i basseng A og Austvika er plassert på terskelen mellom basseng A og B.

Denne vurderingen baserer seg på hydrografiske profiler fra Jøssundfjorden som Aqua Kompetanse og Mowi Seawater Norway AS har tilgang på. Hydrografiprofilene er fra fire ulike posisjoner (**Figur 2**). Stasjon C4 er lokalisert i basseng A og her er det tatt en profil i 2020 (Keizer, 2021). Stasjon C2 og C7 ligger hhv. 470 og 900 meter vest for anlegget Austvika. Ved stasjon C2 er det tatt profiler i 2018, 2020 og 2022 (Austad, 2019, Bitnes, 2020 & Nordli, 2022), og ved stasjon C7 er det tatt en profil i 2024 (Hervik, 2024). Stasjonen Cref er i det dypeste punktet i basseng A, og er benyttet i forbindelse med en uavhengig hydrografiovervåkning i Jøssundfjorden i perioden 2020-2022 (Sivertsen & Andersen, 2020) og en miljøundersøkelse i 2008 (Arnkværn mfl., 2008).

I Fiskeridirektoratets kartverktøy Yggdrasil er fjordens miljøtilstand klassifisert til «moderat utskiftning av bassengvann». Klassifiseringen bygger på en rapport fra Havforskningsinstituttet «Utskiftning av bassengvann i djupe terskelfjorder», hvor det er vurdert hvilke terskelfjorder som kan ha risiko for lavere vannutskiftning. Følgende resultat er skrevet om Jøssundfjorden: «*Moderat utskiftning begge periodar. Modellert utskiftning er ikkje bekrefta av observasjonar.*» (Johnsen mfl., 2021). Ifølge rapporten er «moderat utskiftning» beregnet som at utskiftning av bunnvannet vil inntreffe hvert 2. til 5. år.



Figur 1: Oversiktskart over Jøssundfjorden. Bokstavene A-C henviser til bassengene fra hhv. ytterst ved innløpet til innerst i fjorden. Målestokk vises øverst i figuren. Kartkilde: Olex.



Figur 2: Undersøkelingsområdet i Jøssundfjorden. Posisjon for hydrografistasjoner «C2», «C4», «C7», samt «Cref» er markert med gule kryss. Anleggsramme ved lokalitet Austvika er markert i sort. Målestokk vises øverst i figuren. Kartkilde: Olex.

