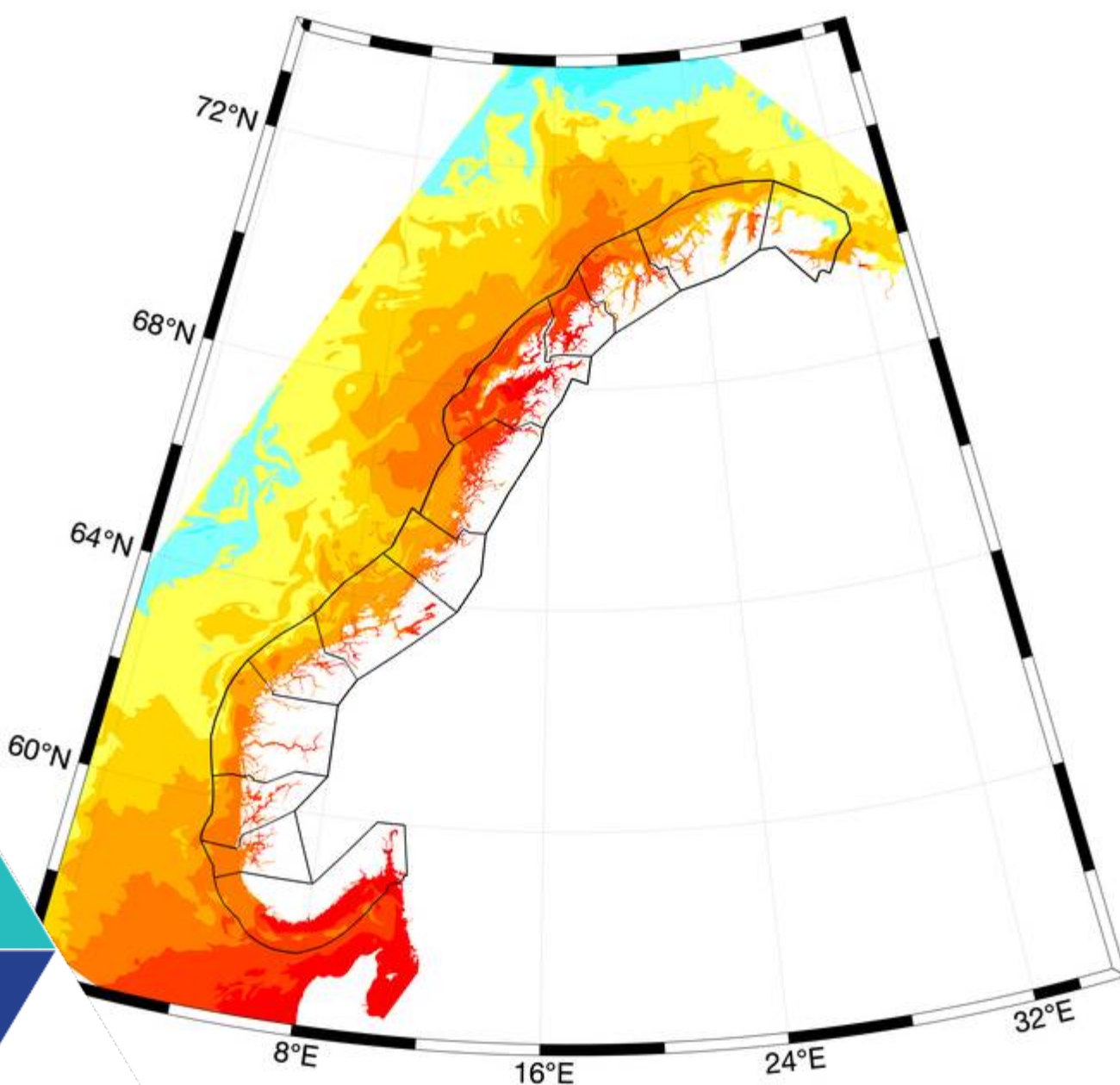




FYSISK OSEANOGRAFISKE FORHOLD I PRODUKSJONSOMRÅDENE FOR AKVAKULTUR

Oppdatering september 2024

, Lars Asplin, Anne Dagrun Sandvik, Mari Fjalstad Jensen og Jofrid
Skardhamar (HI)



Tittel (norsk og engelsk):

Fysisk oseanografiske forhold i produksjonsområdene for akvakultur
Physical oceanographic climate in the salmon aquaculture production zones

Undertittel (norsk og engelsk):

Oppdatering september 2024
Update September 2024

Rapportserie:	År - Nr.:	Dato:
Rapport fra havforskningen	2024-51	05.12.2024
ISSN:1893-4536		

Forfatter(e):
, Lars Asplin, Anne Dagrun Sandvik, Mari Fjalstad Jensen og Jofrid Skardhamar (HI)

Godkjent av: Forskningsdirektør(er): Geir Lasse Taranger
Programleder(e): Mari Skuggedal Myksvoll

Distribusjon:
Åpen

Prosjektnr:
15691-01, 15696-04

Oppdragsgiver(e):
Havforskningsinstituttet

Antall sider:
102

Sammendrag (norsk):

Temperaturforholdene i 2024 har delt landet i to. I produksjonsområdene 1-7, dvs. fra Sørlandet til Nord-Trøndelag, har vinteren hatt omtrent normale temperaturer, mens det ble raskt varmt i mai pga. den varme værtypen. Etterfølgende periode juni, juli og august har typisk hatt lavere temperaturer enn normalt for de sørligste PO'ene. For PO'ene 8-13 har stort sett hele sommeren fra mai/juni vært varmere enn normalt etter en noe kald vinter. Spesielt varmt vær har det vært siste halvdel av juli og starten av august, og dette har gitt ekstremt høye sjøtemperaturer på sensommeren i hele Nordland, Troms og Finnmark.

I smoltvandrings-perioden mai og juni, har saltholdighetene i overflaten stort sett vært lavere enn normalt i fjordene sør for Trondheimsfjorden i mai og mer normale i juni. I Trøndelag og Nordland har det vært normale saltholdigheter både i mai og juni, mens det hovedsakelig har vært lavere saltholdigheter enn normalt i samme periode i Troms og Finnmark. I tillegg bemerket PO10 og PO11 seg i juli med relativt høye saltholdigheter i fjordene grunnet lav vannføring fra elvene.

Vi definerer her fjordfylling som innstrømming over tid, dvs. én uke eller mer, og vi bruker 10m dyp som utgangspunkt ettersom overflatevannet varierer mer frem og tilbake ut fra elveavrenning og vind. Basert på modellsystemet Norkyst har vi estimert at det oppstod en markant fjordfylling de to første ukene av april, første uka i mai og de siste to ukene i juni i Hardangerfjorden (PO3), den andre uka og første halvdel av mai i Sognefjorden (PO4), de to siste ukene og hele mai i Nordfjord (PO4), de tre siste ukene i mai og første uka i juni i Romsdalsfjorden (PO5) og de to siste uke i mai og første uka i juni i Namsenfjorden (PO7). For de nordligste produksjonsområdene har vi også sett på fjordfyllingen i juli grunnet senere smoltutvandring enn i sør, og vi har estimert at det har vært innstrømming i hele mai og juni i Malangen (PO10), hele juni og juli i Kvæangen (PO11) og hele april i Altafjorden (PO12). Utenom dette fungerer fjorddynamikken slik at strømmene går frem og tilbake i fjordene, og ulike hendelser i forhold til forflytning av smittepress fra lakselus kan passe i tid med korte inn- eller utstrømmingsepisoder.

Denne rapporten er basert på modelldata fra et relativt nytt modellsystem først lansert i 2023, kalt Norkyst versjon 3. En vesentlig del av rapporten er viet til analyse og validering av dette modellsystemet med fokus på strøm, temperatur og saltholdighet som har betydning for den fysiske beskrivelsen av hvert produksjonsområde.

Sammendrag (engelsk):

The temperature conditions in 2024 have divided the country in two. In production areas (PO) 1-7, i.e., from the South of Norway to Nord-Trøndelag, the winter has had normal temperatures, while it quickly warmed up in May due to a hot weather type. The subsequent period of June, July and August has typically had lower temperatures than normal for the southernmost POs. For the POs 8-13, most of the summer from May/June has been warmer than normal after a relatively cold winter. The last half of July and the beginning of August have had particularly hot weather, and this has resulted in extremely high sea temperatures in Nordland, Troms and Finnmark.

During the smolt migration period in May and June, the surface salinities have mostly been lower than normal in the fjords south of the Trondheimsfjord in May and more normal in June. In Trøndelag and Nordland, salinities have been normal in both May and June, while salinities have been lower than normal in the same period in Troms and Finnmark.

Here we define "fjord filling" as inflow over time, i.e., one week or more, and we use 10m depth as a reference level, as the surface water varies with current both ways in fjords based on river runoff and wind. We have estimated that a significant fjord filling occurred in the first two weeks of April, the first week of May and the last two weeks of June in the Hardangerfjord (PO3), the second week and the first half of May in the Sognefjord (PO4), the last two weeks and all of May in Nordfjord (PO4), the last three weeks of May and the first week of June in Romsdalsfjorden (PO5), the last two weeks of May and the first week of June in Namsenfjorden (PO7), all of May and June in Malangen (PO10), all of June in Kvæangen (PO11) and all of April in Altafjorden (PO12).

This report is based on model data from a revised model system first launched in 2023, called Norkyst version 3. A significant part of the report is devoted to an analysis and validation of this model system with a focus on water masses where this has significance for the physical description presented for all production areas for salmon farming.

Innhold

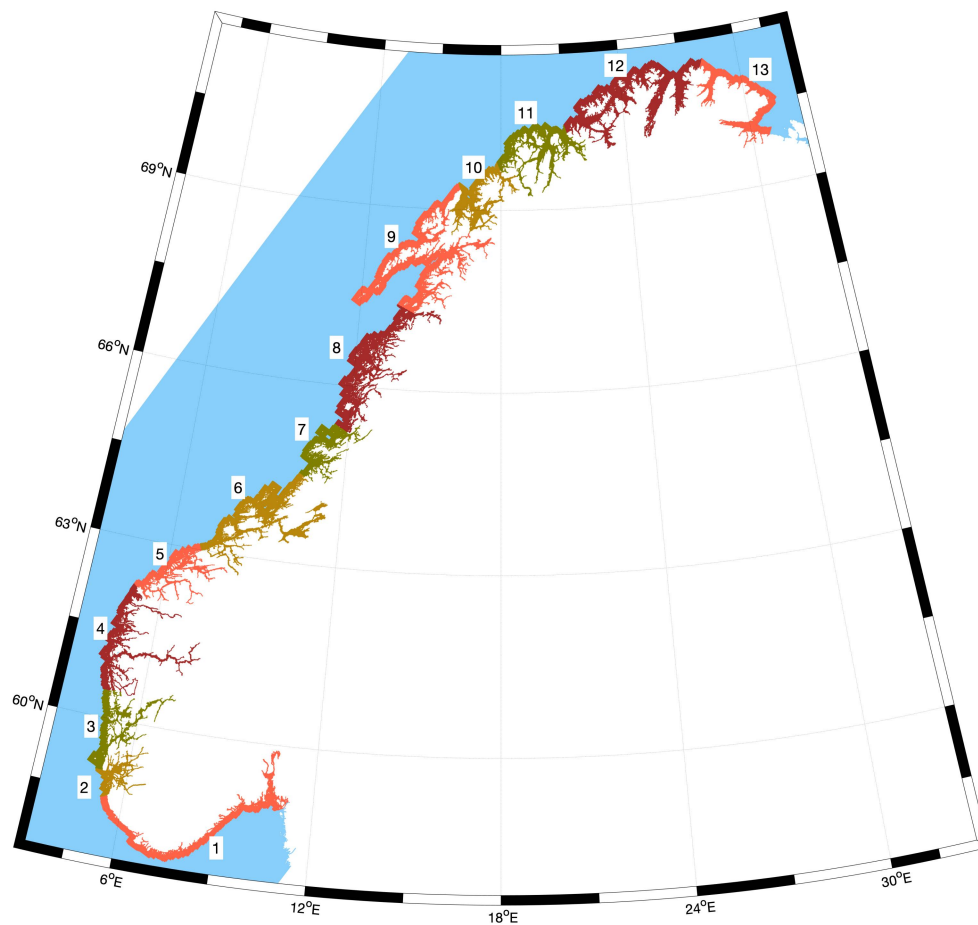
1	Introduksjon	5
2	Validering av modellsystemet	7
	2.1. Målt og modellert strøm i Hardangerfjorden	7
	2.2. Målt og modellert saltholdighet og temperatur	10
3	Fjordfylling i sentrale fjorder	14
	3.1. Oppsummering av fjordfyllingsresultatene fra de største fjordene for april-juli 2024	14
4	Vurdering av miljøforholdene for hvert produksjonsområde i 2024	19
	Produksjonsområde 1: Svenskegrensen - Jæren	19
	Produksjonsområde 2: Ryfylke	19
	Produksjonsområde 3: Karmøy - Sotra	20
	Produksjonsområde 4: Sotra - Stadt	20
	Produksjonsområde 5: Stadt - Hustadvika	20
	Produksjonsområde 6: Nordmøre - Sør-Trøndelag	20
	Produksjonsområde 7: Nord-Trøndelag - Bindal	20
	Produksjonsområde 8: Helgeland - Bodø	20
	Produksjonsområde 9: Vestfjorden - Vesterålen	21
	Produksjonsområde 10: Andfjorden - Senja	21
	Produksjonsområde 11: Kvaløya - Loppa	21
	Produksjonsområde 12: Vest-Finnmark	21
	Produksjonsområde 13: Øst-Finnmark	22
5	Referanser	23
	Appendiks A	24
	Produksjonsområde 1: Svenskegrensen - Jæren	25
	Produksjonsområde 2: Ryfylke	28
	Produksjonsområde 3: Karmøy - Sotra	32
	Produksjonsområde 4: Sotra - Stadt	36
	Produksjonsområde 5: Stadt - Hustadvika	40
	Produksjonsområde 6: Nordmøre og Sør-Trøndelag	44
	Produksjonsområde 7: Nord-Trøndelag - Bindal	48
	Produksjonsområde 8: Helgeland - Bodø	52
	Produksjonsområde 9: Vestfjorden - Vesterålen	56
	Produksjonsområde 10: Andfjorden - Senja	60
	Produksjonsområde 11: Kvaløya - Loppa	64
	Produksjonsområde 12: Vest-Finnmark	68
	Produksjonsområde 13: Øst-Finnmark	72
	Appendiks B	77
	Appendiks C	91

1 - Introduksjon

Denne rapporten beskriver det fysiske miljøet langs norskekysten med fokus på sjøtemperatur, saltholdighet og strøm, både fra observasjoner og numeriske modellresultater fra modellsystemet Norkyst (f.eks. Asplin m.fl. 2020, Albretsen m.fl. 2011, Myksvoll m.fl. 2018 og 2020, Dalsøren m.fl. 2020). Oppsummering av forholdene i hvert produksjonsområde gjøres gjennom tidsserier av modellert overflatetemperatur, -saltholdighet og ferskvannsavrenning for perioden 2012-24. Sjøtemperatur påvirker lakselusas vekst og utviklingshastighet, mens ferskvannspåvirkning indikerer i hvilken grad villfisk kan beskyttes av et brakkvannslag som lakselusene unnviker. Strømforholdene er essensielle for spredningen av lakselus i sine nauplius- og kopepoditt-stadier, og spesielt er langsgående strøm i fjordene viktig for forflytninger fra ytterst til innerst, eller omvendt.

Dette er en oppdatering av tidligere og årlige rapporter til Ekspertgruppen om de fysiske oseanografiske forholdene for vurdering av lakselus-indusert villfiskdødelighet i de 13 produksjonsområdene langs Norskekysten (Trafikklyssystemet).

Tidsserier for sjøtemperatur og saltholdighet i overflaten er beregnet som romlige midler innen de fastsatte produksjonsområdene (områdene er markert med ulike farger i Figur 1). I tillegg er alle verdier midlet over kalendermåneder.



Figur 1. Kart over produksjonsområdene (inndelt med ulike farger).

I forrige beskrivelse av miljøtilstanden fra september 2023 (Albretsen m.fl. 2023) ble en ny modellversjon av Norkyst (versjon 3) brukt og presentert sammen med valideringsresultater. Norkyst utvikles av både Meteorologisk institutt (MET) og Havforskningsinstituttet (HI) sammen der MET opererer versjonen som produserer daglige varsler, mens HI har etablert et lengre historisk modellarkiv fra 2012 til midten av august 2024. Årets data er hentet ut fra enda en ny simulering for hele perioden fom. 2012 ettersom nye forbedringer er inkludert i modelloppsettet siden forrige rapport. Ettersom vi ikke kan referere til dokumentasjon som beskriver det nye modellsystemet fullt enda (egen artikkel er under utarbeidelse), er det neste kapitlet viet til modellvalidering mot måledata fra kystområder og enkelte fjorder.

Aktuell miljøtilstand fra de numeriske modellsimuleringene med Norkyst for hvert produksjonsområde er plottet for tidsperioden januar 2012 til og med august 2024. Figurene presenteres for hvert produksjonsområde bakerst i dokumentet.

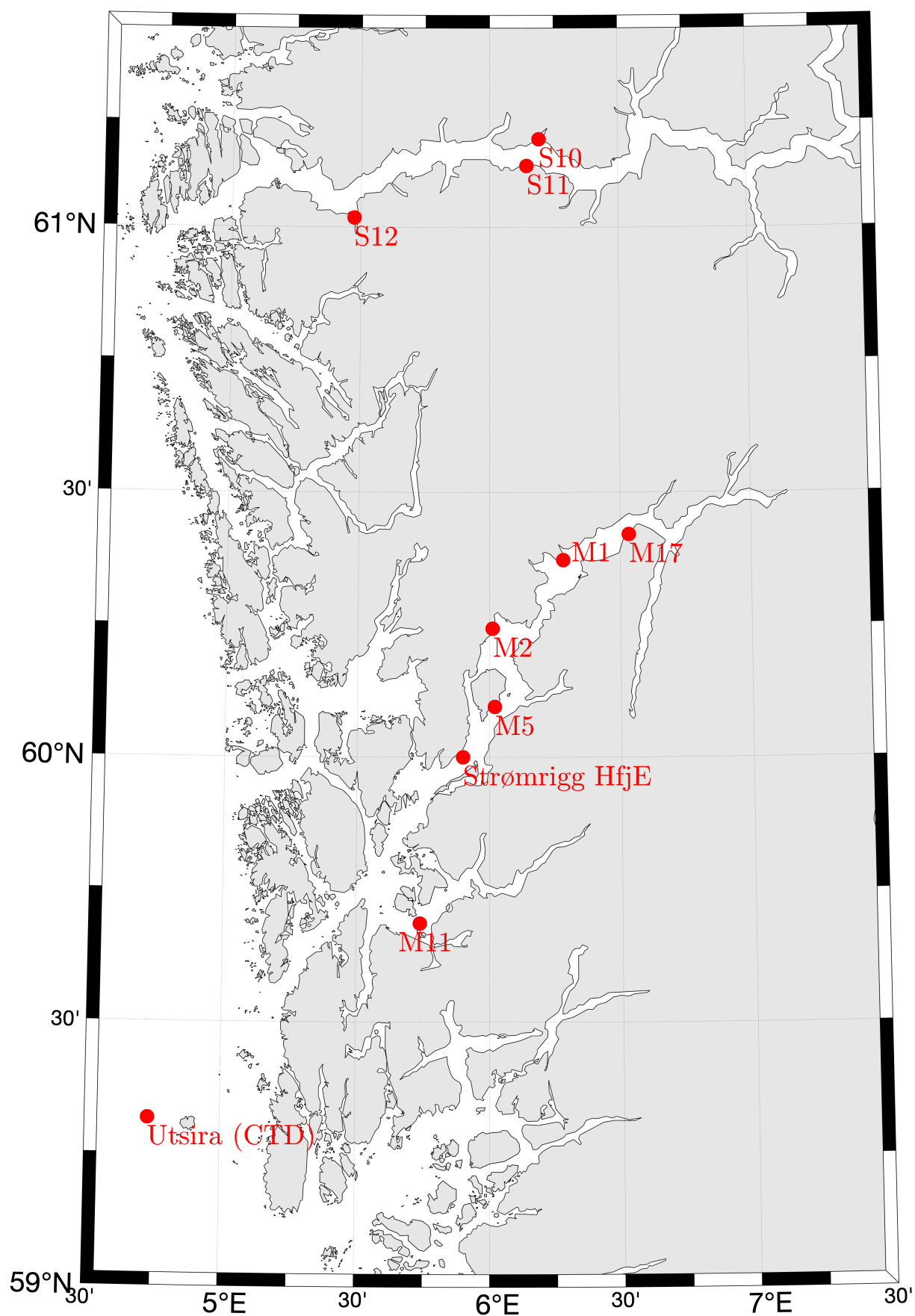
2 - Validering av modellsystemet

Strømmen av vann i de øverste 10-20 m bestemmer hvor den pelagiske lakselusa forflyttes. Strømmene kan være periodevis sterke og rettet både innover og utover fjordene. Drivkreftene for strøm er ferskvannsavrenning, vind, tidevann og trykkforskjeller mellom fjord- og kystvannet. Sistnevnte oppstår siden Den norske kyststrømmen er lagdelt og påvirkes av vinddreivet opp- eller nedstuving (se f.eks. Asplin m.fl. 2014, Asplin m.fl. 2020 eller Sætre 2007).