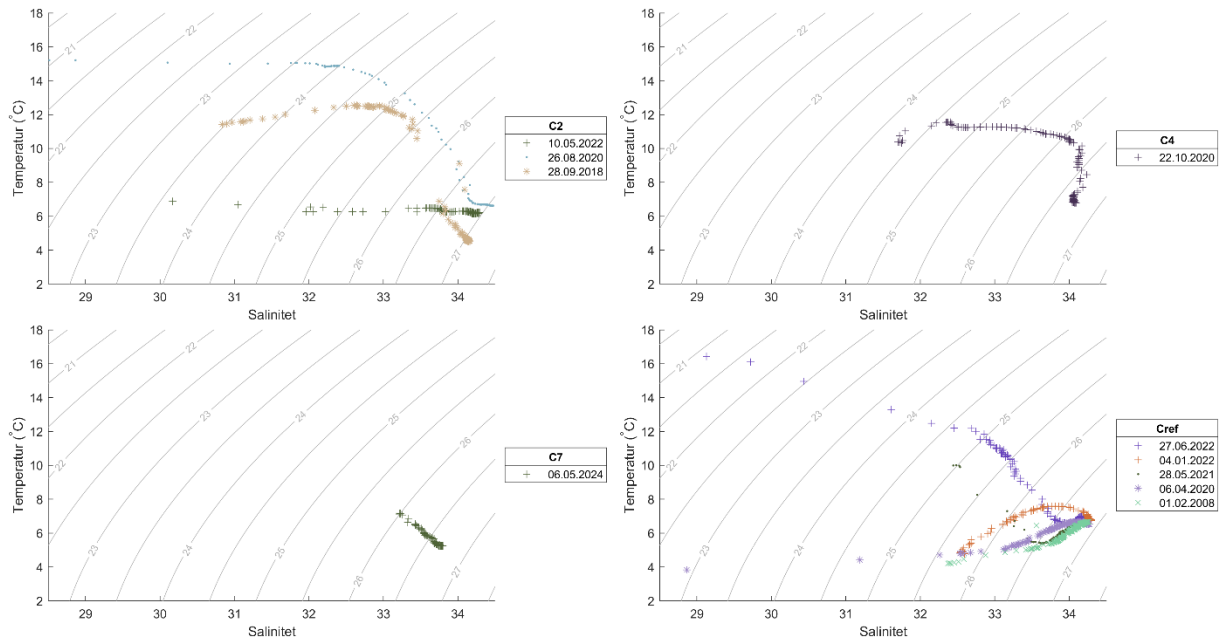
Resultater

Oksygenforholdene i bunnvannet varierer gjennom den kartlagte måleperioden (**Figur 5** og **Figur 6**). Ved stasjon Cref observeres en betydelig økning i oksygenmetning og -konsentrasjon i bunnvannet fra januar 2022 til juni 2022. Det observeres også en betydelig økning i oksygenverdier fra målingen i april 2020 til mai 2021. De laveste oksygenverdiene i bunnvannet ved Cref registreres i april 2020, med oksygenmetning og -konsentrasjon på hhv. 64.4 % og 4.4 ml/l. De tre etterfølgende målingene registrerer høyere verdier, hvor siste tilgjengelig måling i juni 2022 har høyest oksygenverdier, med oksygenmetning og -konsentrasjon på hhv. 88.8 % og 6.0 ml/l i bunnvannet.

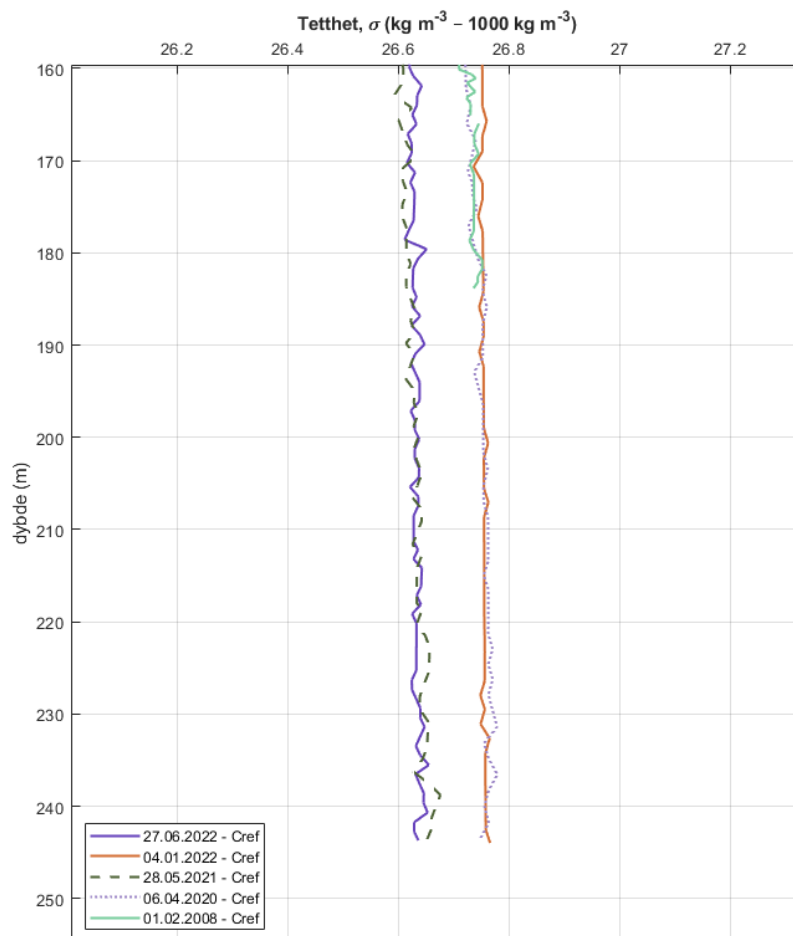
Profilene fra stasjonene C2 og C7 er fra samme basseng som Cref, men er noe grunnere. Stasjon C2 registrerer også høyere oksygenverdier i bunnvannet i 2022, relativt til 2018 og 2020. Sammenligner man stasjon C2 og C7, observeres en økning i oksygenverdiene i bunnvannet fra mai 2022 til mai 2024.

TS-diagram viser temperatur plottet mot salinitet for hver CTD-profil som er innhentet. Konturene i figuren, de lysegrå tetthetslinjene, viser tetthetsanomali, σ , i forhold til en referansetetthet på 1000 kg/m³. De fire stasjonene er presentert av hvert sitt panel i **Figur 3**. Felles for alle fire stasjoner er at det mellom de ulike måledatoene er stor variasjon i temperatur- og salinitetsegenskapene til vannmassene vertikalt i vannsøylen (fra overflaten og ned til bunn). Temperaturen i vannsøylen varierer mellom 3 og 16 °C, mens saliniteten varierer mellom 28.5 og 34.5. De fleste hydrografiprofilene ender ved bunnen nær tetthetskurven på 27 kg/m³, hvor helningen til profilene varierer. Dette indikerer at det er sesongvariasjon i vannmassene fra overflaten og helt ned til bunnen. Lite variasjon i TS-profilene, indikerer ofte lite sesongvariasjon i vannmassene, hvor større variasjon, indikerer større sesongvariasjon. Variasjon i profilene skyldes endringer i tettheter gjennom endring i temperatur og salinitet til vannmassene. Disse endringer kan forårsakes av ulike faktorer/fenomener som omveltning, terskeloverskylling, avrenning av ferskvann og endringer i innstrømning av vannmasser til fjorden.

Det er relativt store tetthetsvariasjoner mellom måledatoer i bunnvannet ved stasjon Cref (**Figur 4**), og vannmassene grupperer seg i to bolker med tetthetsverdier på hhv. 26.64 kg/m³ og 26.75 kg/m³. Vannmassene fra februar 2008, april 2020 og januar 2022 tilhører den tyngre vannmassen relativt til vannmassene målt i mai 2021 og juni 2022. Dette indikerer at vannmassen på bunnen blandes med overliggende vannmasser trolig i løpet av senvinter og tidlig vår, hvilket resulterer i en ny vannmasse på bunnen. I salinitets-, temperatur og tetthetsprofilene fra mai 2021 ved stasjon Cref registreres en relativt homogen vannsøyle fra 15 meters dyp og ned til bunnen (**Figur 7**, **Figur 8** og **Figur 9**). Profilene fra mai 2022 og mai 2024 fra hhv. stasjon C2 og C7 (samme basseng som Cref), viser også homogene vannsøylar med tanke på salinitet og temperatur fra hhv. 6 og 50 meters dyp. I mai måned i både 2021, 2022 og 2024 registreres det dermed en relativt homogen vannsøyle, som kan støtte teorien om at bassenget fornyes jevnlig, typisk i løpet av senvinteren, gjennom omveltning av vannsøylen. Det er sannsynlig at redusert avrenning kombinert med nedkjøling av øvre vannmasser gjennom vinteren, resulterer i omveltning i løpet av senvinteren dersom nedkjølingen er tilstrekkelig.



Figur 3: TS-diagram basert på CTD-profilene tatt ved stasjon C2 (øverst til venstre), C4 (øverst til høyre), C7 (nederst til venstre) og Cref (nederst til høyre), hvor temperatur (°C) er plottet mot salinitet. Konturene, de lysegrå tetthetslinjer, viser tetthetsanomali, σ , i forhold til et referansetrykk på 1000 kg/m³. Målingene er utført i perioden 2008-2024.



Figur 4: Tetthet (kg/m³) målt fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) ved stasjon Cref. Her er vist et utsnitt av profilene fra 160 meters dyp og ned til bunnen. Målingene er utført i 2008 (turkis graf), 2020 (prikket graf), 2021 (stiplet graf) og 2022 (heltrukne grafer).

Vurdering og oppsummering

Basert på historisk hydrografidata fra fjorden presentert i dette notatet, virker oksygenforholdene i fjorden å være relativt gode. Datagrunnlaget strekker seg derimot mellom ulike stasjoner og over flere år, med lange perioder uten målinger. Det kan derfor ikke utelukkes at det i perioder kan være lavere oksygenverdier i bassengvannet enn det som er presentert her. Målingene som foreligger, indikerer derimot at bunnvannet i basseng B fornyes jevnlig. Det har trolig vært en utskiftning av bassengvannet mellom april 2020 og mai 2021, samt mellom januar og juni 2022. Selv om oksygenverdiene faller, ser det derfor ut til at fjorden har en jevnlig og naturlig fornyelse av bassengvannet.

Historisk hydrografidata kan ikke vise hvor lavt oksygenivåene eventuelt faller, og et oksygenminimum i fjorden er derfor ikke dokumentert. For å kartlegge fjordens oksygenminimum anbefales det derfor å måle jevnlig til bunnvannsfornyelse er registrert. Et års måleprogram med månedlige målinger kan trolig kartlegge oksygenminimum. Modellen fra Havforskningsinstituttet klassifiserer fjorden til "moderat utskiftning" med utskiftningshyppighet på 2 til 5 år. Basert på innhentet historisk data fra fjorden, ser dette ut til å være noe konservativt og modellen er muligens ikke representativ for deler av Jøssundfjorden. Det påpekes derimot at de innhentede profilene er sporadiske over flere år, og fra ulike måneder og måleposisjoner. Dersom man ønsker å kartlegge hyppigheten på bunnvannsfornyelse og dokumentere at den inntreffer årlig eller annethvert år, anbefales det å måle jevnlig utover ett år for å registrere to utskiftninger av bunnvannet.