Saltholdigheten er viktig grunnet lakselusa sin unnvikelse av vann med lave saltholdighetsverdier. Sjøtemperatur kan indikere vekstforholdene for lakselusene samt utviklingshastigheten. Valideringen i dette kapitlet fokuserer derfor på strøm, saltholdighet og temperatur nær overflaten siden det er der mesteparten av lakselusene oppholder seg.

2.1. Målt og modellert strøm i Hardangerfjorden

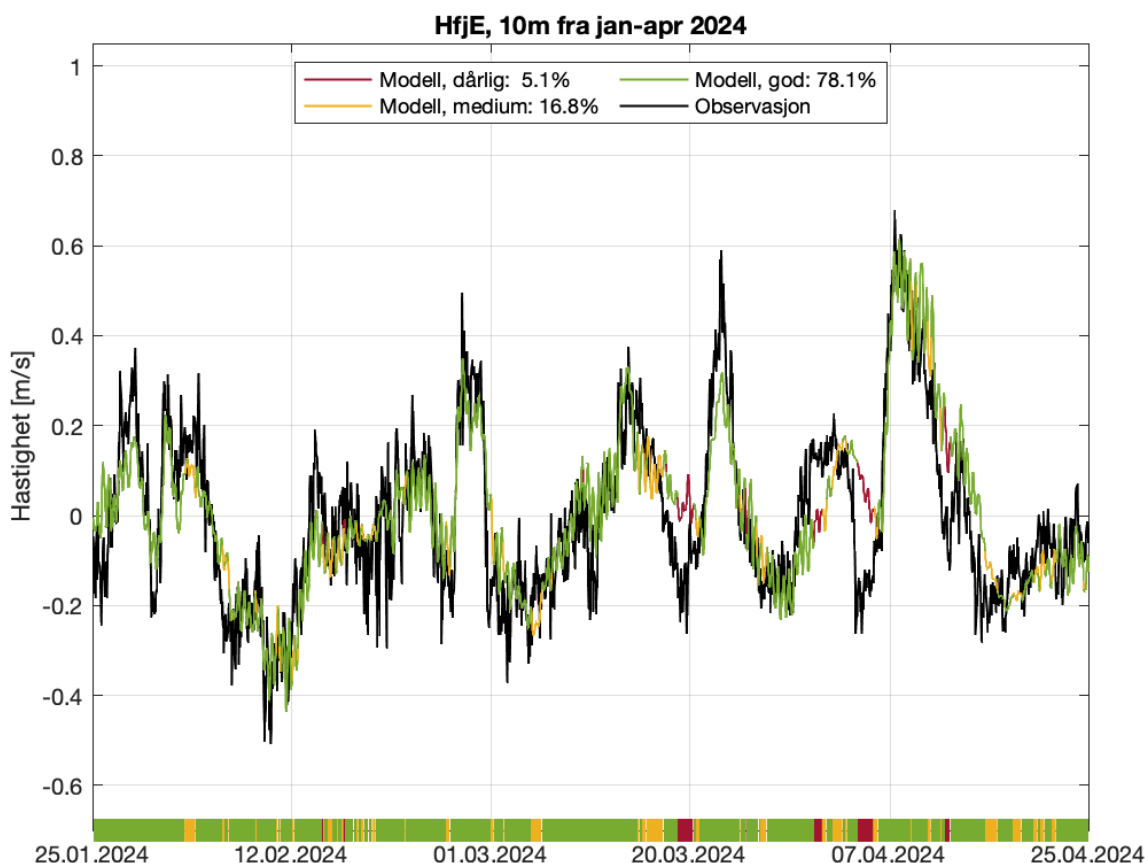
I Hardangerfjorden har HI målt strøm i flere år ved lokaliteten Hardangerfjorden Øst (HfjE) nær Rosendal (Figur 2). Disse målingene gir en indikasjon på om lakselusene fraktes innover eller utover i Hardangerfjorden. En presis gjengivelse i modellen av de målte strømhastighetene er viktig for at drift og spredning av lakselus skal kunne modelleres realistisk. Selv om alle de norske fjordene har sine særegne strømmønstre og transportveier, vil en god validering av strøm utenfor Rosendal bety både at modellen gjenskaper strømforholdene realistisk i hele Hardangerfjorden samt at vi kan forvente tilsvarende kvalitet også i andre større fjordsystemer.



Figur 2. Kart som viser posisjonen til strømriggeren Hardangerfjorden Øst (HfjE) utenfor Rosendal, posisjonene til den faste hydrografiske stasjonen (CTD) utenfor Utsira samt posisjon til de saltholdighet- og temperatur-målingene som er utført i forbindelse med utsett av smoltbur og vist i Appendiks C (M-numrene i Hardangerfjorden og S-numrene i Sognefjorden).

Vi ønsket å sammenlikne målt og modellert strøm i smoltutvandrings-perioden mai og juni 2024, men grunnet tekniske problemer med strømmåleren etter april, har vi i stedet sett på perioden fra slutten av januar til slutten av april. Målingene fra 25/1 til 25/4 2024 fra 10m dyp viser at strømmene varierer en hel del i tid (Figur 3). Vi ser at det har vært korte (~én dag) og lengre (opptil en uke) perioder med både inn- og utstrømming. På 10m dyp vil den dominerende kraften som avgjør strømretning og styrke være trykk- (dvs. tetthet-/saltholdighet) gradienter/forskjeller. Strømmen kan også være noe påvirket av kraftige og langvarige vindepisoder. Sammenligningen i Figur 3 viser at Norkyst stemmer svært godt overens med målingene. Ved å bruke evalueringsmetoden beskrevet i Dalsøren m.fl. (2020) med tre dagers evalueringsvindu og $\lambda_{crit}=0.05$ får vi at modellen er god i 78% av tidsperioden. Det er kun unntaksvis, beregnet til 5% av tiden, at modellen ikke samsvarer godt med målingene. Vi ser også at alle de store innstrømmingsepisodene i slutten av februar, i slutten av mars og andre uka i april gjenskapes med høy presisjon i modellen.

Vi vil påpeke at selv om modellen angir perioder med feil strømretning midt i Hardangerfjorden i enkelte perioder, betyr ikke dette nødvendigvis at alle lakselus i lakselus-modellen spres i feil retning. Det er gjerne variasjon både i strømforholdene på tvers av fjorden og hvor mye inn- eller utstrømmingen i fjorden varierer. Årsaken til at modellen kan bomme på strømretningen er sammensatt, men stort sett kan man knytte dette til unøyaktigheter i de ulike drivkreftene som modellen har (dvs. inngangsdata fra atmosfæremodell, hydrologiske data eller storskala havmodell).



Figur 3. Tidsserie med målt strøm (sort linje) og modellert strøm fra Norkyst (farget linje) utenfor Rosendal i Hardangerfjorden fra 25/1-25/4 2024. Komponenten som går langs fjordaksen er vist slik at styrke over 0m/s angir strøm innover fjorden, mens styrke under 0m/s angir strøm ut fjorden. Fargene på modellens strømstyrke er basert på hvor godt de korresponderer med målingene. Grønn farge indikerer at modell og måling samsvarer bra i retning og styrke, gul farge at de samsvarer i retning og ikke helt i styrke, mens rød farge indikerer at modell og måling har ulik retning tidsmidlet over tre dager.

2.2. Målt og modellert saltholdighet og temperatur

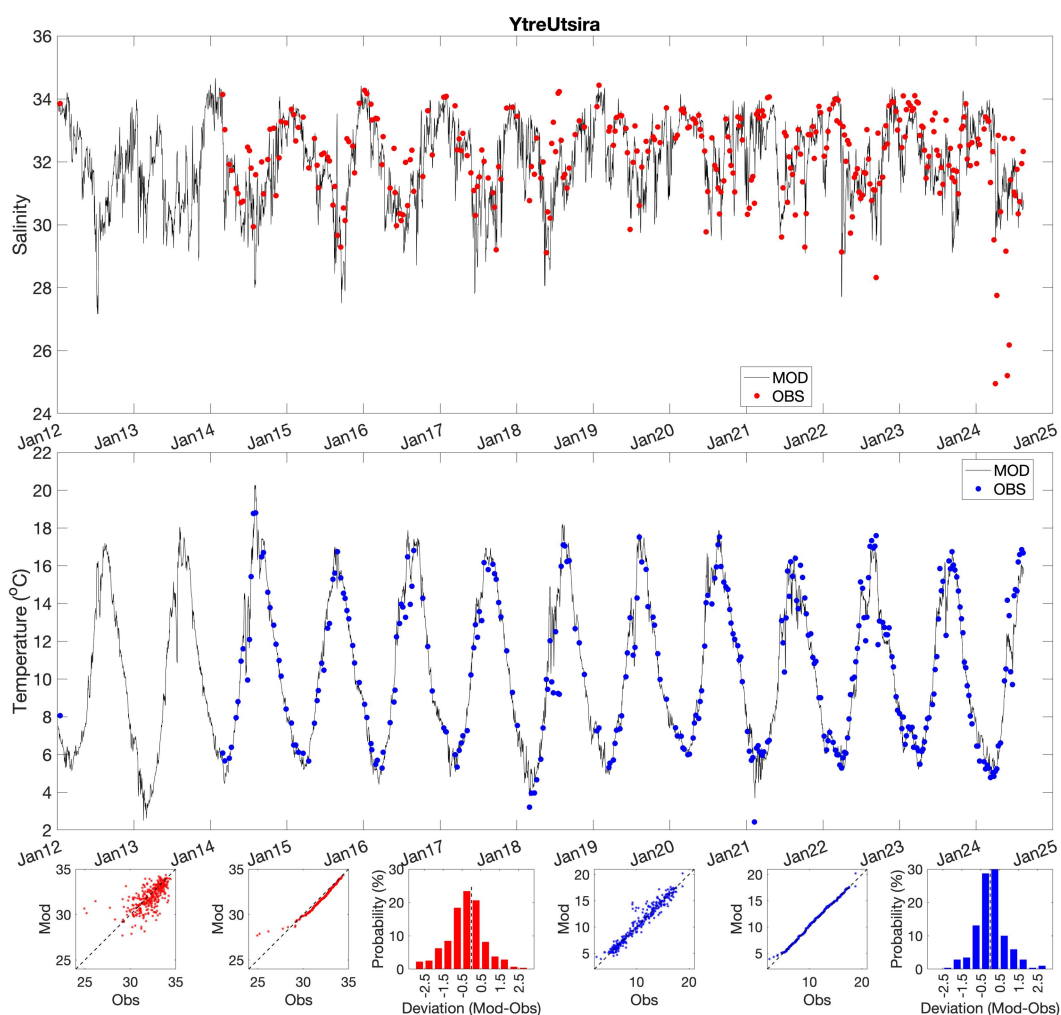
At modellsystemet klarer å gjengi realistiske saltholdigheter i fjordene og langs kysten er viktig for at lakselusmodellen skal klare å reprodusere fordelingen av lus i vannmassene, både de geografiske forskjellene i fjordsystemene og vertikalplassering av lus i vannsøyla (siden lakselus i følge bl.a. Crosbie m.fl. 2019 unnviker vann med lav saltholdighet). Temperatur har stor betydning for vekstforholdene for lakselus samt hvor raskt de utvikler seg i de ulike vekstfasene. Både temperatur og saltholdighet påvirker tettheten til sjøvann og horisontale forskjeller i tetthet setter opp strømmer som har stor betydning for transportmønsteret i fjordene og langs kysten i tillegg til f.eks. ferskvannsavrenning, vind og tidevann. Innstrømmingsepisodene som er beskrevet i kap. 2.1 og 3 kan være drevet av variasjoner i saltholdighet.

Når det gjelder å vurdere hvor realistisk saltholdighet og temperatur er i modellsystemet, så viser Figur 4 en sammenligning mot målte verdier fra den faste målestasjonen utenfor Utsira fra 10m dyp (posisjonen er angitt i Figur 2, og data er tilgjengelig fra <http://www.imr.no/forskning/forskningsdata/stasjoner>). På denne lokaliteten utenfor Vestlandskysten strømmer vannet nordover, og dette vannet har stor innvirkning på vannet inne i f.eks. Hardangerfjorden. Både sesongvariabiliteten og de hurtige skiftene grunnet innstrømming av vann sør- og

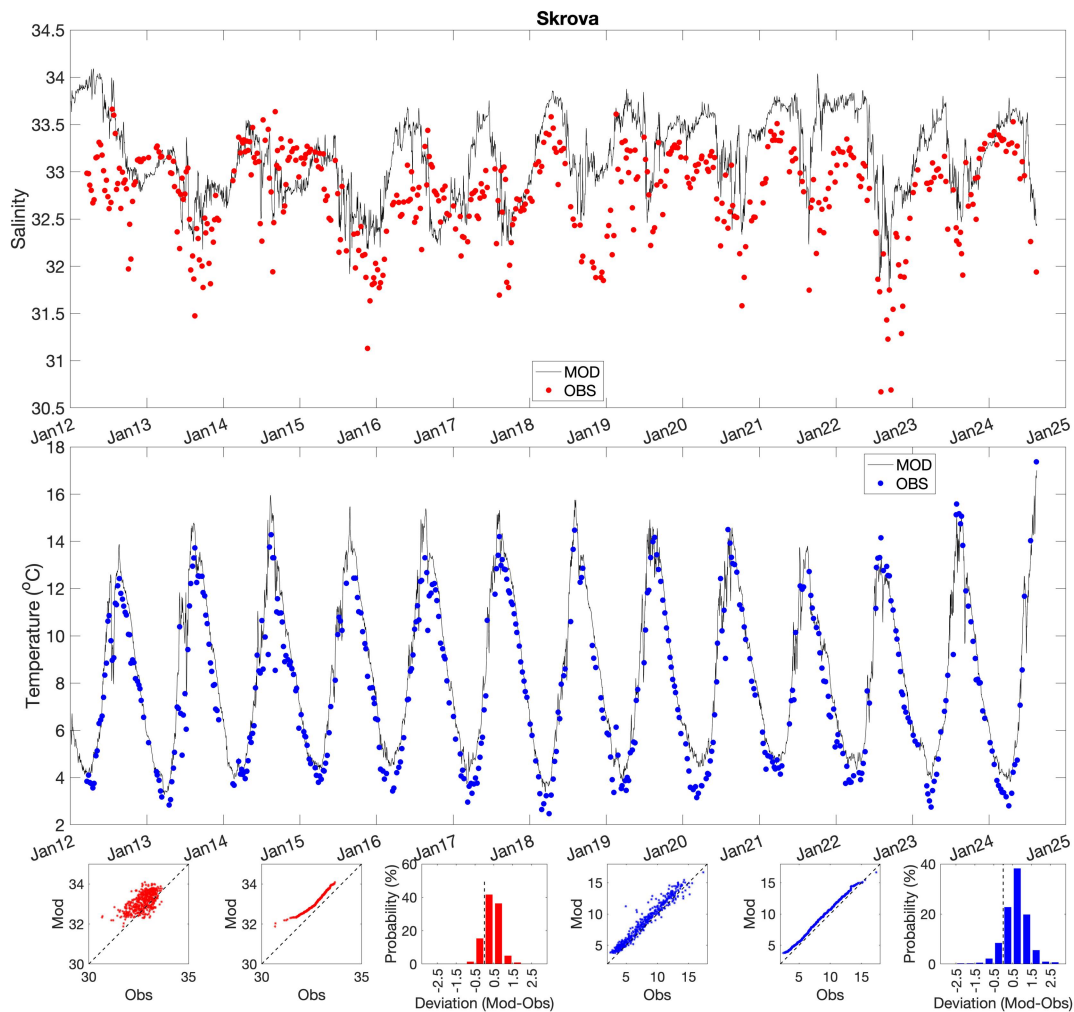
vestfra fanges godt opp i modellen. Statistisk over tid så er det full overenstemmelse mellom måldata og modelldata selv om modellen kan bomme litt på enkelte skifter i tid. De fleste modellerte saltholdighetene har avvik mindre enn 1 (psu), mens modellens temperatur for det meste er innenfor $\pm 0,5$ °C i forhold til målingene. Dette er avvik lavere enn den naturlige variabiliteten.

Tilsvarende sammenlikning av modellert saltholdighet og temperatur er utført mot måldata fra Skrova i Lofoten. Også her fanger modellen opp det meste av variabiliteten på både kort og lengre tidsskala (Figur 5). En vesentlig forskjell fra Utsira er at saltholdighetene ikke er så variable ved Skrova, og at modellen antyder en liten overestimering av verdiene. Avvikene i modellen er fortsatt stort sett mindre enn 0,5 psu og 0,5 °C. Merk også at tidsseriene fra Skrova viser de rekordhøye temperaturene i slutten av juli og begynnelsen av august.

Tilsvarende grafikk fra 10m dyp fra de andre faste målestasjonene langs Norskekysten er plassert i Appendiks C.



Figur 4. Sammenligning av målte og modellerte saltholdigheter (rød grafikk) og temperaturer (blå grafikk) utenfor Utsira fra 10m dyp. Øverste og midterste panel viser tidsserie av hhv. saltholdighet og temperatur fra 2012-24 der røde og blå sirkler er måldata, mens de sorte linjene angir modellerte verdier. Panelene nederst viser spredningsdiagram (målt verdi mot modellert verdi til samme tid), qq-plott (målt verdi mot modellert verdi etter at alle verdier er rangert fra minst til størst) og histogram av modellens avvik i forhold til målingene for både saltholdighet (røde) og temperatur (blå).



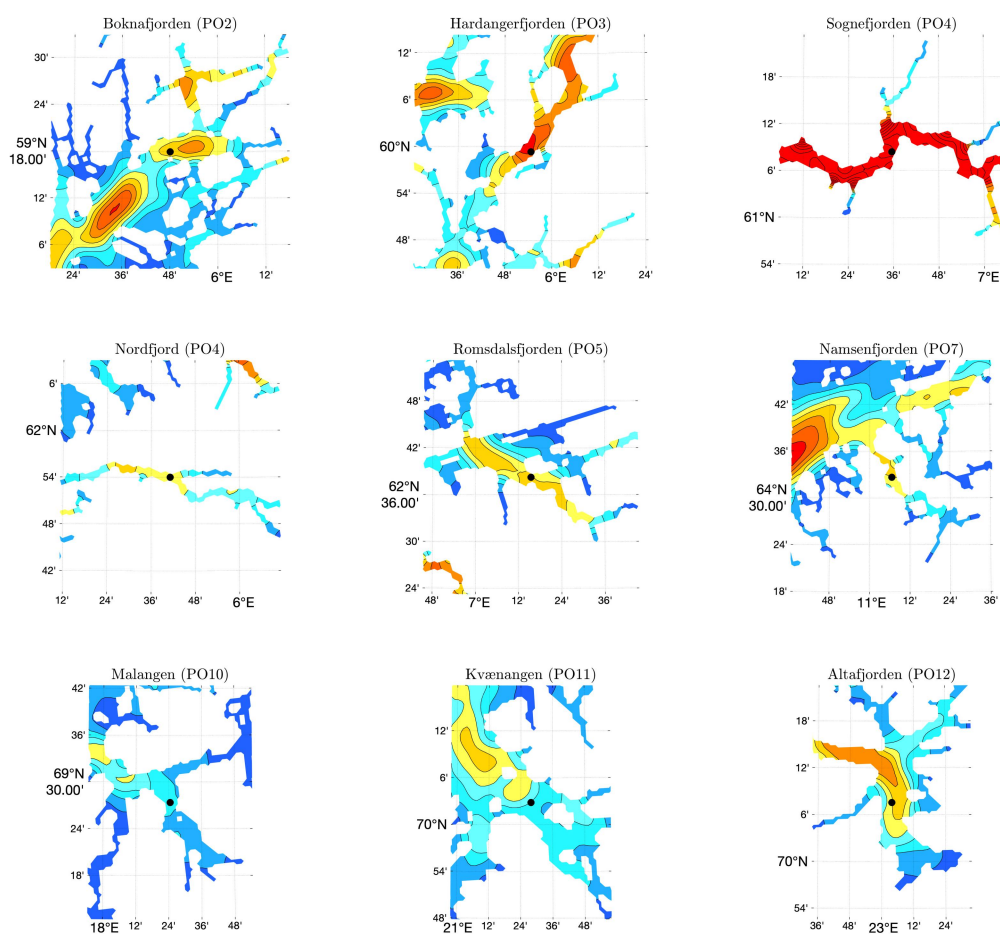
Figur 5. Samme som Figur 4, men alle verdiene er hentet fra den faste målestasjonen utenfor Skrova i Lofoten.

Det har vært plassert Star-Oddi DST CT målere for saltholdighet (konduktivitet) og temperatur på opphenget til en rekke smoltbur i Hardangerfjorden og Sognefjorden. Star-Oddi-sensorene har ifølge produsenten en nøyaktighet for saltholdighet på 0,02 psu og $\pm 0,1$ °C. Et representativt utvalg av målte tidsserier av saltholdighet og temperatur er presentert i Appendiks C sammen med korresponderende verdier fra Norkyst. Resultatene viser at kvaliteten på Star Oddi-målerne har stort sett vært god ved at sammenligningen med noen få RBR-sondedata er konsistente og det er mindre drift og støy i særlig saltholdighetsverdiene. Drift mot lavere saltholdighet er som regel et resultat av begroing på sensoren (biofouling). Vi finner også at resultatene fra Norkyst stemmer godt overens med observasjonene. Spesielt temperaturverdiene på 1m dyp fra Norkyst passer svært godt med de målte verdiene, og det er kun unntaksvis og i korte perioder på 1-2 dager at avvik i temperatur er over 0,5°C. Når det gjelder saltholdighet, så responderer ikke alltid modellen nok på de raske og store skiftene i overflatesaltholdighet. Variabiliteten i saltholdighet på 1m dyp på smoltbur-lokalitetene er stor, og raske skift på ± 10 psu i løpet av 2-3 dager kan forekomme. Hovedinntrykket fra tidsseriene er at det meste av variabiliteten er fanget opp i modellen, men at modellen kan enten respondere på disse skiftene litt forsinket eller for svakt. Avvikene kan skyldes flere ting, men den mest sannsynlige årsaken er unøyaktige hydrologiske

data (NVE) som brukes som inngangsdata for elveavrenning i Norkyst.

3 - Fjordfylling i sentrale fjorder

Det kan være av betydning for smittepresset i de store fjordene om nettostrømmen er innover eller utover i smoltutvandringsperioden. Fra modellresultatene med Norkyst har vi beregnet relativ tid med inn- og utstrømming for månedene april til juli i årene 2012-24. Dette har vi gjort for fjordene i PO2 (Nedstrandsfjorden/Boknafjorden), PO3 (ved Rosendal i Hardangerfjorden), PO4 (både ved Balestrand i Sognefjorden og ved Isefjorden i Nordfjord), PO5 (ved Sekken i Romsdalsfjorden), PO7 (ved Otterøya i Namsenfjorden), PO10 (Malangen), PO11 (Kvænangen) og PO12 (Altafjorden). Paneler med kart som viser de valgte fjordlokalitetene er vist i Figur 6, tidsserier av langs fjord strømkomponent som antyder inn- eller utstrømming er vist i Appendiks B og detaljene er gjengitt i Tabell 1.



Figur 6. Kart som viser lokalitetene (sorte prikker) der langsgående strømkomponent er hentet fra Norkyst. Fargene viser bunndypet som er brukt i modellen.

3.1. Oppsummering av fjordfyllingsresultatene fra de største fjordene for april-juli 2024

Vi definerer her fjordfylling som innstrømming over tid, dvs. én uke eller mer, og vi bruker strømmen ved 10m dyp som utgangspunkt ettersom overflatevannet varierer mer frem og tilbake på grunn av elveavrenning og

vind. Basert på modellsystemet Norkyst har vi estimert at det oppstod en markant fjordfylling de to første ukene av april, første uka i mai og de siste to ukene i juni i Hardangerfjorden (PO3), den andre uka og første halvdel av mai i Sognefjorden (PO4), de to siste ukene og hele mai i Nordfjord (PO4), de tre siste ukene i mai og første uka i juni i Romsdalsfjorden (PO5) og de to siste ukene i mai og første uka i juni i Namsenfjorden (PO7).

For de nordligste produksjonsområdene har vi også sett på fjordfyllingen i juli grunnet senere smoltutvandring enn i sør, og vi har estimert at det har vært innstrømming i hele mai og juni i Malangen (PO10), hele juni og juli i Kvæningen (PO11) og hele april i Altafjorden (PO12). Utenom dette fungerer fjorddynamikken slik at strømmene går frem og tilbake i fjordene, og ulike hendelser i forhold til forflytning av smittepress fra lakselus kan passe i tid med korte inn- eller utstrømmingsepisoder.

Langvarig innstrømming på 10m dyp betyr at det går en kompenserende utstrømming i et annet dyp. I brede fjorder kan strømmen også gå i motsatt retning langs den andre bredden (pga. effekt av jordrotasjon og avrenning, som i f.eks. Kvæningen og Altafjorden). Uansett er poenget vårt her at i langvarige perioder med innstrømming kan lus transporteres langt inn i fjorden fra oppdrettsanlegg utenfor eller i ytre deler av fjorden.

Tabell 1. Oppsummering av resultatene for opptellingen av andel tid med innstrømming for de utvalgte fjordene med spesielt fokus på april-juni 2024 (april-juli for fjordene i PO10-PO13).

Fjordlokalitet	Hva lokaliteten representerer?	Normal sirkulasjon	Status for april-juli 2024
Nedstrandsfjorden innenfor Boknafjorden (PO2) (se figur B1 og B10)	Den nordlige delen av PO2, og mye av transportene i fjordene innenfor (Vindafjorden, Sandsfjorden, Jelsafjorden)	Vanntransportene i overflaten går for det meste utover (ca. 70% av tiden), mens de i 10m dyp er omtrent likt fordelt mellom inn- og utstrømming. Vedvarende inn- eller utstrømming i 10m dyp kan forekomme i perioder på flere uker.	En rekke episoder med både inn og utstrømming i april-juni 2024. Summen av tid med strøm inn/ut skiller seg ikke mye ut for de foregående årene, og andel inn- og utstrømming i 10m dyp var helt lik i alle månedene april til juni.

Hardangerfjorden (PO3) (se figur B2 og B11)	Store deler av Hardangerfjorden	Vanntransportene i overflaten går for det meste utover (ca. 70% av tiden), mens de i 10m dyp er omtrent likt fordelt mellom inn- og utstrømming. Vedvarende inn- eller utstrømming i 10m dyp kan forekomme i perioder på flere uker.	Månedene april til juni 2024 opplevde omtrent like mye innstrømming som utstrømming og jevnt fordelt mellom månedene og mellom 1 og 10m dyp. Der var en markant innstrømmingsepisode andre uka i april i hele overflatelaget. Denne ble også målt fra ADCP (Figur 3).
Sognefjorden (PO4) (se figur B3 og B12)	Store deler av Sognefjorden	Vanntransportene i overflaten går for det meste utover (ca. 70% av tiden), mens de i 10m dyp er omtrent likt fordelt mellom inn- og utstrømming. Vedvarende inn- eller utstrømming i 10m dyp kan forekomme i perioder på flere uker.	I 2024 er det normal variabilitet i inn- og utstrømmingsepisoder i både 1 og 10m dyp, og ingen av månedene skiller seg spesielt ut fra hva som er registrert tidligere år. De to første ukene i mai ser vi at der har vært vedvarende innstrømming i 10m dyp.
Nordfjord (PO4) (se figur B4 og B13)	Store deler av Nordfjord og innover Hundvikfjorden	Vanntransportene i overflaten går for det meste utover (ca. 90% av tiden), mens de i 10m dyp er mer likt fordelt mellom inn- og utstrømming hhv. 40 og 60% av tiden. Vedvarende inn- eller utstrømming i 10m dyp kan forekomme i perioder på flere uker.	I 2024 strømmer det stort sett utover i overflaten som normalt, mens der er en vedvarende innstrømming i 10m dyp som varer fra midten av april til slutten av mai.

Romsdalsfjorden (PO5) (se figur B5 og B14)	Store deler av Romsdalsfjorden, Storfjorden utenfor og Langfjorden	Vannttransportene i overflaten går for det meste utover (ca. 80% av tiden). I 10m dyp er strømmen også hovedsakelig rettet utover like mye av tiden, men mer ujevnt fordelt enn i overflaten. Vedvarende lengre perioder med innstrømming i 10m dyp kan forekomme.	I 2024 strømmer det stort mest utover i overflaten som normalt, mens der er en vedvarende innstrømming i 10m dyp som varer fra begynnelsen av mai til rundt 10. juni.
Namsenfjorden (PO7) (se figur B6 og B15)	Store deler av Namsenfjorden	Vannttransportene i overflaten går for det meste utover (ca. 95% av tiden), mens de i 10m dyp er omtrent likt fordelt mellom inn- og utstrømming.	På 1m dyp strømmet så å si alt vann utover i fjordsystemet som normalt. I 2023 var der jevnt med innstrømmings-episoder i 10m dyp i april, mai og juni.
Malangen (PO10) (se figur B7 og B16)	Innerste delen av Malangen innenfor Straumsfjorden	Vannttransportene i overflaten går for det meste utover (95% av tiden), mens de i 10m dyp er omtrent likt fordelt mellom inn- og utstrømming.	I 2024 var der så å si kun utstrømming i 1m dyp hele perioden som normalt, mens det i 10m dyp var mest utstrømming i april og mest innstrømming i mai og juni. I juli varierte det mer mellom inn- og utstrømming.

Kvæningen (PO11) (se figur B8 og B17)	Store deler av Kvæningen innenfor Haukøya-Rødøya. NB: Lokaliteten i Kvæningen er satt primært for å fange opp innstrømmingen på vestsiden av fjorden. Området lenger øst vil ha vesentlig høyere andel utstrømming ettersom transportene i fjordene har store gradienter øst-vest.	Vanntransportene i overflaten er omtrent likt fordelt mellom inn- og utstrømming, mens det er en liten overvekt av innstrømming i 10m dyp i forhold til utstrømming. Mønsteret for innstrømming er relativt likt mellom 1 og 10m dyp, mao. strømmene går ofte i samme retning.	I 2024 var det relativt lite innstrømming i. april og mai i 1m dyp og noe mer i juni og juli. I 10m dyp var det uvanlig lite innstrømming i april og mai, og motsatt i juni og juli med vedvarende innstrømming, riktignok med svak strøm.
Altafjorden (PO12) (se figur B9 og B18)	Store deler av Altafjorden innenfor Altenes. NB: Lokaliteten i Altafjorden er satt for å primært fange opp innstrømmingen på vestsiden av fjorden. Området lenger øst vil ha vesentlig høyere andel utstrømming ettersom transportene i fjordene har store gradienter øst-vest.	Vanntransportene i overflaten går oftest innover (ca. 75% av tiden), mens det er jevnt fordelt mellom inn- og utstrømming i 10m dyp.	Normal vanntransport i 1m dyp hele perioden april-juli 2024 med nesten bare innstrømming. I 10m dyp varierte dette med mye innstrømming i april (fulgte overflatestrømmen) og jevnt fordelt i mai, juni og juli mellom inn- og utstrømming.

4 - Vurdering av miljøforholdene for hvert produksjonsområde i 2024

Oppsummering for alle produksjonsområdene:

Temperaturforholdene i 2024 har delt landet i to. I produksjonsområdene 1-7, dvs. fra Sørlandet til Nord-Trøndelag, har vinteren hatt omtrent normale temperaturer, mens det ble raskt varmt i mai pga. den varme værtypen. Etterfølgende periode juni, juli og august har typisk hatt lavere temperaturer enn normalt for de sørligste PO'ene. For PO'ene 8-13 har stort sett hele sommeren fra mai/juni vært varmere enn normalt etter en noe kald vinter. Spesielt varmt vær har det vært siste halvdel av juli og starten av august, og dette har gitt ekstremt høye sjøtemperaturer på sensommeren i hele Nordland, Troms og Finnmark.

I smoltvandrings-perioden mai og juni, har saltholdighetene i overflaten stort sett vært lavere enn normalt i fjordene sør for Trondheimsfjorden i mai og mer normale i juni. I Trøndelag og Nordland har det vært normale saltholdigheter både i mai og juni, mens det hovedsakelig har vært lavere saltholdigheter enn normalt i samme periode i Troms og Finnmark. I tillegg bemerket PO10 og PO11 seg i juli med relativt høye saltholdigheter i fjordene grunnet lav vannføring fra elvene.

At tilstanden betegnes normal betyr at situasjonen liknet på middeltilstanden for årene 2012-23. Merk at alle verdier som er presentert som midler innen kalendermånedene kan skjule dynamiske hendelser med kortere tidsskala.

Figurene med verdier ligger i Appendiks A, men her er en oppsummering som tar for seg hvert produksjonsområde.

Produksjonsområde 1: Svenskegrensen - Jæren

De øvre vannmassene i dette store kystområdet langs Skagerrak har middeltemperaturer på rundt 16-18 °C om sommeren og 3-4 °C om vinteren. Vinteren 2024 hadde normal temperatur, mens mai var varm (2-3 °C varmere enn normalt) i hele området. Resten av sommeren var relativt kald.

Ferskvannsavrenningen til området var noe høyere enn normalt på forsommeren, og sammen med stor utstrømming av brakkvann fra Østersjøen, var brakkvannsstyrken høy (lav overflatesaltholdighet) i mai 2024.

Produksjonsområde 2: Ryfylke

Temperaturen i de øvre vannmassene ligger normalt på 15-16 °C om sommeren og 4-5 °C om vinteren. Vinteren 2024 hadde normal temperatur. Mai var relativt varm, mens juni og juli var litt kaldere enn normalt.

Både ferskvannsavrenningen til området og brakkvannsstyrken har vært relativt normal i hele 2024 frem tom. juli, delvis med unntak av noe lavere overflatesaltholdighet i mai. Merk at i Appendiks A er Jøsenfjorden merket med høye saltholdigheter i anomali-kartene for overflatesaltholdighet i 2024, mens alle nabofjordene har lav saltholdighet de samme månedene. Dette er en feil i modellen som skyldes at vi mangler data for elveavrenning fra NVE. Vi antar derfor heller at Jøsenfjorden følger samme mønster som nabofjordene (Sandsfjorden, Vindafjorden osv.).

Produksjonsområde 3: Karmøy - Sotra

Temperaturen i de øvre vannmassene ligger normalt på 15-16 °C om sommeren og 5-6 °C om vinteren. Vinteren 2024 hadde normal temperatur. Mai var relativt varm, mens juni og juli var litt kaldere enn normalt.

Ferskvannsavrenningen til området har vært lav hele vinteren og våren til starten av mai. Det har vært stor avrenning gjennom sommeren slik at brakkvannstyrken har vært høy. Både i mai og juni var det spesielt lave overflatesaltholdigheter inne i fjordene, mens brakkvannsstyrken var mer normal resten av sommeren.

Produksjonsområde 4: Sotra - Stadt

Temperaturen i de øvre vannmassene ligger normalt på 15-16 °C om sommeren og 5-6 °C om vinteren. Vinteren 2024 hadde normal temperatur. Mai var relativt varm, mens juni og juli var litt kaldere enn normalt.

Ferskvannsavrenningen til området har vært lav hele vinteren og våren til starten av mai. Det har vært stor avrenning gjennom sommeren slik at brakkvannstyrken har vært høy. Både i mai og juni var det spesielt lave overflatesaltholdigheter inne i fjordene, mens brakkvannsstyrken var mer normal resten av sommeren.

Produksjonsområde 5: Stadt - Hustadvika

Temperaturen i de øvre vannmassene ligger normalt på rundt 15 °C om sommeren og 5-6 °C om vinteren. Vinteren 2024 hadde normal temperatur. Mai var relativt varm, mens det resten av sommeren var normale temperaturer.

Ferskvannsavrenningen til området har vært lav hele vinteren og våren til starten av mai. I mai var brakkvannsstyrken spesielt høy sammen med veldig lave overflatesaltholdigheter. I juni og juli snudde dette slik at saltholdighetene inne i fjordene var noe høyere enn normalt.

Produksjonsområde 6: Nordmøre - Sør-Trøndelag

Temperaturen i de øvre vannmassene ligger normalt på 14-15 °C om sommeren og rundt 6 °C om vinteren. Vinteren 2024 hadde normal temperatur. Mai var relativt varm, mens det resten av sommeren var normale temperaturer.

Ferskvannsavrenningen til området har stort sett vært normal i hele 2024 frem til august. Brakkvannsstyrken har vært relativt normal hele perioden med unntak av høy verdi midt i mai. Dette henger sammen med de noe lave overflatesaltholdigheten i mai, mens det i juni var noe høye saltholdigheter i de fleste fjordene.

Produksjonsområde 7: Nord-Trøndelag - Bindal

Temperaturen i de øvre vannmassene ligger normalt på 13-14 °C om sommeren og 5-6 °C om vinteren. Vinteren 2024 hadde normal temperatur. Mens mai og starten av juni var veldig varm, var temperaturene relativt normale resten av sommeren.

Ferskvannsavrenningen til området har vært lavere enn normalt i hele 2024 frem til august. Dette har gitt en svak brakkvannsstyrke for hele perioden. Overflatesaltholdighetene var normale i mai, men høyere enn normalt i juni.

Produksjonsområde 8: Helgeland - Bodø

Temperaturen i de øvre vannmassene ligger normalt på rundt 13-14 °C om sommeren og rundt 5 °C om

vinteren. Vinteren 2024 hadde normal temperatur, men hele perioden fom. mai til august har vært en del varmere enn normalt i hele området.

Ferskvannsavrenningen til området har vært relativt normal i hele 2024 frem til august. Brakkvannsstyrken for hele området har også hatt normale verdier. Det samme gjelder overflatesaltholdigheten, men mens Vefsnfjorden-Ranfjorden og området innenfor Gildeskål hadde relativt lave saltholdigheter i mai, var disse verdiene noe høyere i juni.

Produksjonsområde 9: Vestfjorden - Vesterålen

Temperaturen i de øvre vannmassene ligger normalt på 12-13 °C om sommeren og rundt 5 °C om vinteren. Vinteren 2024 var litt kaldere enn normalt, men dette snudde i løpet av mai. Mens forsommeren var noe varmere enn normalt, var temperaturene ekstremt høye fra midten av juli.

Både ferskvannsavrenningen til området, brakkvannsstyrken og overflatesaltholdighetene har vært relativt normale i hele 2024 frem til august.

Produksjonsområde 10: Andfjorden - Senja

Temperaturen i de øvre vannmassene ligger normalt på rundt 12-13 °C om sommeren og rundt 4-5 °C om vinteren. Vinteren 2024 var litt kaldere enn normalt, men dette snudde i løpet av mai. Mens forsommeren var noe varmere enn normalt, var temperaturene ekstremt høye fra midten av juli.

Ferskvannsavrenningen til området var noe lavere enn normalt gjennom vinteren frem til og med april 2024, mens det var relativt høy avrenning i mai. Brakkvannsstyrken har vært litt lavere enn normalt gjennom vinteren, men var høy siste halvdel av mai, normal i første halvdel av juni og svært lav etter dette.

Overflatesaltholdighetene i alle fjordene var lavere enn normalt i mai og mer normale i juni med unntak av lave saltholdigheter i juni innenfor Senja. I juli var overflatesaltholdighetene relativt høye i alle fjordene grunnet lav vannføring i elvene.

Produksjonsområde 11: Kvaløya - Loppa

Temperaturen i de øvre vannmassene ligger normalt på rundt 11 °C om sommeren og rundt 4 °C om vinteren. Vinteren 2024 var litt kaldere enn normalt, men dette snudde i slutten av mai. Mens juni og juli var noe varmere enn normalt, var temperaturene ekstremt høye fra slutten av juli.

Ferskvannsavrenningen til området var noe lavere enn normalt gjennom vinteren frem til midt i mai 2024, mens det var relativt høy avrenning i slutten av mai og hele juni. Brakkvannsstyrken har vært normal gjennom vinteren, den var høy siste halvdel av mai og gjennom hele juni, men lav i juli. Overflatesaltholdighetene i alle fjordene var lavere enn normalt i mai og juni, mens de var relativt høye i fjordene i juli grunnet lav vannføring i elvene. Unntaket var Kvæningen i juli som hadde normale overflatesaltholdigheter.

Produksjonsområde 12: Vest-Finnmark

Temperaturen i de øvre vannmassene ligger normalt på 10-11 °C om sommeren og rundt 4 °C om vinteren. Vinteren og våren 2024 var litt kaldere enn normalt, mens juni og juli hadde nær normale temperaturer. Temperaturene var derimot ekstremt høye den siste halvdel av juli og første halvdel av august.

Ferskvannsavrenningen til området var noe lavere enn normalt gjennom vinteren frem til mai 2024, mens det

var relativt høy avrenning i mai og juni. Brakkvannsstyrken har vært normal gjennom hele 2024 frem til august med unntak av juni da verdiene var spesielt høye. Overflatesaltholdighetene i alle fjordene var normale i mai, de var en del lavere enn normalt i juni, mens de var nær normale i juli.

Produksjonsområde 13: Øst-Finnmark

Temperaturen i de øvre vannmassene ligger normalt på 10-11 °C om sommeren og rundt 4 °C om vinteren. Hele 2024 var litt kaldere enn normalt frem til en kraftig oppvarming siste halvdel av juli som også varte ut i august.

Ferskvannsavrenningen til området har vært relativt normal i 2024 frem til august. Brakkvannsstyrken har vært normal for den samme perioden, men den var noe høyere enn normalt i juni. Mens overflatesaltholdighetene i alle fjordene var normale i mai, hadde spesielt Tanafjorden og fjordene rundt Skogerøya noe lavere verdier enn normalt i juni.