Referanser

Arnkværn, G., Olsen W., A., Salmer P., M., Sandnes K., O., 2008. *Resipientundersøkelse i indre basseng av Jøssundfjorden, Flatanger kommune i februar 2008*. Rapportnummer 19-2008. Levert av Aqua Kompetanse AS.

Austad, M., 2019. *C-undersøkelse ved Austvika, Flatanger kommune*. Rapportnummer 254-9-18C. Levert av Aqua Kompetanse AS.

Bitnes M., M., 2020. *C-undersøkelse ved Austvika, Flatanger kommune*. Rapportnummer 281-8-20C V.2. Levert av Aqua Kompetanse AS.

Fiskeridirektoratet (2025) Yggdrasil. Hentet 20.06.2025 fra <https://open-data-fiskeridirektoratet-fiskeridir.hub.arcgis.com/>

Hervik, A., 2024. *C-undersøkelse ved Austvika, Flatanger kommune*. Rapportnummer 3084-4-24C. Levert av Aqua Kompetanse AS.

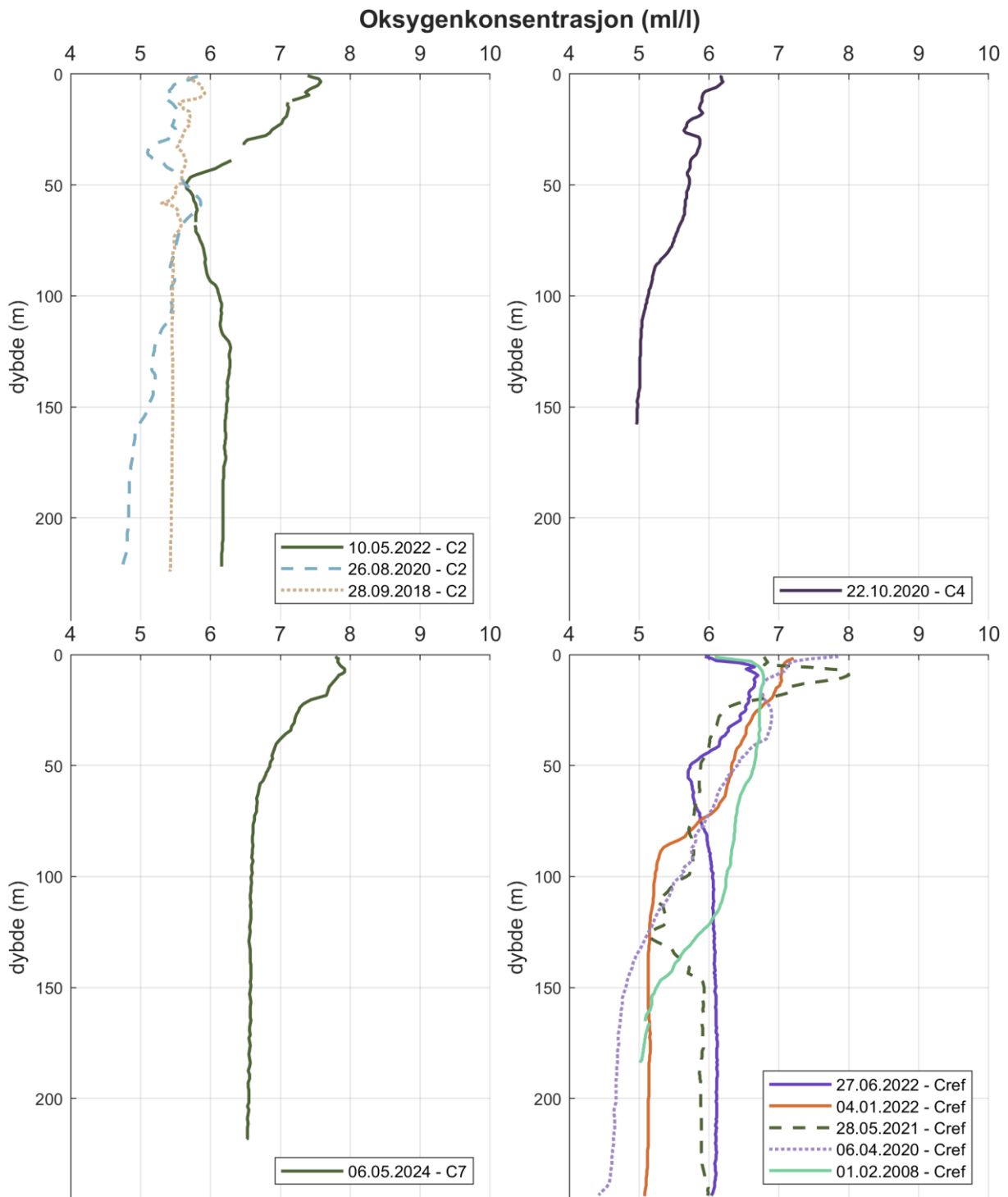
Johnsen, I., Husa, V., Hansen P., K., Vikebø, F. (2021), *Utskifting av bassengvatn i djupe terskelfjordar*. URL: [Utskifting av bassengvatn i djupe terskelfjordar | Havforskningsinstituttet \(hi.no\)](#). Hentet: 30.07.2024.