5 - Referanser

- Albretsen J, Sperrevik AK, Staalstrøm A, Sandvik AD, Vikebø F, Asplin L (2011) NorKyst-800 report no. 1: User manual and technical descriptions. IMR Res Rep Ser Fisker og Havet 2/2011. Institute of Marine Research, Bergen. https://www.hi.no/resources/publikasjoner/fisken-og-havet/2011/fh_2-2011_til_web.pdf
- Albretsen J, Sandvik AD, Asplin L, Lien V, Skardhamar J (2022) NorKyst800: versjoner og arkiver - Oversikt over versjoner og arkiver av NorKyst800 som hittil er brukt for modellering av det fysiske miljø i norsk kystsoner - med fokus på implikasjoner for lakselusmodellen til Havforskningsinstituttet. Rapport fra havforskningen 2022-35. <https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2022-35>
- Albretsen J, Asplin L, Frøysa HG, Sandvik AD (2023) Fysisk oseanografiske forhold i produksjonsområdene for akvakultur - Oppdatering september 2023. Rapport fra havforskningen 2023-42. <https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2023-42>
- Asplin L, Johnsen IA, Sandvik AD, Albretsen J, Sundfjord V, Aure J & Boxaspen KK (2014) Dispersion of salmon lice in the Hardangerfjord, Marine Biology Research, 10:3, 216-225, doi: 10.1080/17451000.2013.810755
- Asplin L, Albretsen J, Johnsen IA, Sandvik AD (2020) The hydrodynamic foundation for salmon lice dispersion modeling along the Norwegian coast. Ocean Dynamics. doi: 10.1007/s10236-020-01378-0.
- Crosbie T, Wright DW, Oppedal F, Johnsen IA, Samsing F, Dempster T (2019) Effects of step salinity gradients on salmon lice larvae behaviour and dispersal. Aquacult Environ Interact 11, pp. 181-190, doi: 10.3354/aei00303.
- Dalsøren S, Albretsen J, Asplin L (2020) New validation method for hydrodynamic fjord models applied in the Hardangerfjord, Norway, Estuarine Coastal and Shelf Sci., 246, 107028.
- Gustafsson B, Stigebrandt A (1996) Dynamics of the freshwater-influenced surface layers in the Skagerrak. J. of Sea Res. 35 (1-3), pp. 39-53.
- Myksvoll MS, Sandvik AD, Albretsen J, Asplin L, Johnsen IA, Karlsen Ø, Kristensen NM, Melsom A, Skardhamar J, Ådlandsvik B (2018) Evaluation of a national operational salmon lice monitoring system - From physics to fish, PLoS ONE, 13, e0201338.
- Myksvoll MS, Sandvik AD, Johnsen IA, Skardhamar J, Albretsen J (2020) Impact of variable physical conditions and future increased aquaculture production on lice infestation pressure and its sustainability in Norway, Aquacult. Environ. Interact., 12, 193-204.
- Sætre R (2007) The Norwegian Coastal Current - Oceanography and Climate, Tapir Academic Press, 159 pp

Appendiks A

Figurene som beskriver tilstanden innen hvert produksjonsområde er her listet opp. Resultatene er summert opp i kapittel 3, men forklaringen for hver av de fire figurene som er vist for hvert produksjonsområde er:

1. Grafene for sjøtemperatur

Sjøtemperatur i overflaten er presentert både som tidsserie av døgnmidler fra inneværende år, 2024, samt som månedsvise temperaturanomalier for hele perioden tilbake tom. 2012. Det siste årets temperaturer er angitt sammen med normaltilstanden for hvert produksjonsområde, og normaltilstanden er definert som middelveiden for perioden 2012-23 +/- ett standardavvik. Anomaliene er beregnet ut fra månedlige midler for de samme 12 foregående årene, og i tillegg er de standardiserte ved bruk av månedlige standardavvik for de samme referanseårene. Anomaliene angir derfor avvik i sjøtemperatur i antall standardavvik i forhold til en normaltilstand for inneværende måned. Sjøtemperaturen som ligger til grunn for tidsseriene er beregnet som et romlig gjennomsnitt for den delen av produksjonsområdet som ligger innenfor de ytterste øyene.

Variabiliteten i sjøtemperatur kan indikere vekstforholdene for lakselusene samt utviklingshastigheten.

2. Kart over sommerens overflatetemperatur og avvik i overflatetemperatur

I tillegg til å presentere sjøtemperaturen som romlig aggregerte tidsserier, presenteres det også romlige kart av overflatetemperatur for hvert produksjonsområde. I tillegg til månedsklimatologi (2012-23) for mai, juni og juli vises siste års (2024) avvik fra disse. Denne anomalien er definert ved at negative verdier antyder at det siste året var kaldere enn årene før, mens positive verdier antyder at det siste året var varmere i overflaten enn de foregående årene.

3. Grafene for saltholdighet/ferskvannspåvirkning/brakkvannsstyrke

Innenfor hvert produksjonsområde er en indikator for brakkvannsstyrke sammenholdt med samlet vannføring fra alle hovedelver (kilde: NVE). Brakkvannsstyrken er avledet fra modellert overflatesaltholdighet der arealet av produksjonsområdet med verdi under 20 (psu) er summert opp og midlet for hver måned. Disse arealene av lavsaltholdighet-områdene er standardiserte ved bruk av middelveide og standardavvik for perioden 2012-23. Tilsvarende er avrenningen til fjord- og kystområdene innenfor hvert produksjonsområde oppsummert for hver måned for perioden januar 2012 til og med juli 2024 og standardisert på samme måte som de andre tidsseriene. Fortegnet på anomaliene vil kunne indikere om fjordsystemene i produksjonsområdene har vært eksponert for mye (positivt) eller lite (negativt) elveavrenning. Merk at man normalt har en sesongsyklus for ferskvannspåvirkning i fjordene med økt avrenning om våren (smelting i fjellet) og høsten (økt nedbør). Siden anomaliene er basert på årsmidler, så må disse tolkes med hensyn til dette. Av spesiell viktighet for smoltvandringen er mai og juni hvert år fremhevet i grafene samt at brakkvannsindikatoren for de to månedene hvert år fra 2012 til 2024 er presentert i et eget panel oppe til høyre.

4. Tidsserie av siste års brakkvannsstyrke

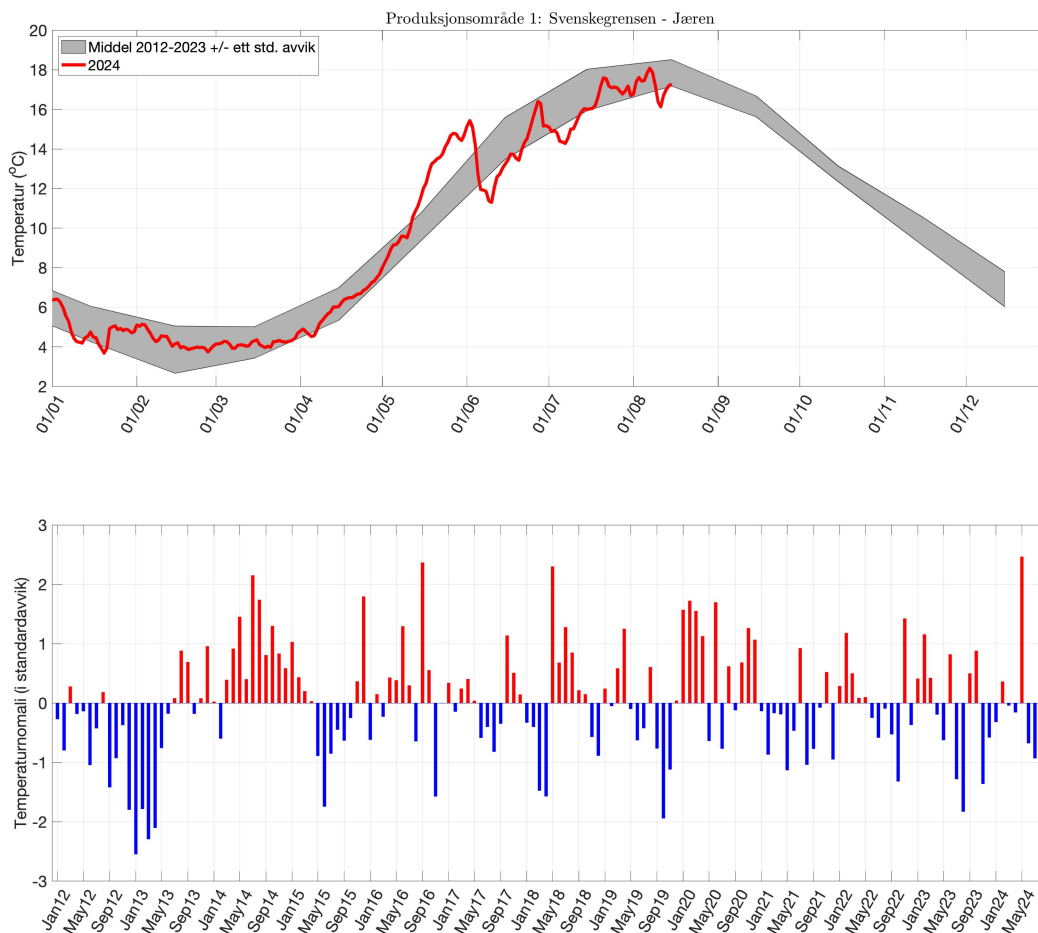
Som et supplement til de månedsvise søylediagrammene med brakkvannsstyrke som er normalisert slik at enheten er i antall standardavvik, så viser tidsserien av siste års verdier en mer detaljert utvikling over tid fra januar tom. juli 2024. Det siste årets brakkvannsindikator, dvs. daglig verdi av arealet til den delen av produksjonsområdet som har overflatesaltholdighet under 20, er angitt sammen med normaltilstanden, og normaltilstanden er definert som middelveiden for perioden 2012-23 +/- ett standardavvik innen hver kalendermåned.

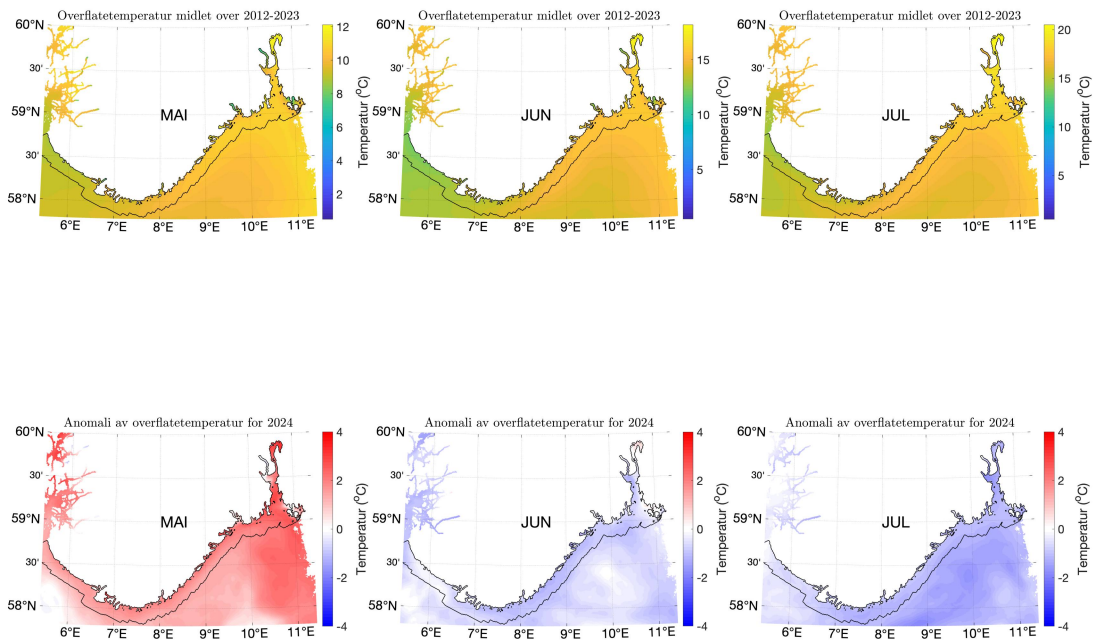
5. Kart over sommerens overflatesaltholdighet og avvik i overflatesaltholdighet

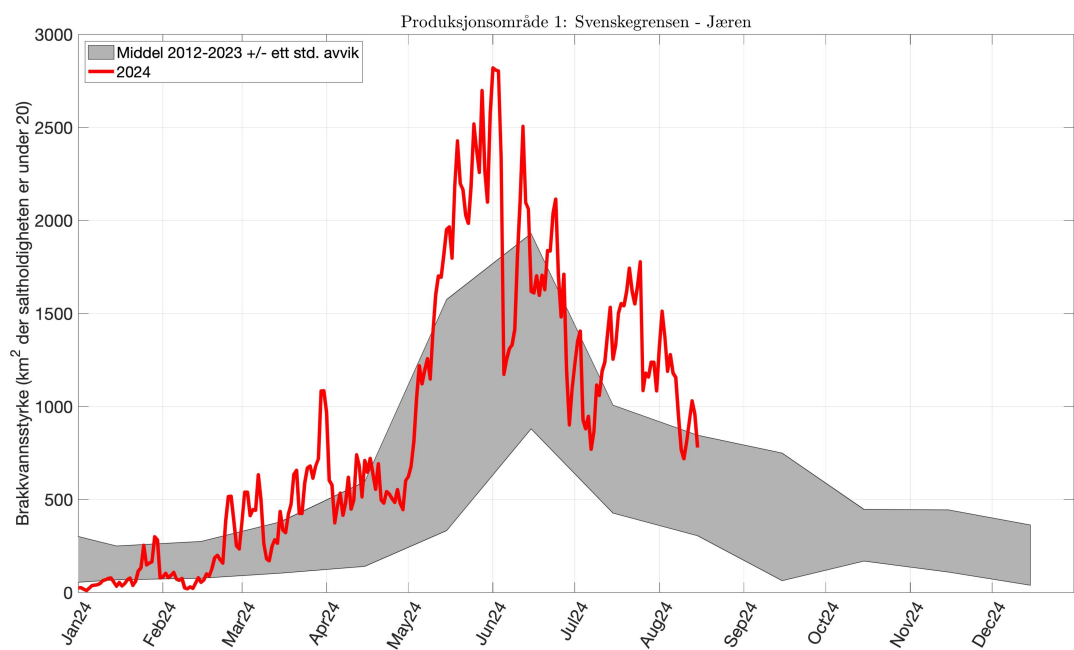
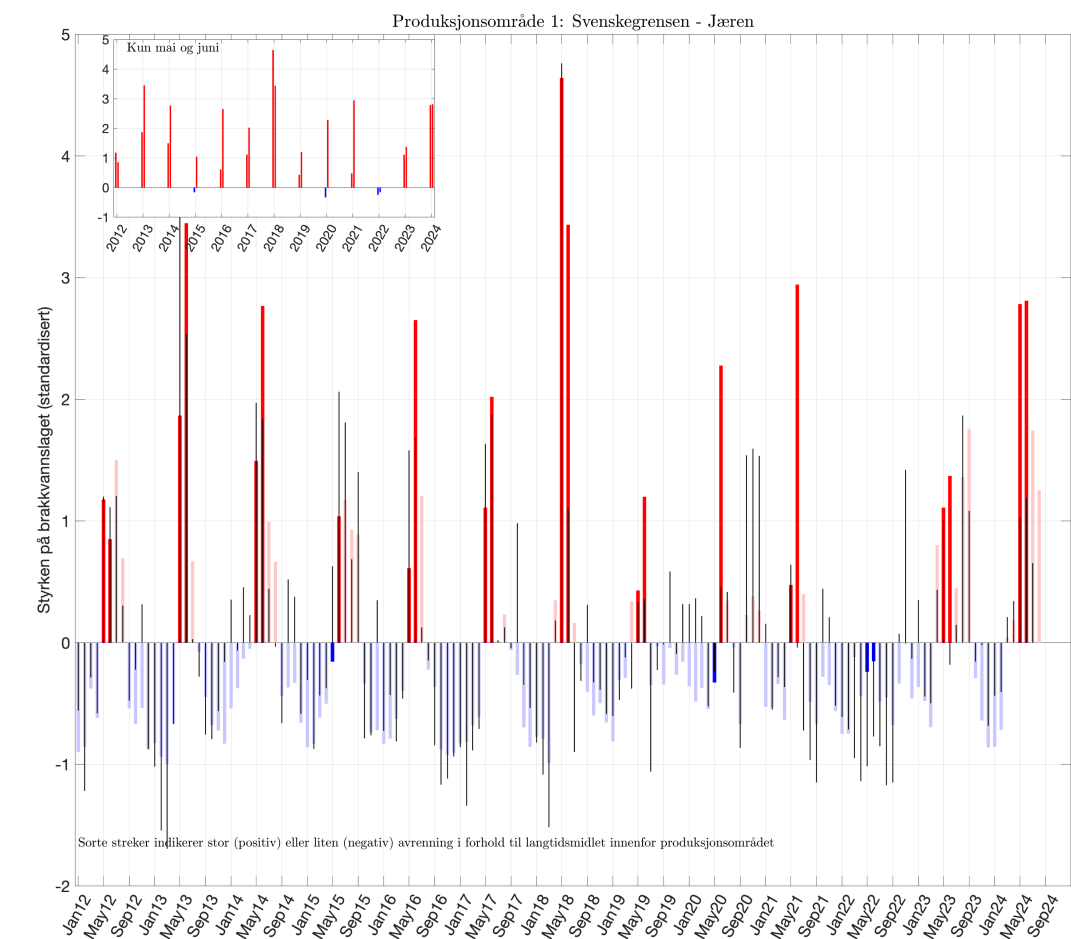
I tillegg til å presentere brakkvannsstyrken som romlig aggregerte tidsserier, presenteres det også romlige kart av overflatesaltholdighet for hvert produksjonsområde. I tillegg til månedsklimatologi (2012-23) for mai, juni og juli vises siste års (2024) avvik fra disse. Denne anomalien er definert ved at negative verdier antyder at det siste året var mindre saltholdig enn årene før, mens positive verdier antyder at det siste året var saltare i overflaten enn de foregående årene.

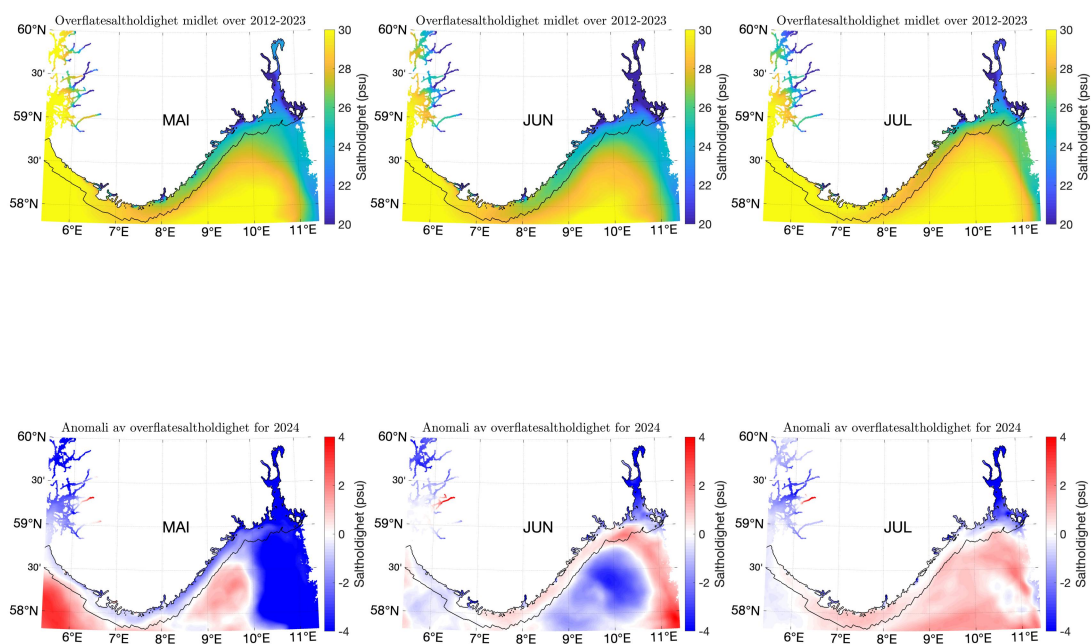
Ved å sammenligne brakkvannsstyrken i fjordene med avrenning, så vil man ved overensstemmelse få et relativt robust mål på den relative utbredelsen til det villfisk-beskyttede brakkvannslaget. Disse dataseriene kan også virke i utakt, f.eks. ved mye vind som rører opp saltare vann mot overflaten, eller ved ekstra innsig av saltare vann fra ytre kyst. Kartene med anomalier av overflatesaltholdighet vil i tillegg peke på om der er geografiske forskjeller innen produksjonsområdet.

Produksjonsområde 1: Svenskegrensen - Jæren

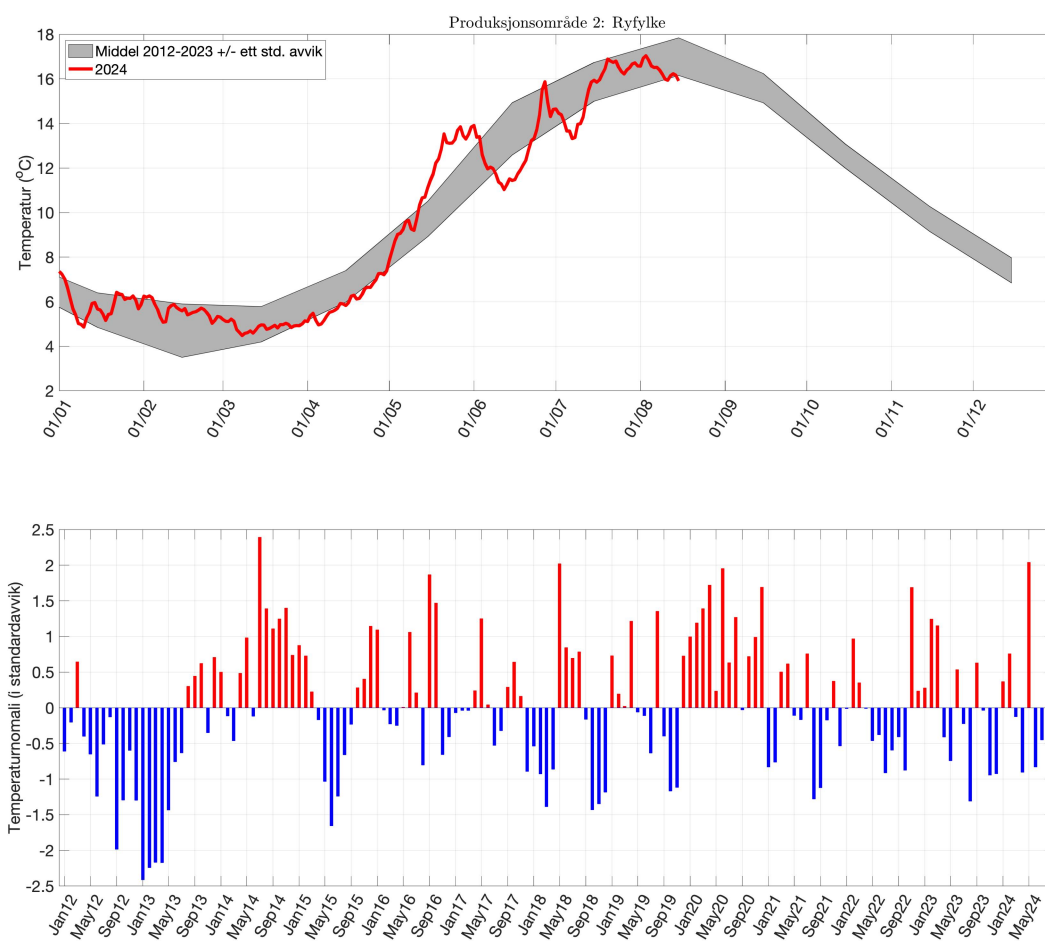


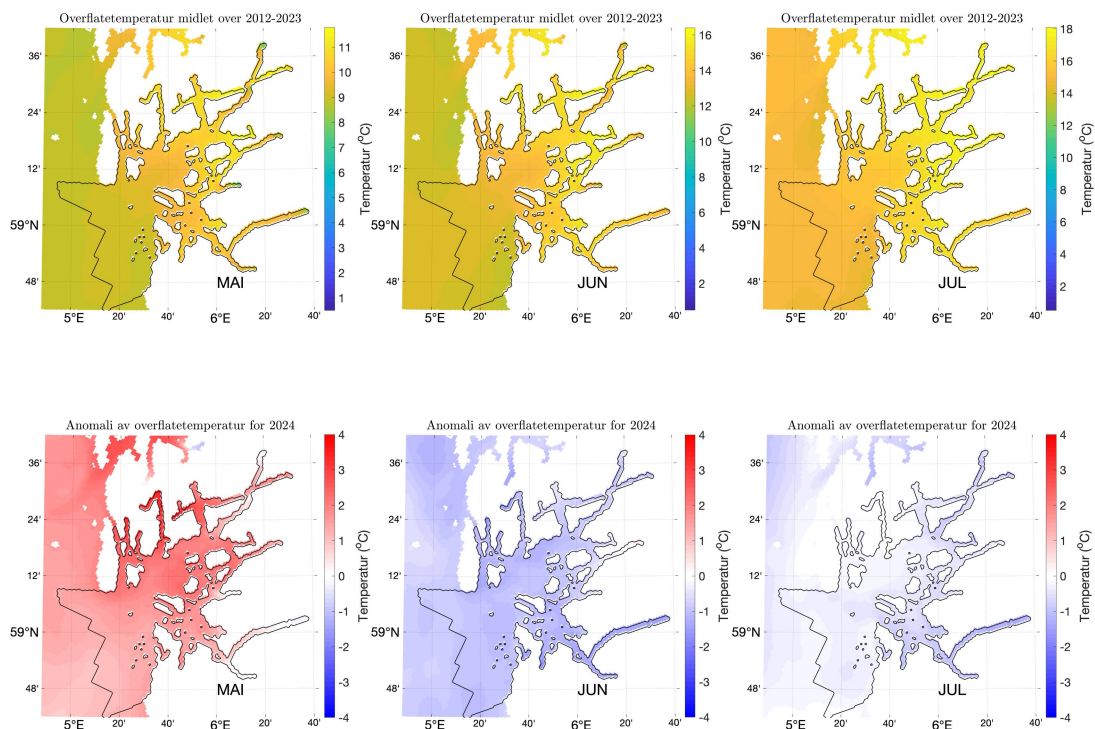


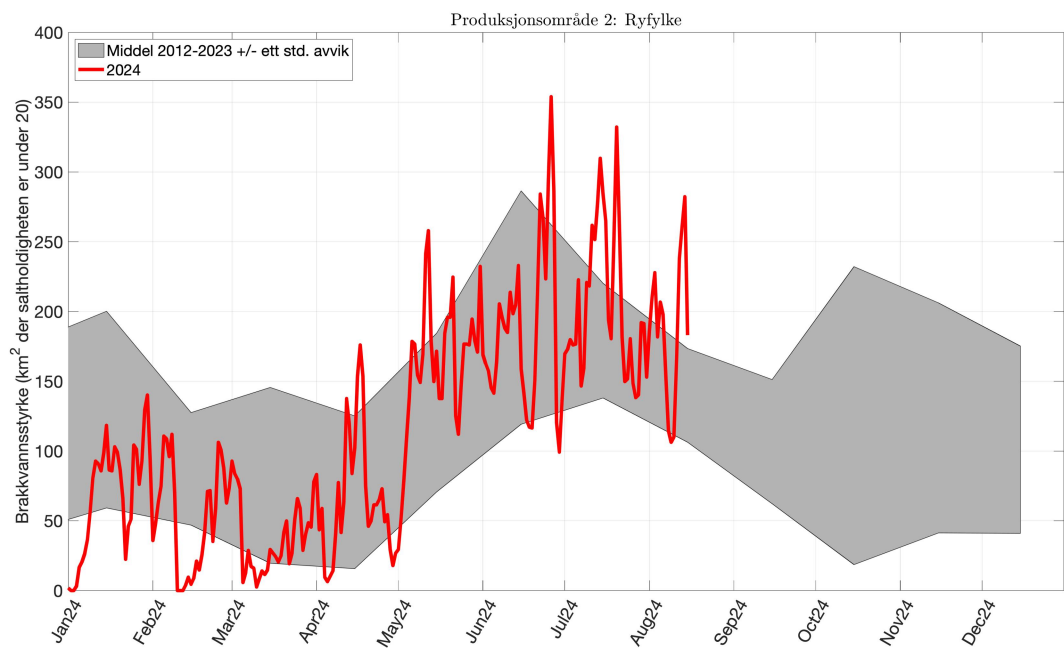
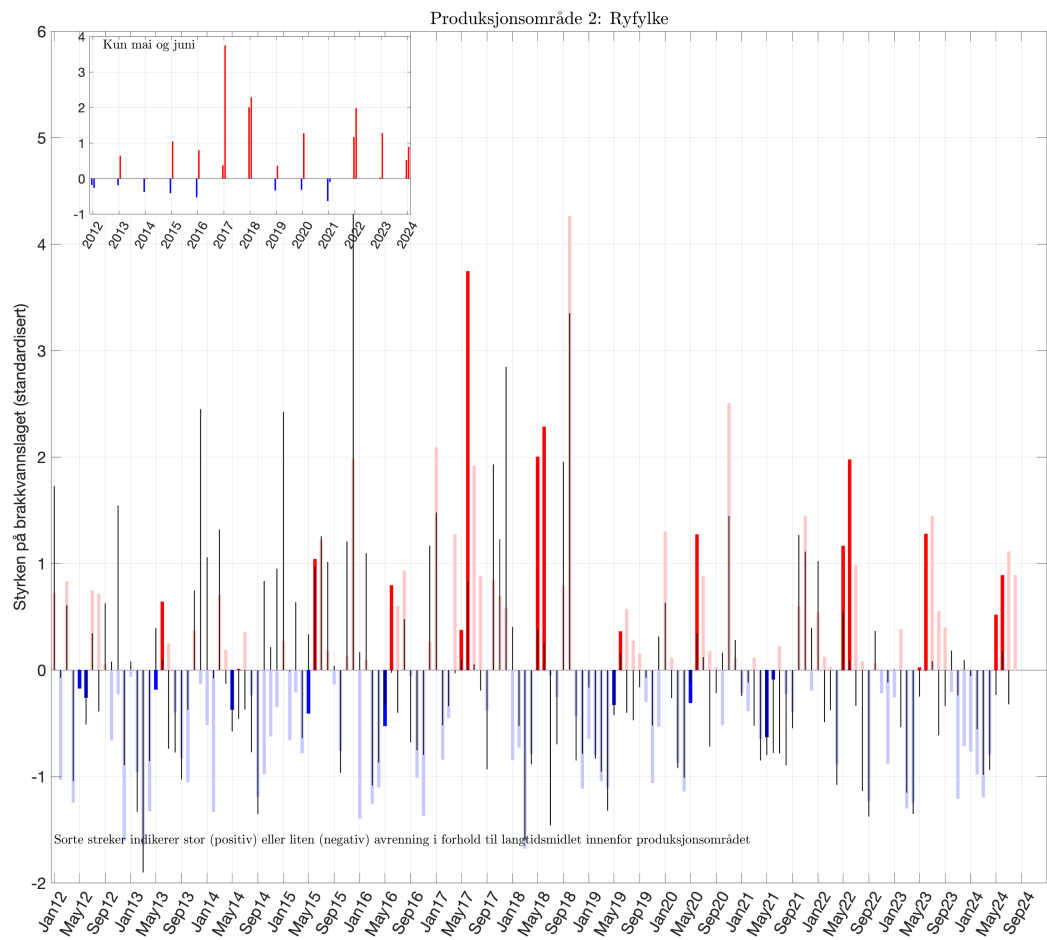


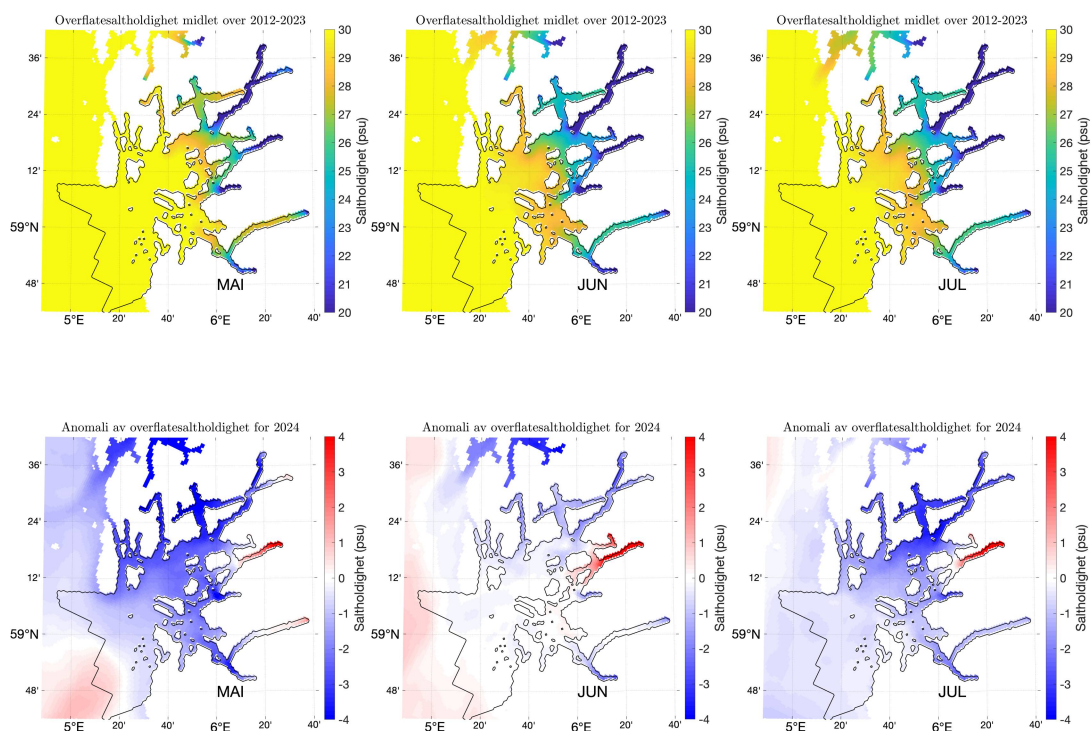


Produksjonsområde 2: Ryfylke

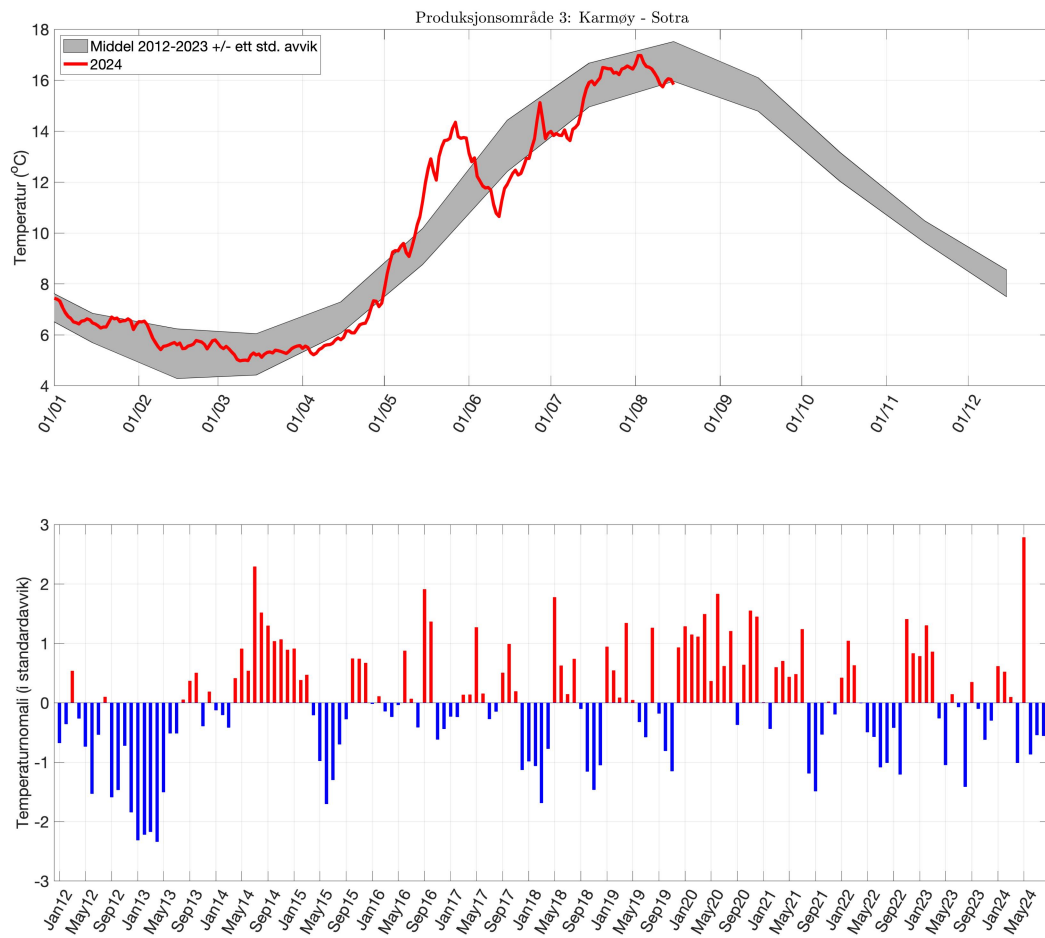


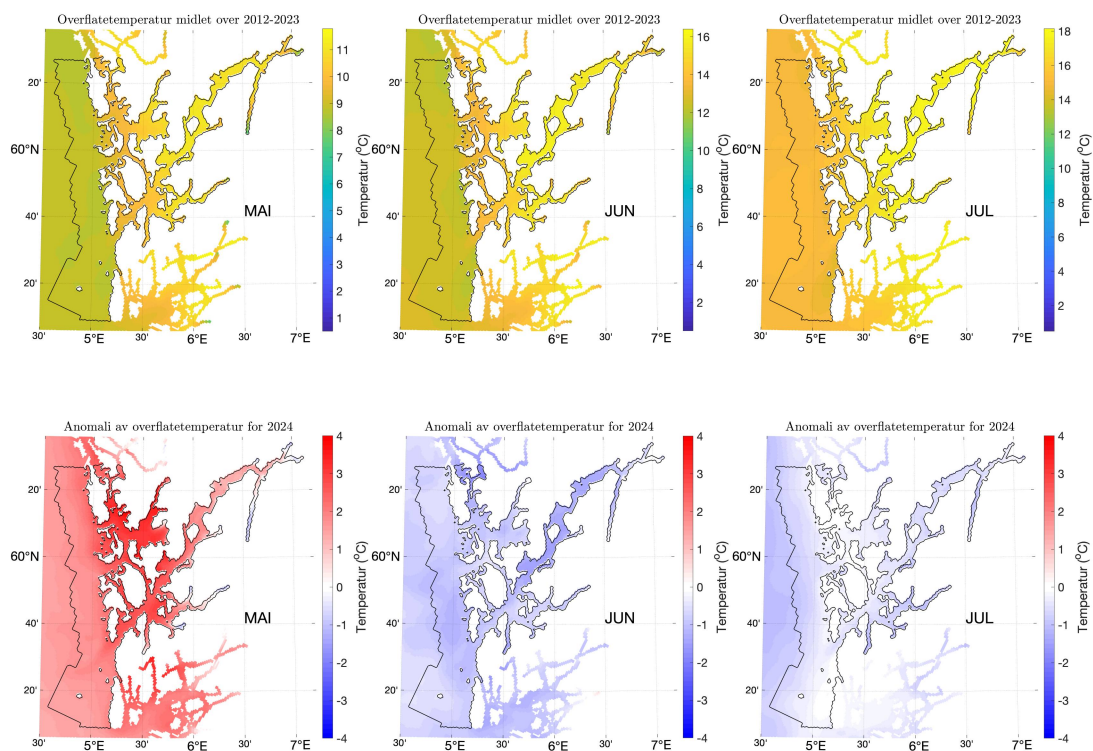


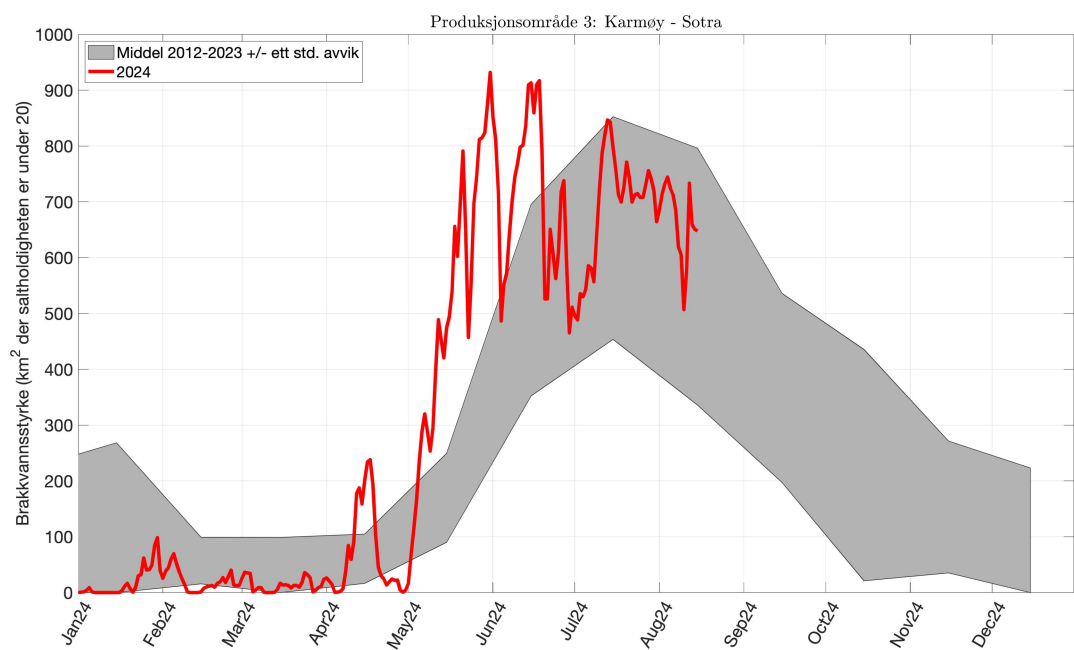
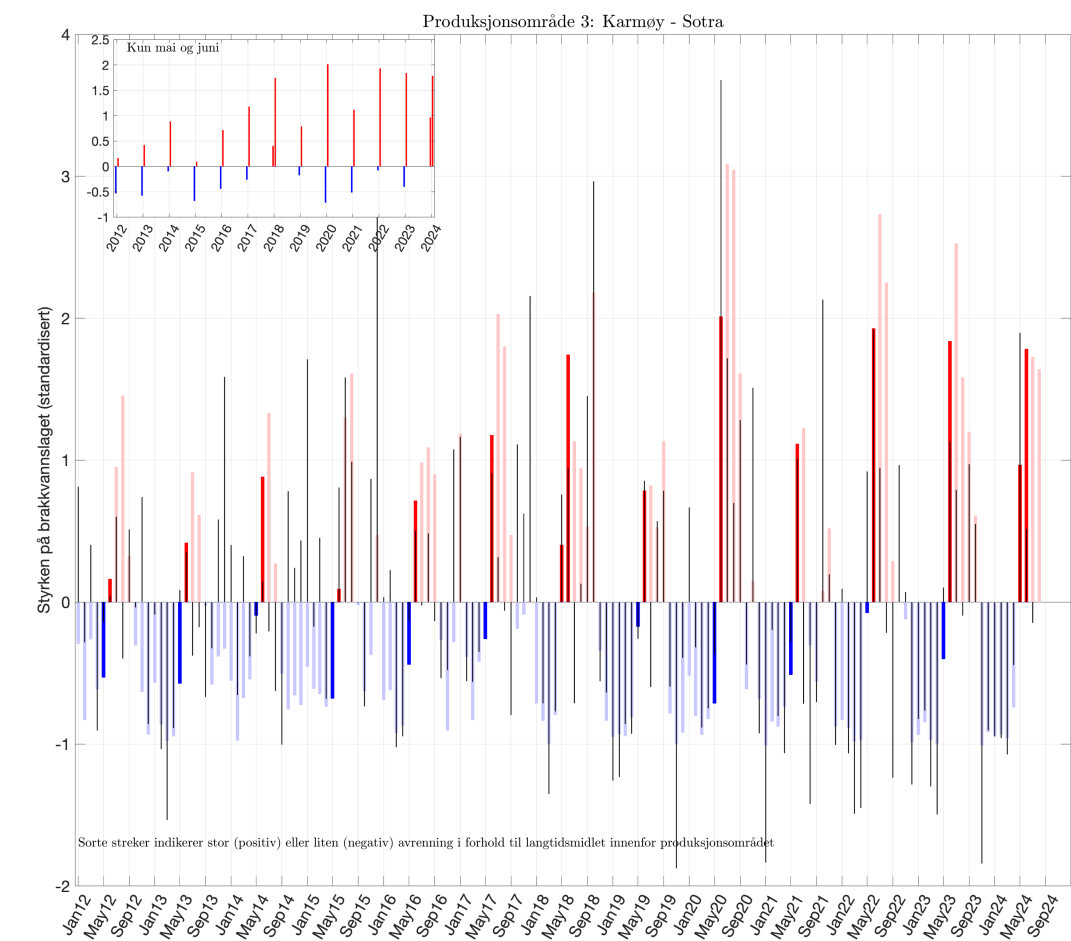