Keizer, S., 2021. *C-undersøkelse ved Almurden, Flatanger kommune*. Rapportnummer 364-10-20C. Levert av Aqua Kompetanse AS.

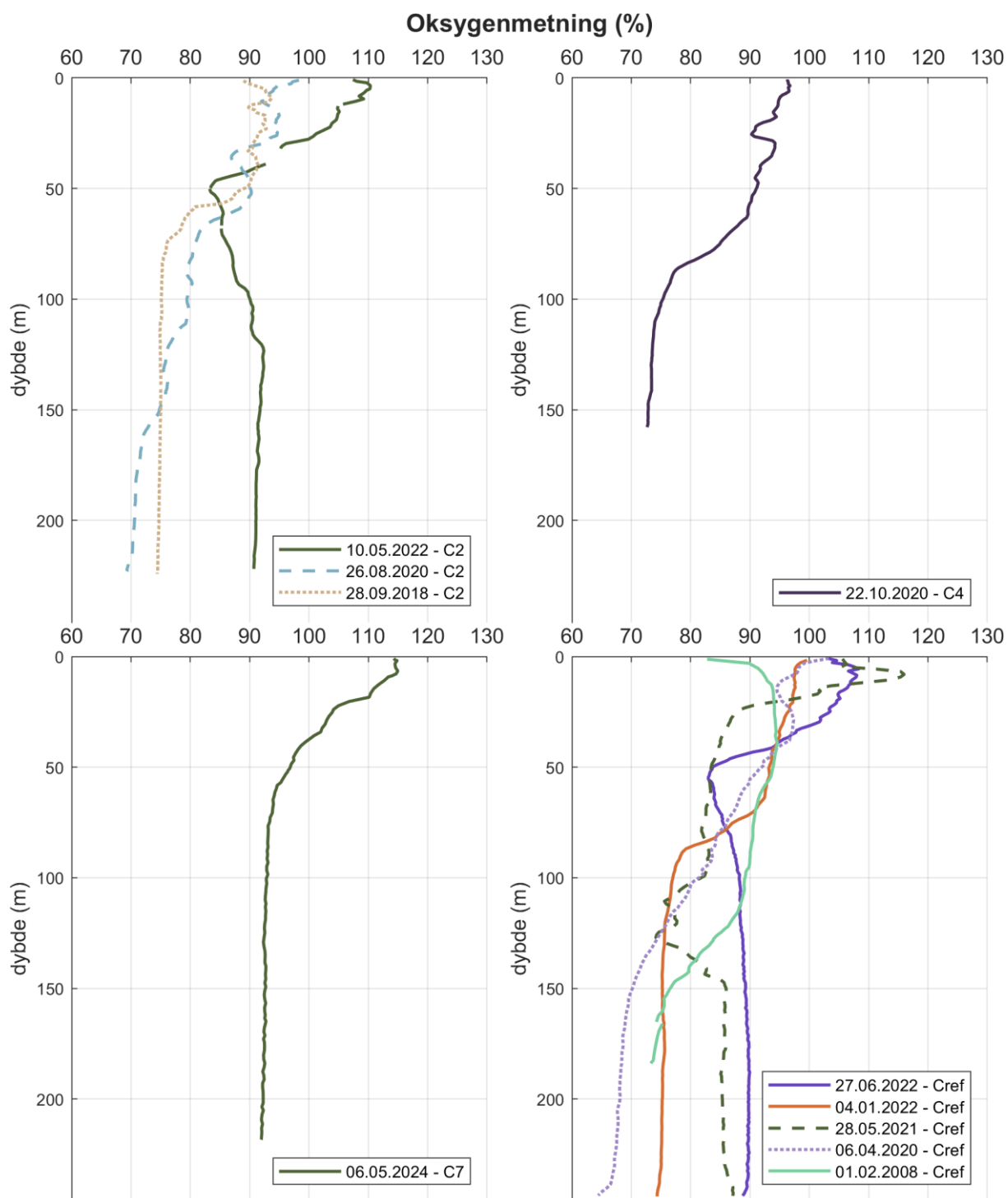
Nordli, E., 2022. *C-undersøkelse ved Austvika, Flatanger kommune*. Rapportnummer 1422-4-22C. Levert av Aqua Kompetanse AS.