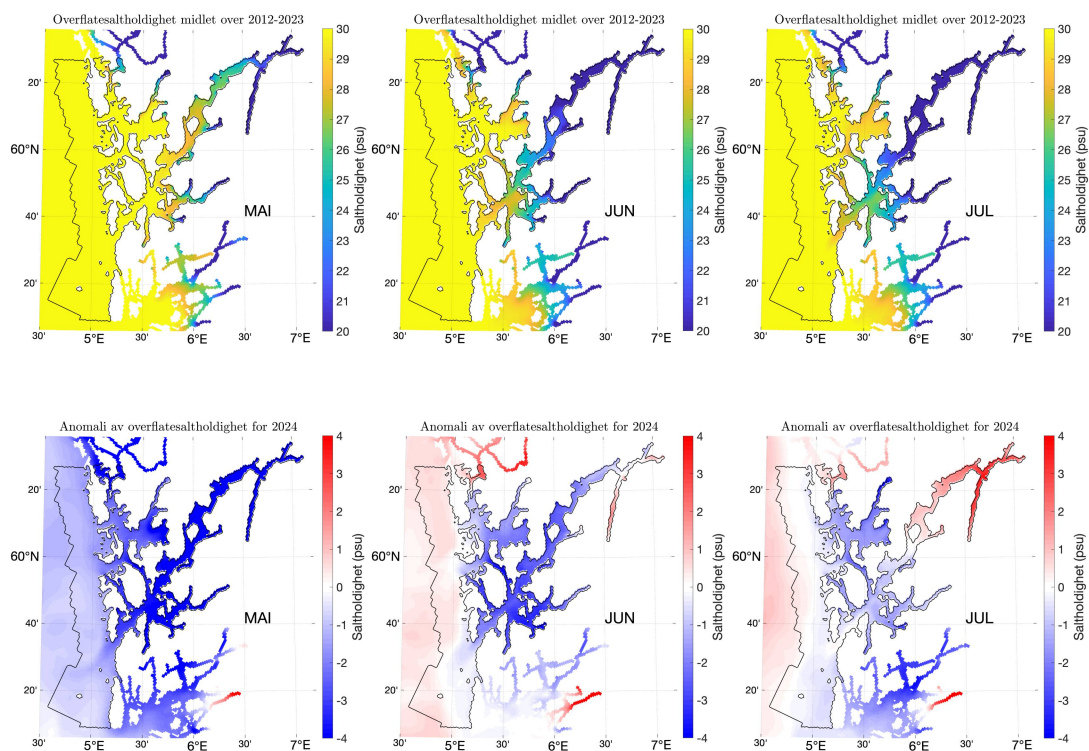


Produksjonsområde 3: Karmøy - Sotra

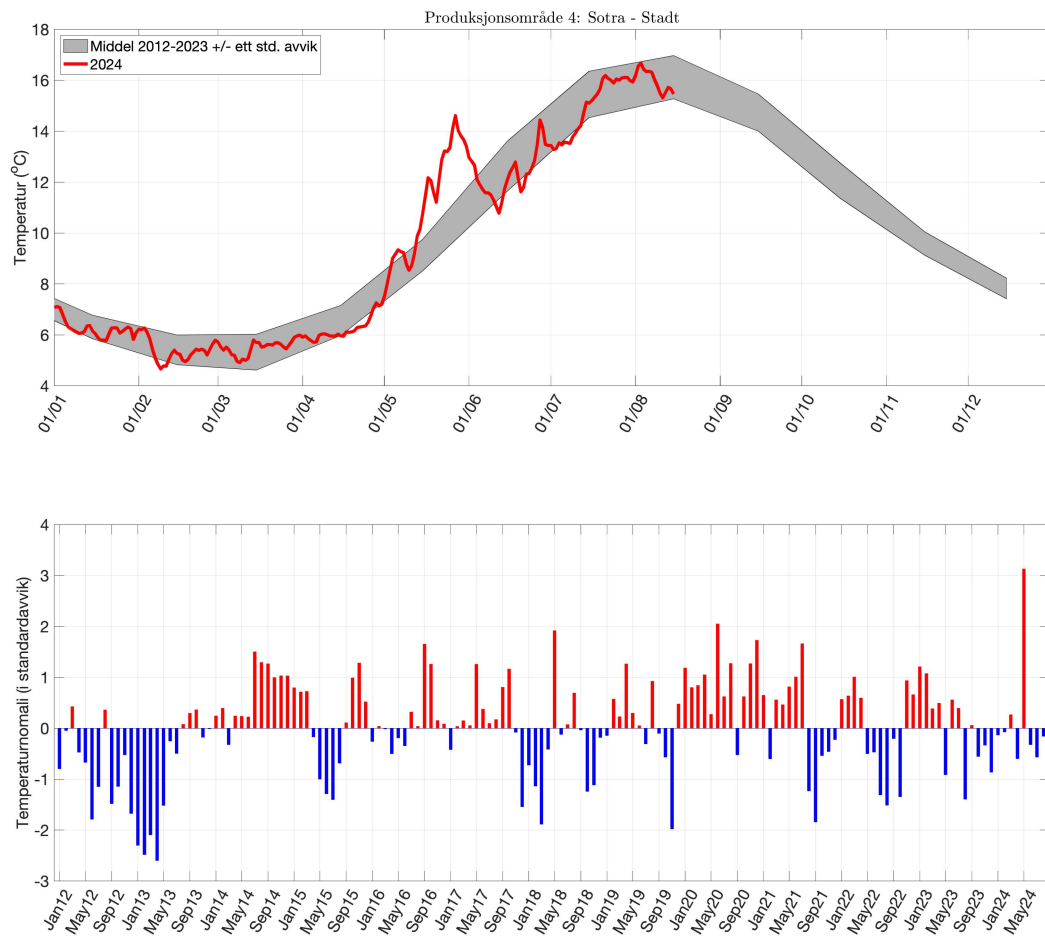


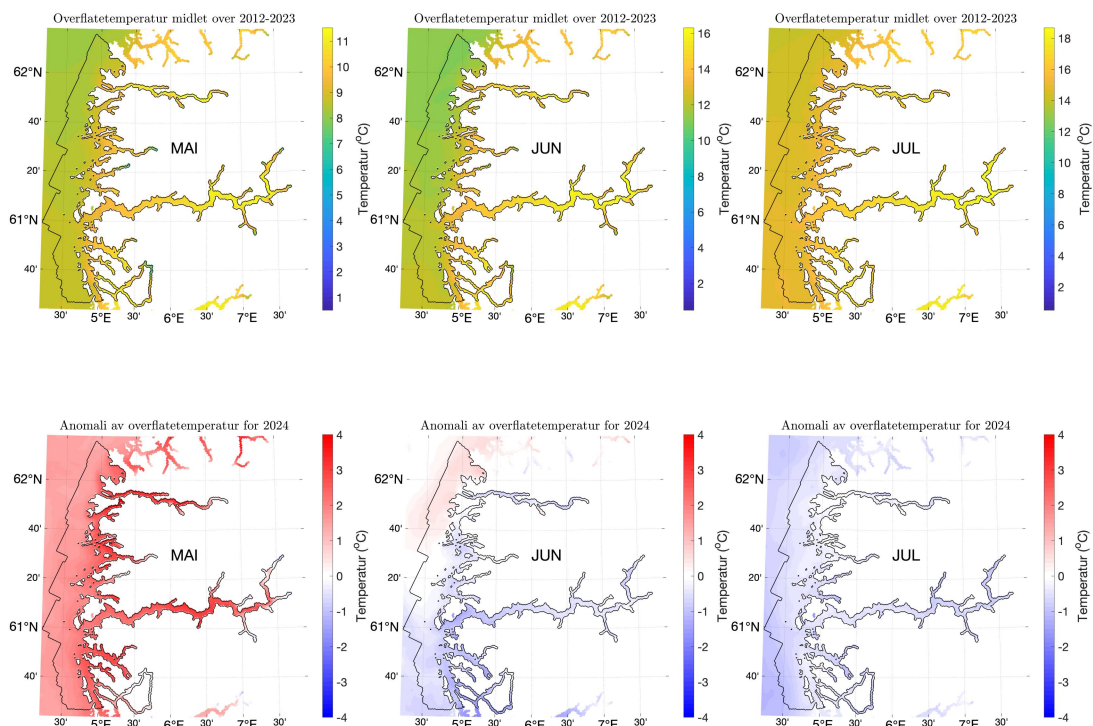


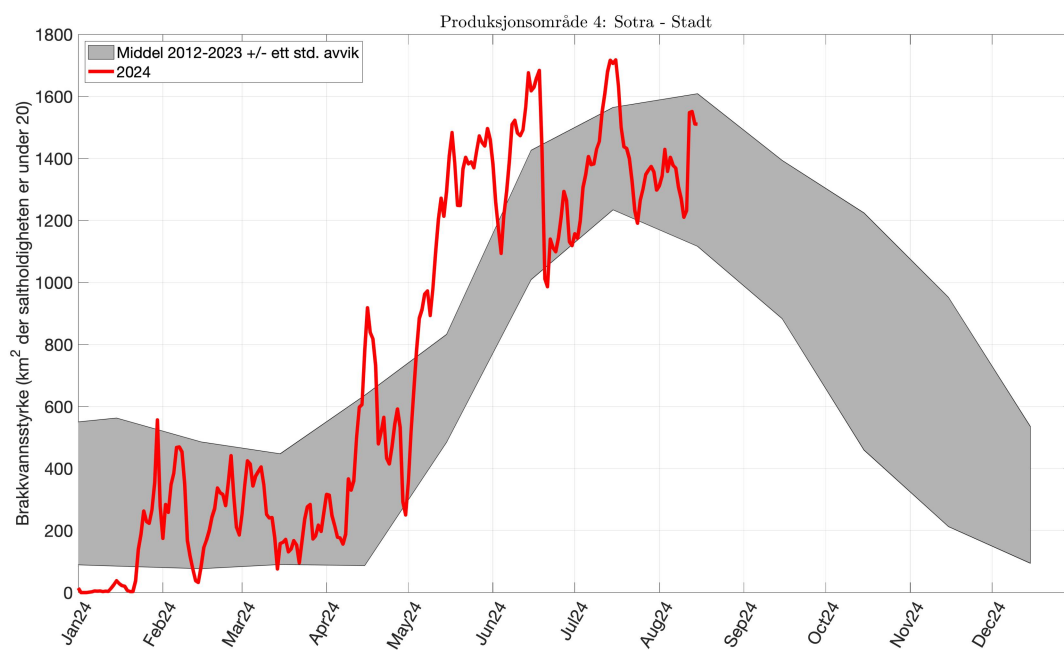
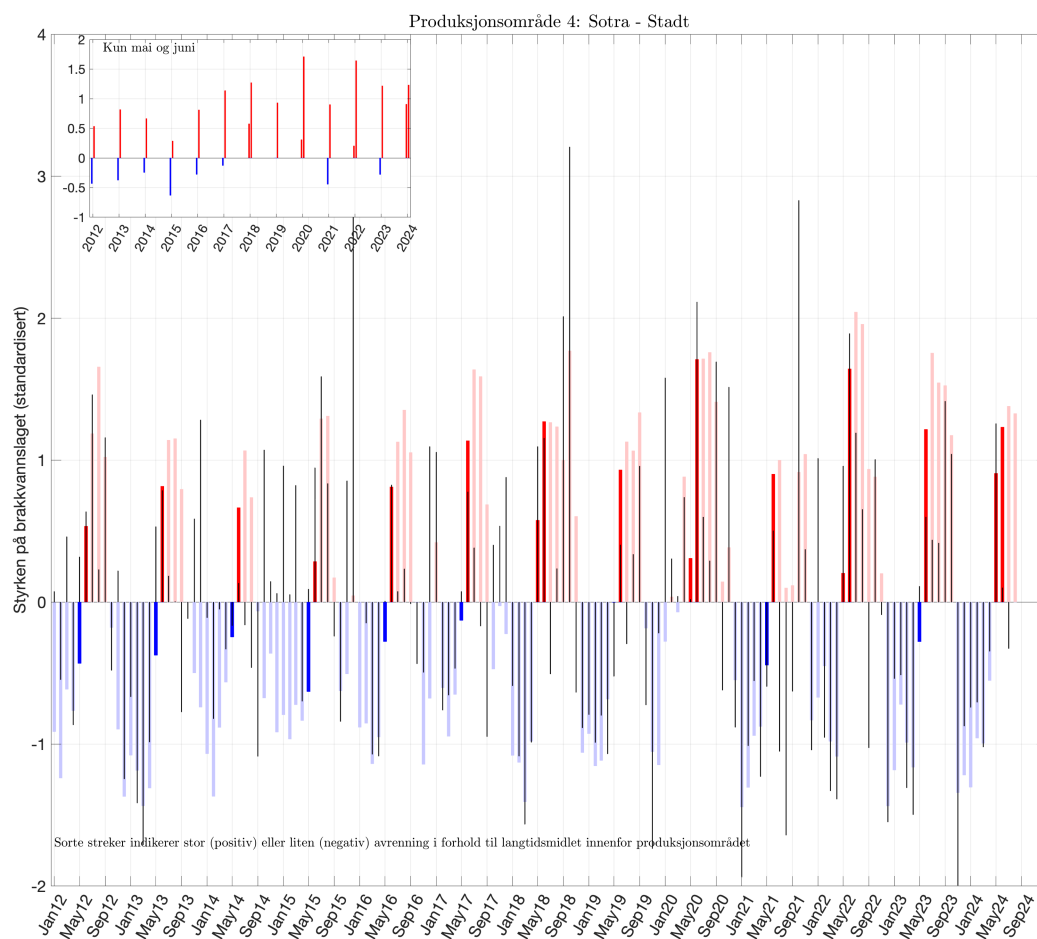


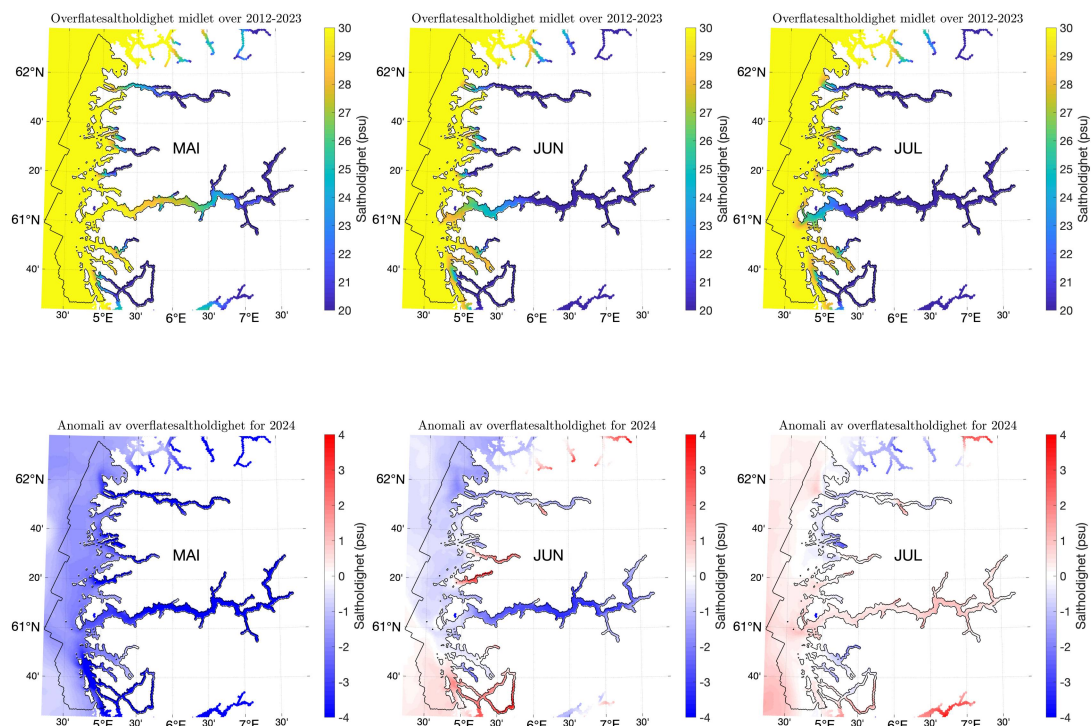


Produksjonsområde 4: Sotra - Stadt

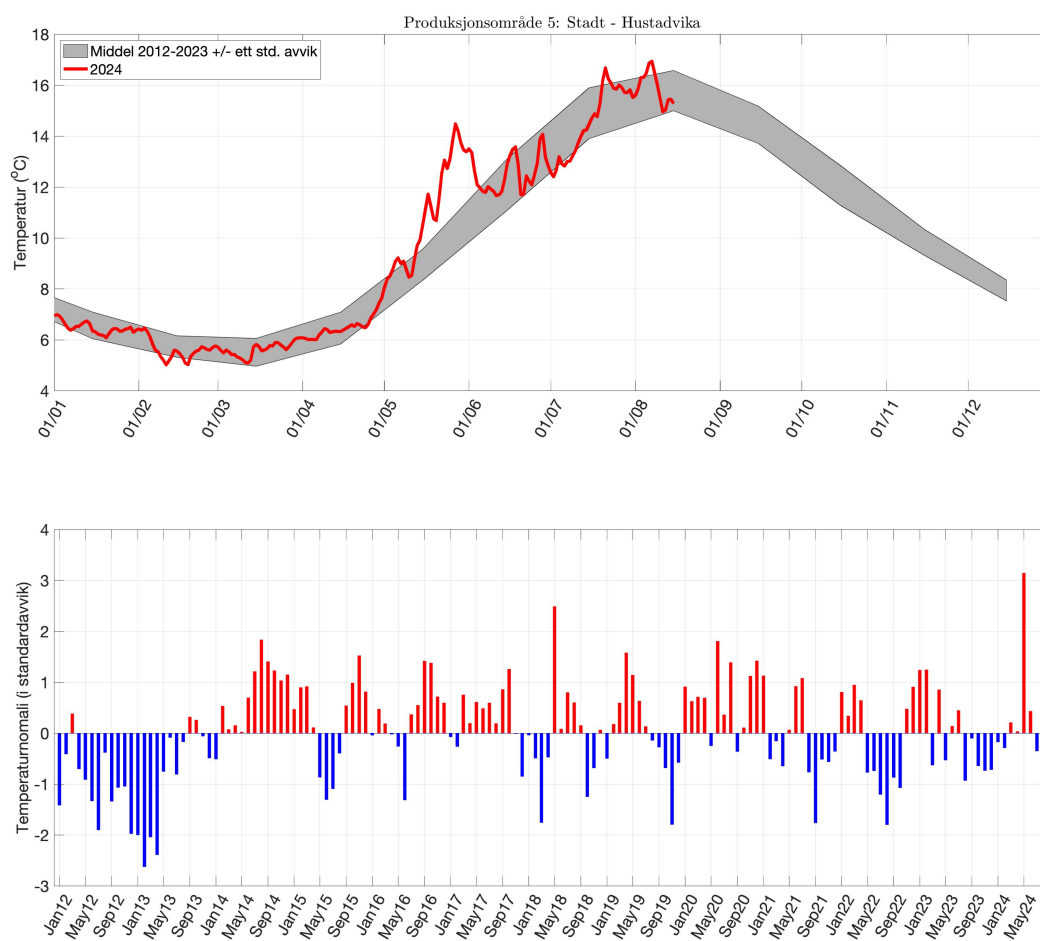


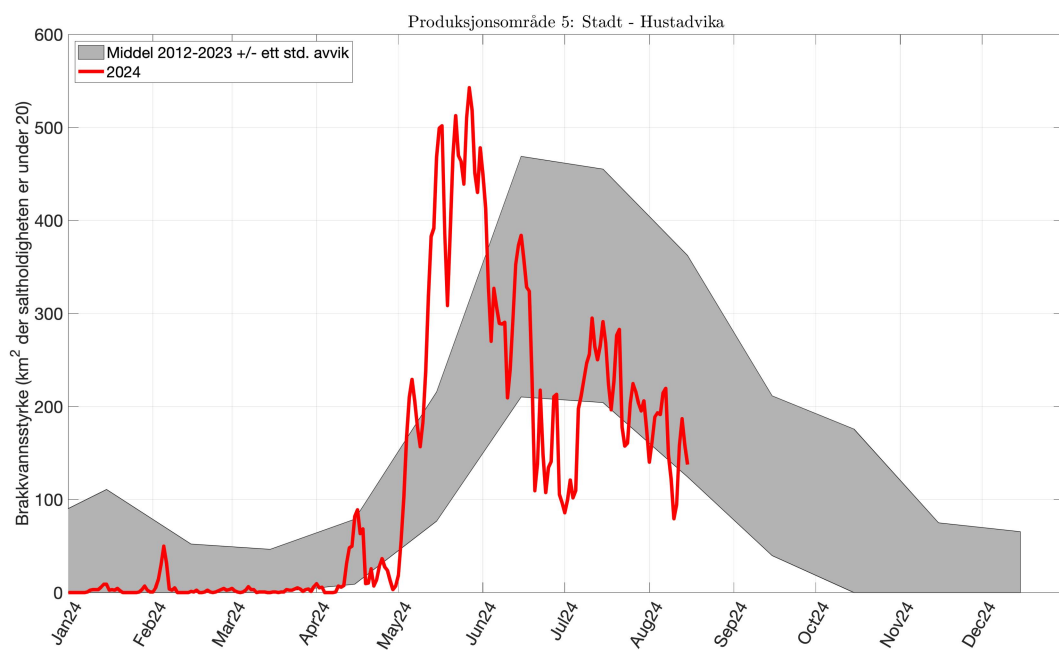
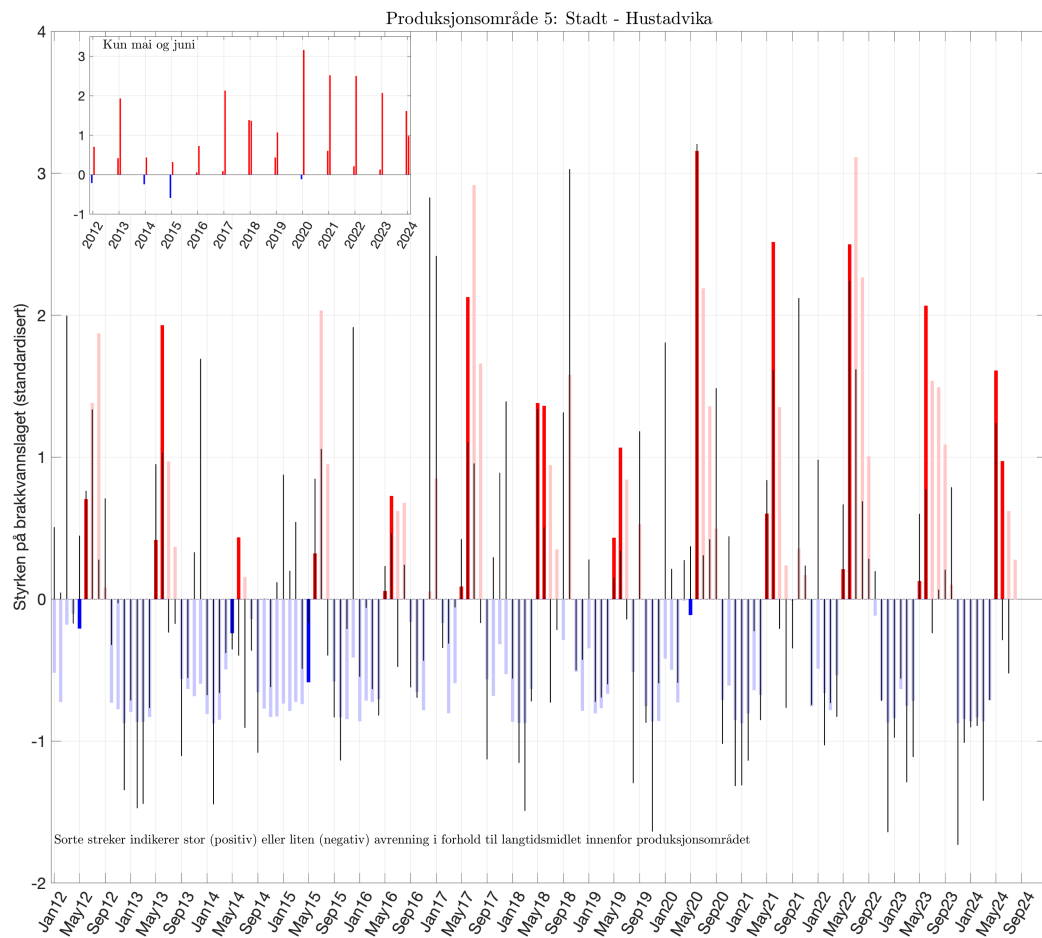


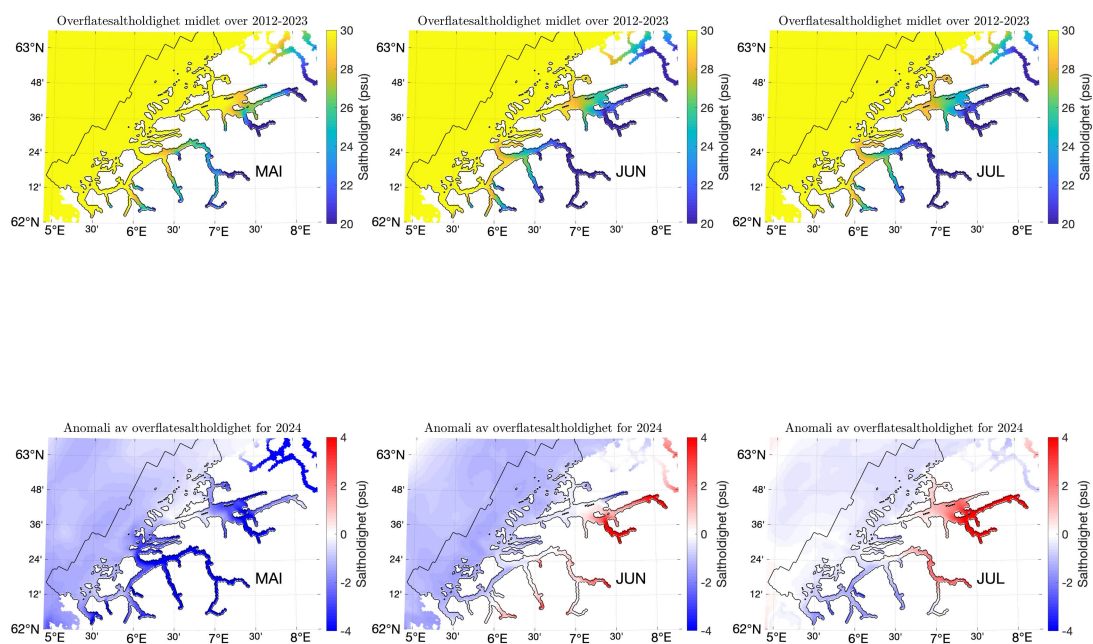




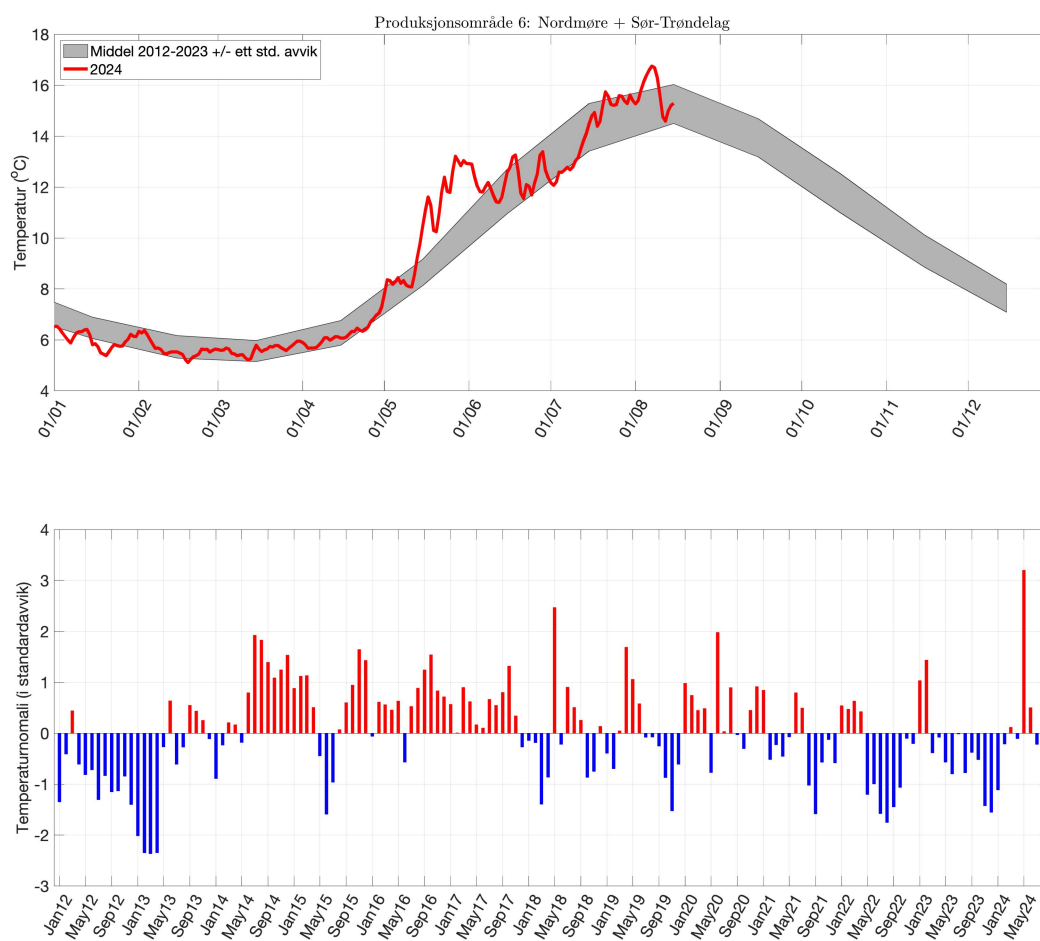
Produksjonsområde 5: Stadt - Hustadvika

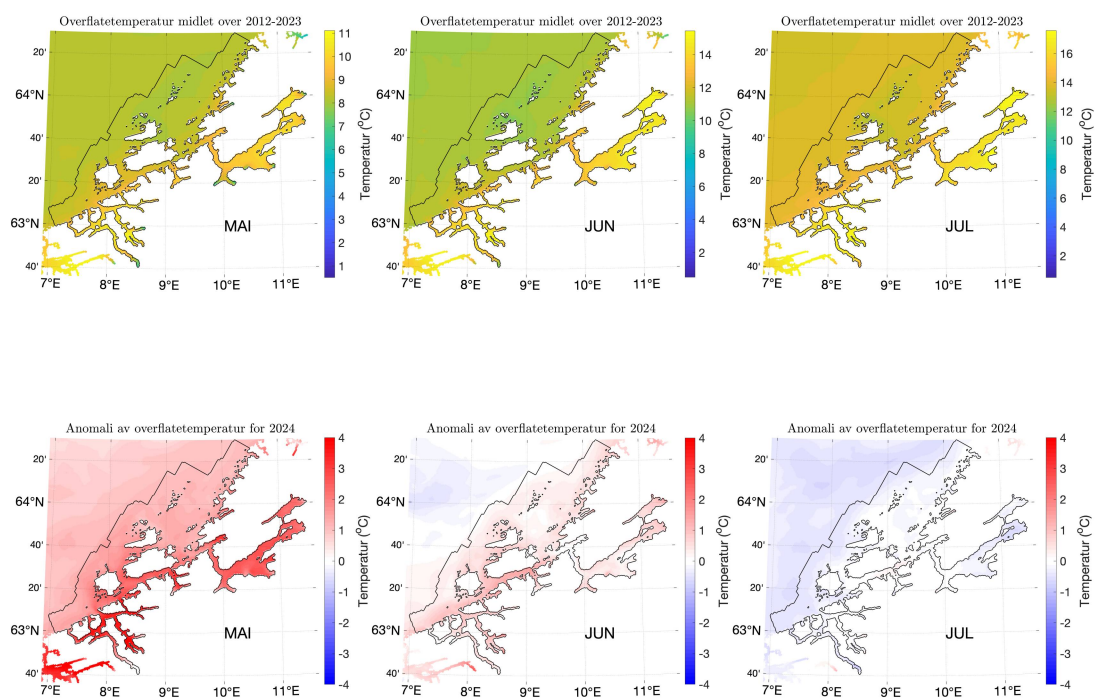


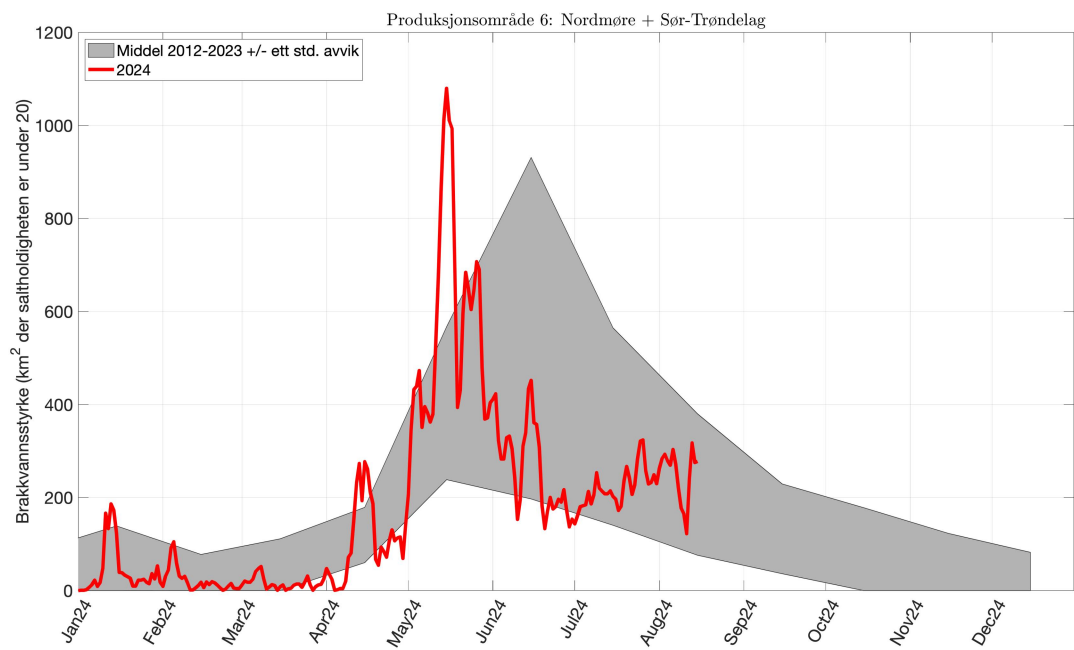
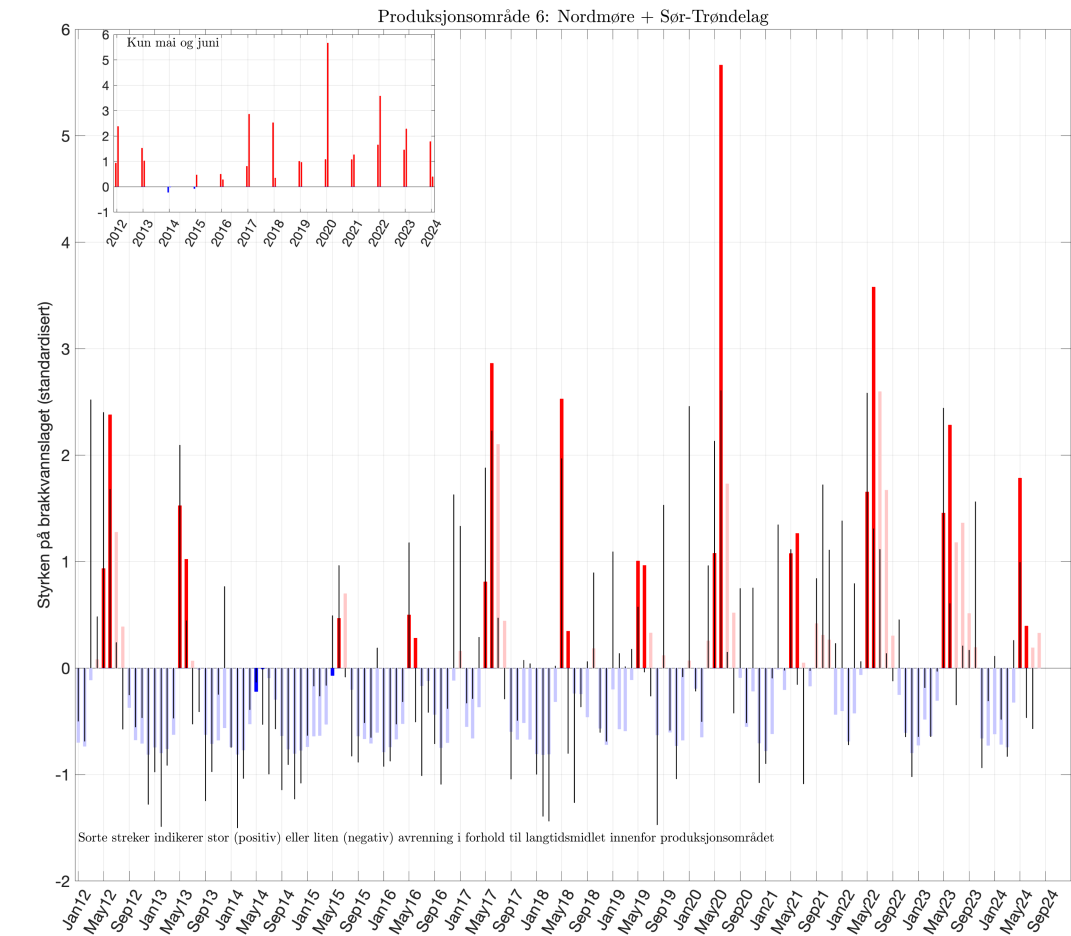