Sivertsen F., K. & Andersen A., P., 2020. *Fjordovervåkning: Hydrografiovervåkning av dypvannsområder, Trøndelag og Nordland, 2020-2022*. Rapportnummer 185-6-20H. Levert av Marin konsulent AS v/ Per Anders Andersen og Aqua Kompetanse AS.

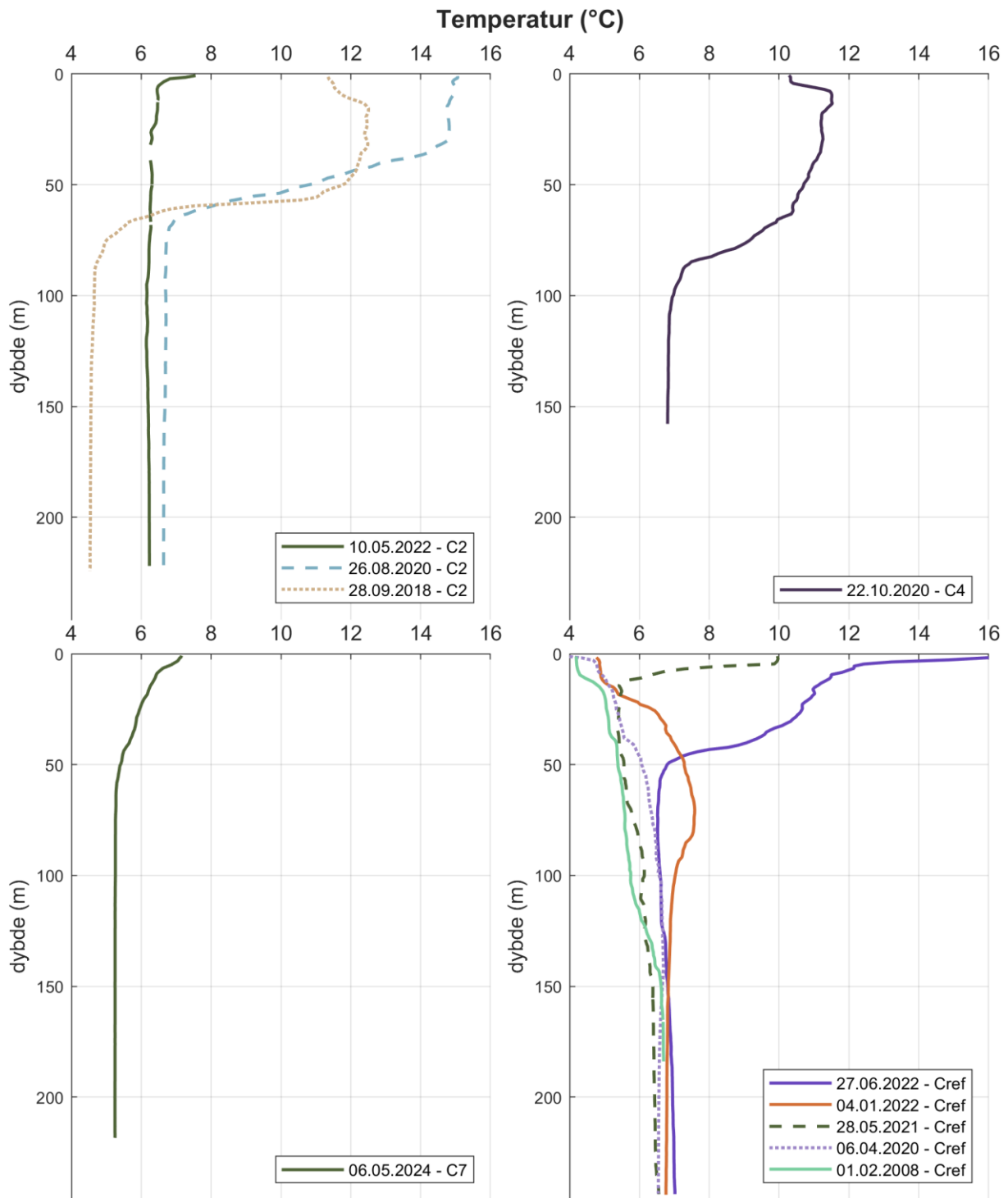
Vedlegg



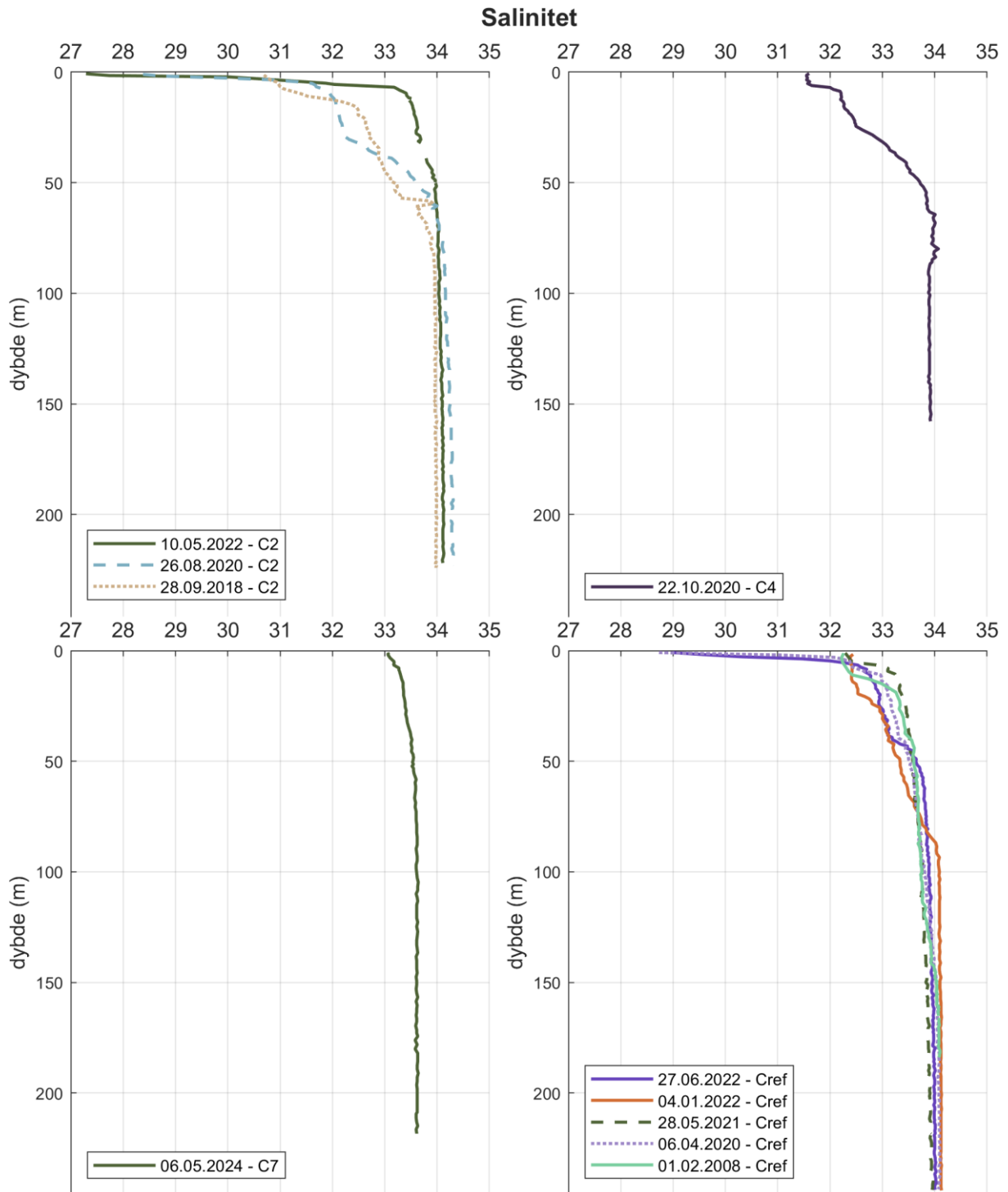
Figur 5: Oksygenkonsentrasjon (ml/l) målt fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) ved stasjonene C2 (øverst til venstre), C4 (øverst til høyre), C7 (nederst til venstre) og Cref (nederst til høyre) i Jøssundfjorden. Målingene er utført i perioden 2008-2024.



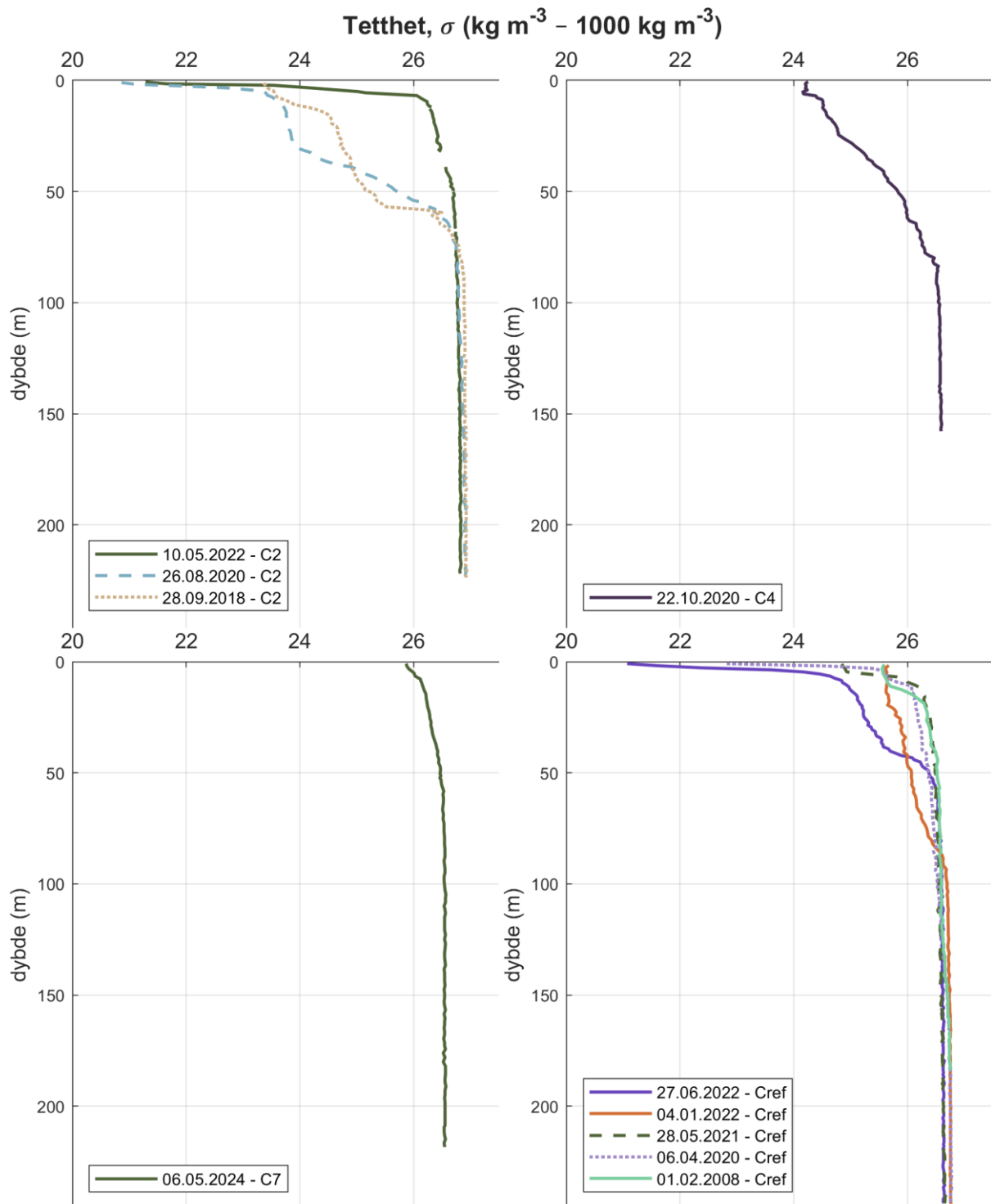
Figur 6: Oksygenmetning (%) målt fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) ved stasjonene C2 (øverst til venstre), C4 (øverst til høyre), C7 (nederst til venstre) og Cref (nederst til høyre) i Jøssundfjorden. Målingene er utført i perioden 2008-2024.



Figur 7: Temperatur (°C) målt fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) ved stasjonene C2 (øverst til venstre), C4 (øverst til høyre), C7 (nederst til venstre) og Cref (nederst til høyre) i Jøssundfjorden. Målingene er utført i perioden 2008-2024.



Figur 8: Salinitet målt fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) ved stasjonene C2 (øverst til venstre), C4 (øverst til høyre), C7 (nederst til venstre) og Cref (nederst til høyre) i Jøssundfjorden. Målingene er utført i perioden 2008-2024.



Figur 9: Tetthet ($\text{kg/m}^3 - 1000 \text{ kg/m}^3$) målt fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) ved stasjonene C2 (øverst til venstre), C4 (øverst til høyre), C7 (nederst til venstre) og Cref (nederst til høyre) i Jøssundfjorden. Målingene er utført i perioden 2008-2024.