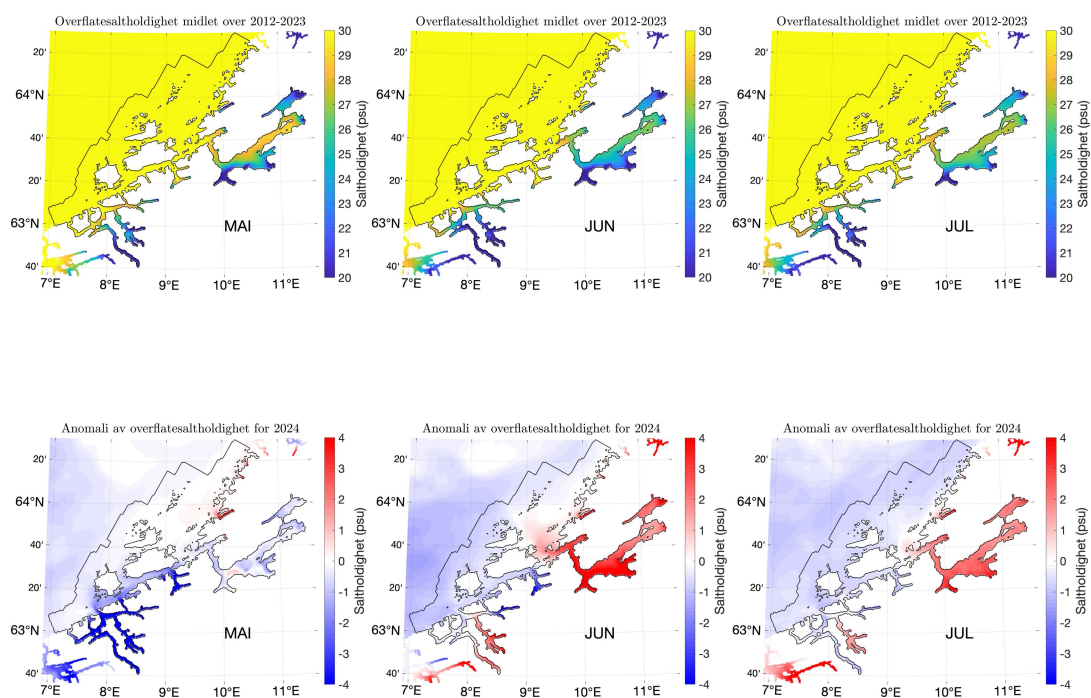


Produksjonsområde 6: Nordmøre og Sør-Trøndelag

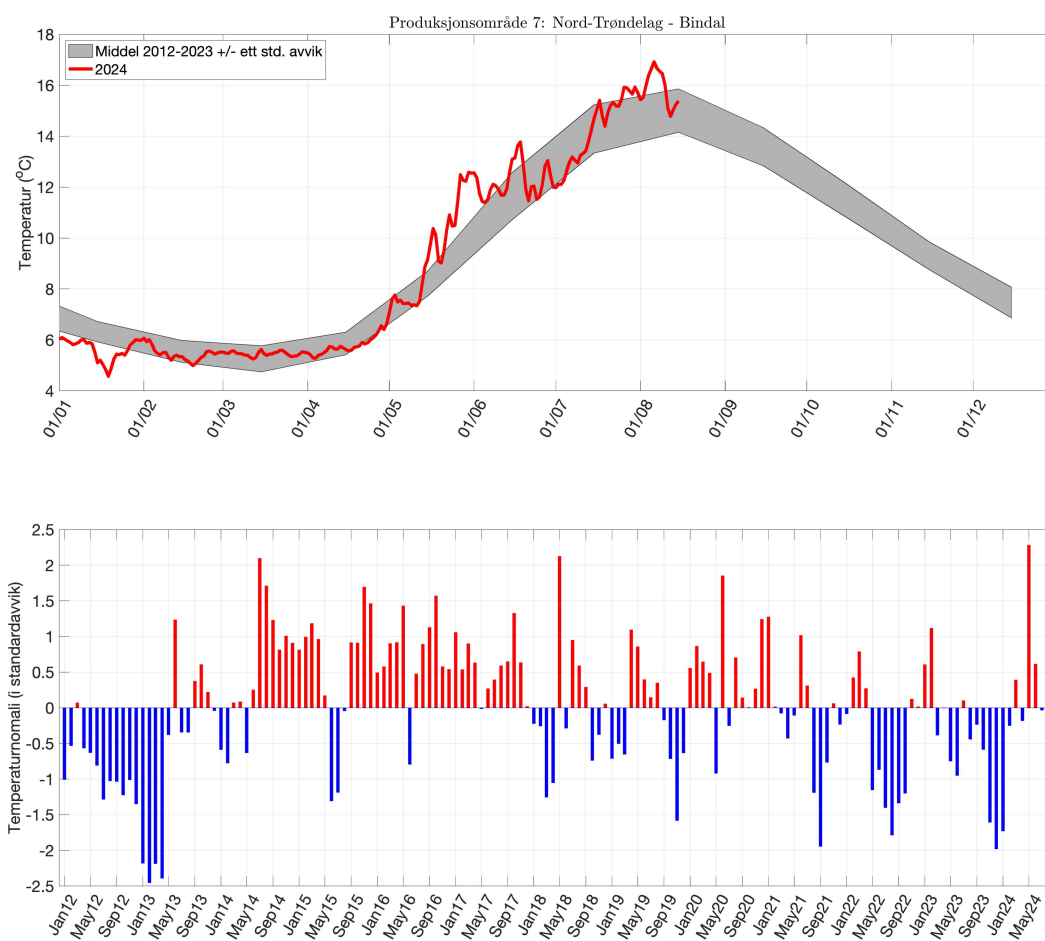


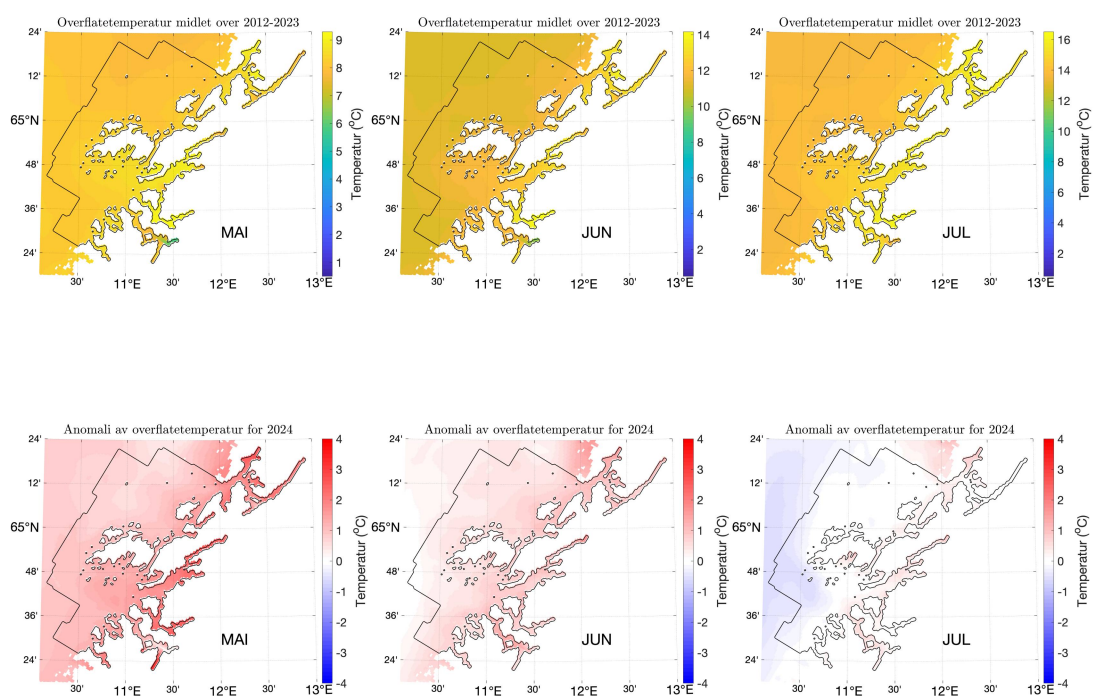


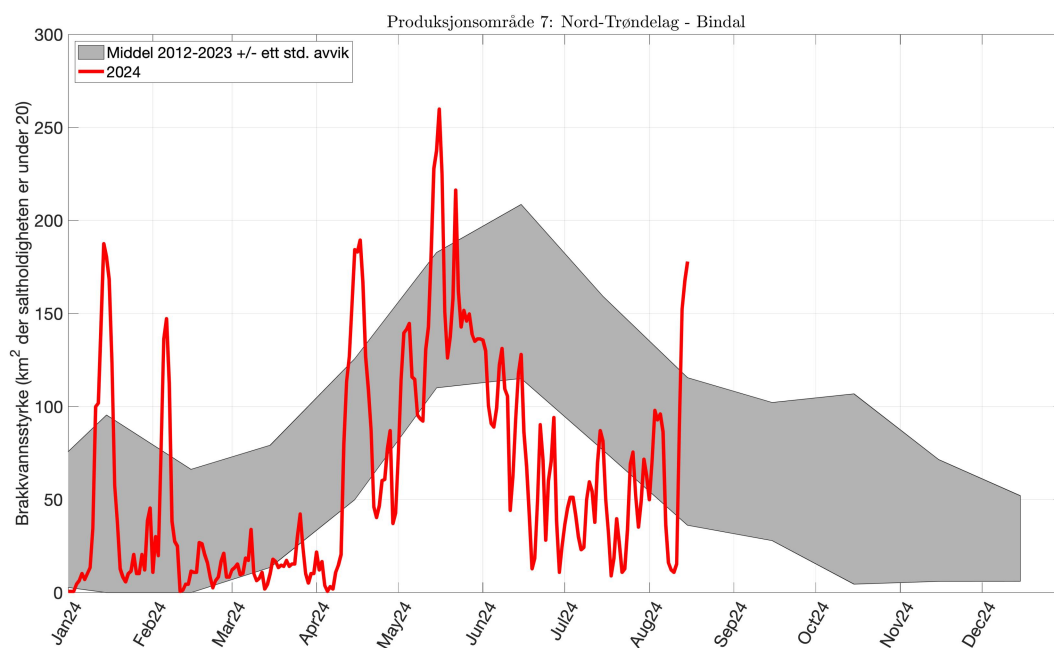
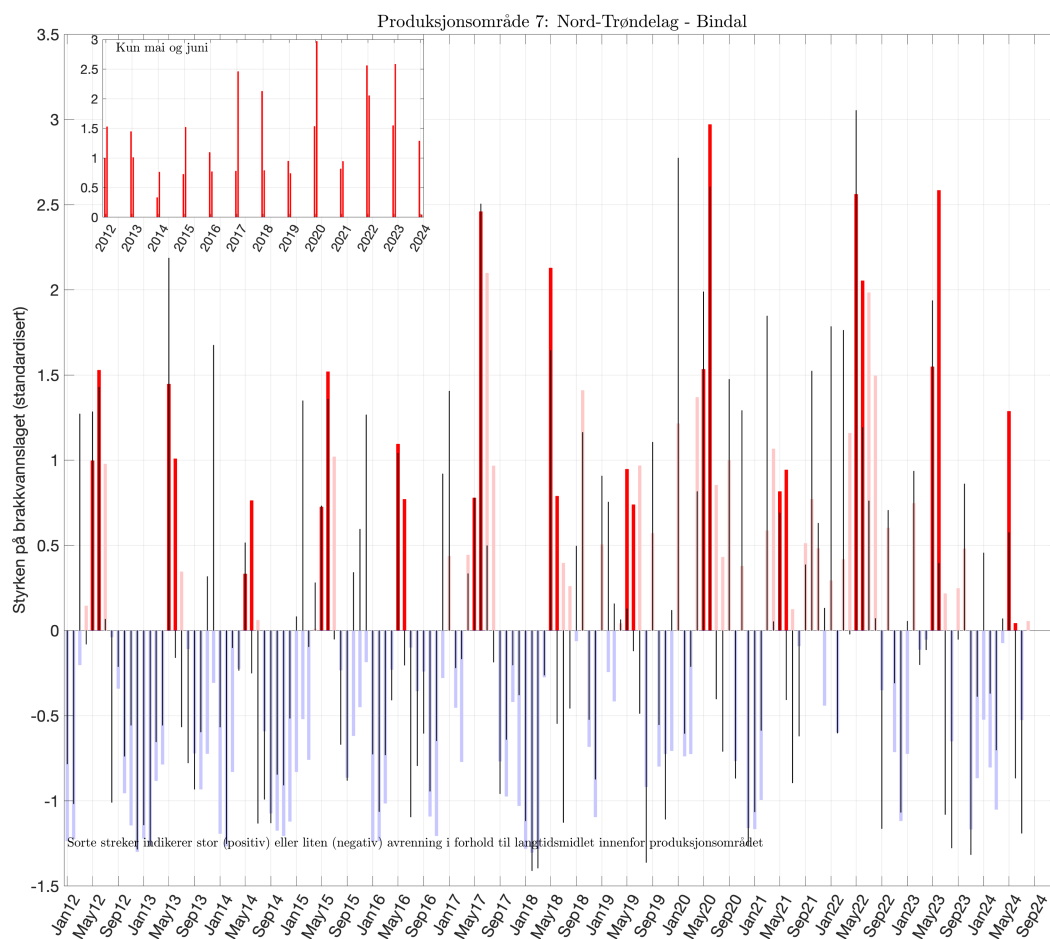


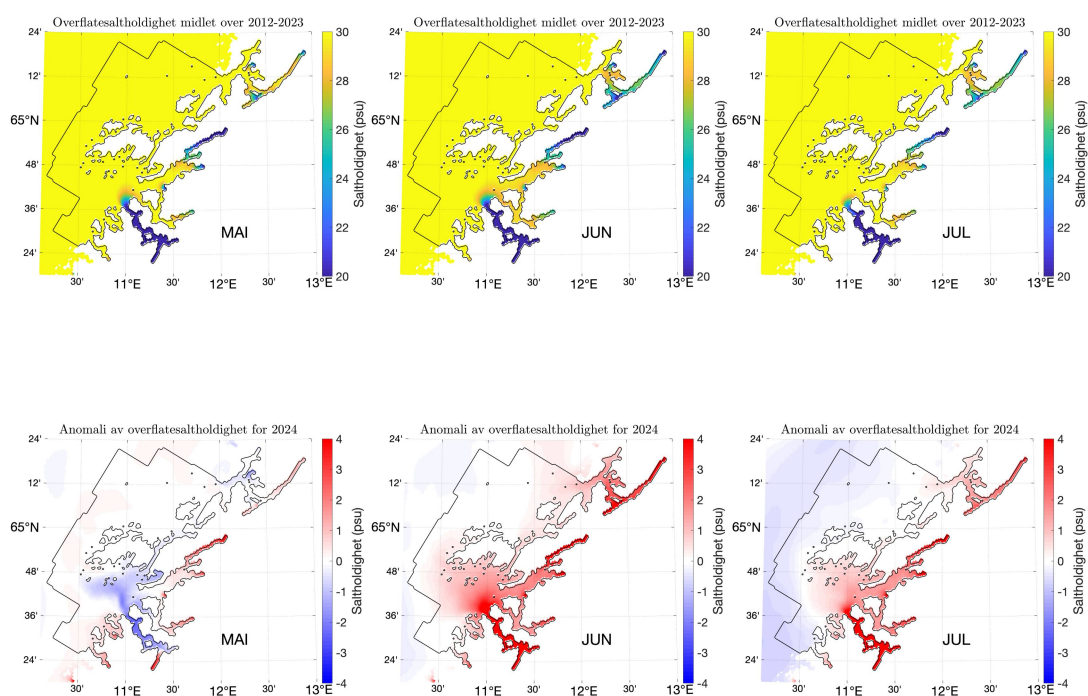


Produksjonsområde 7: Nord-Trøndelag - Bindal

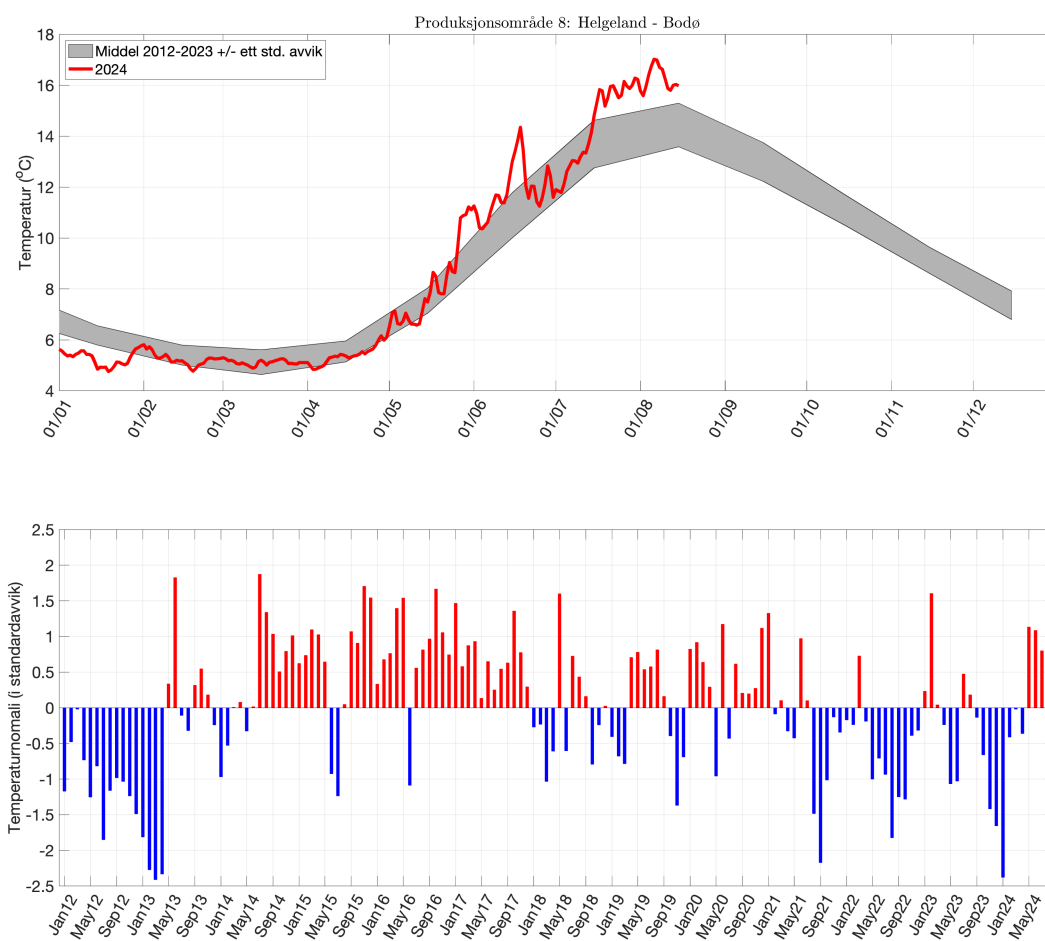


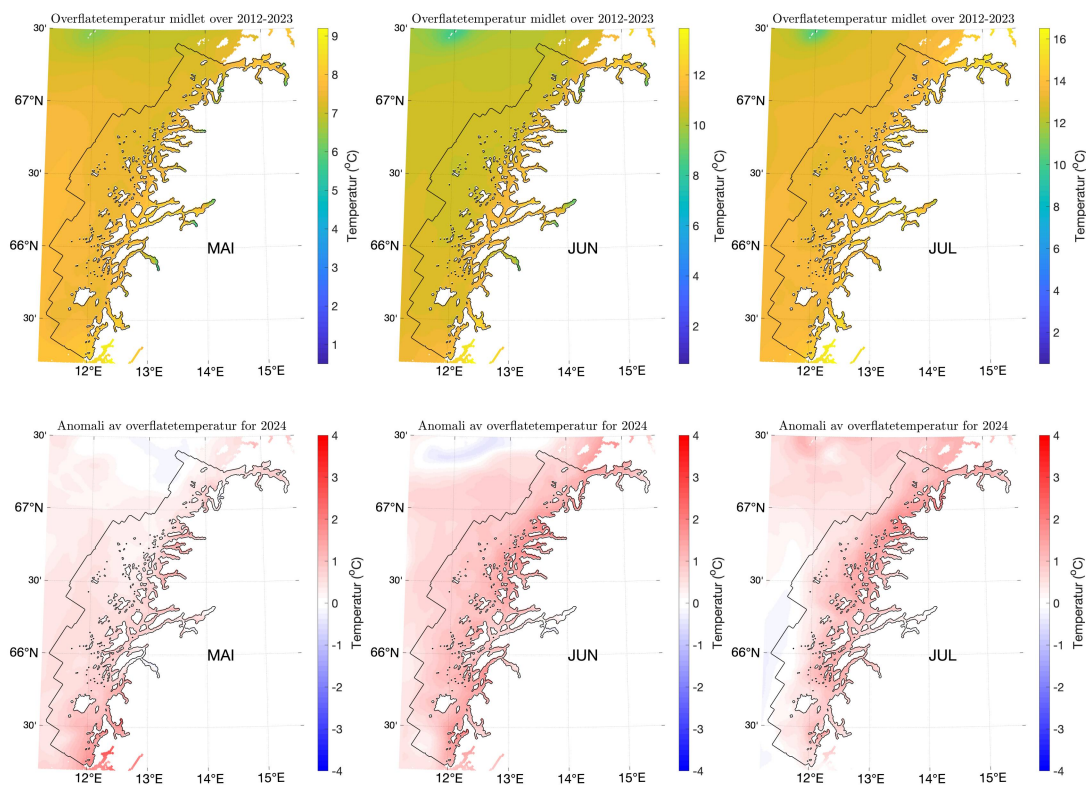


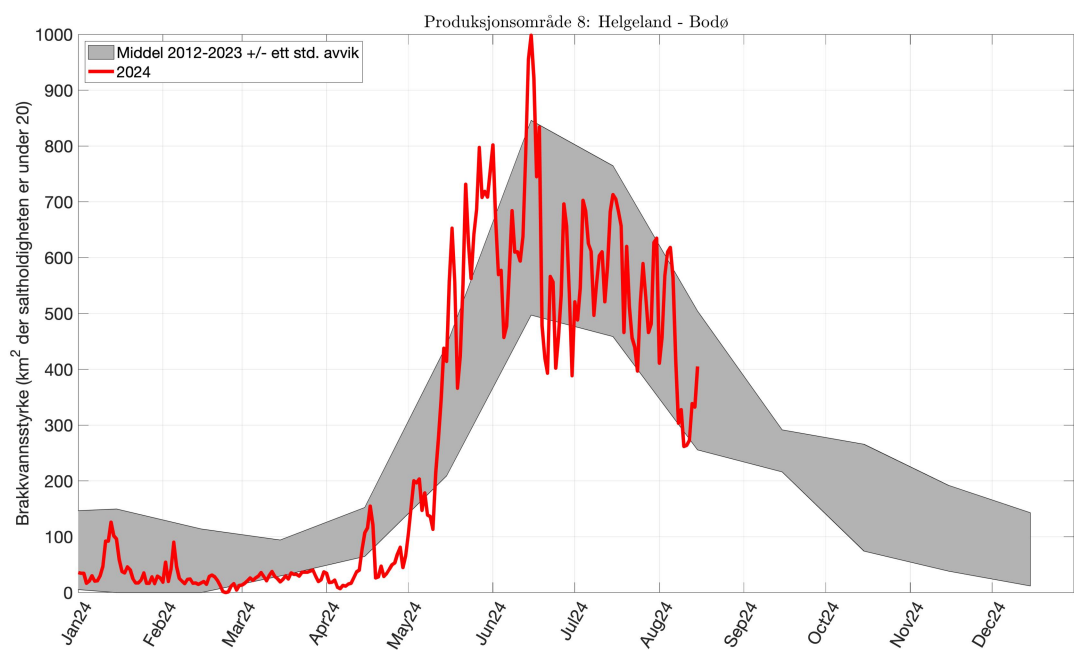
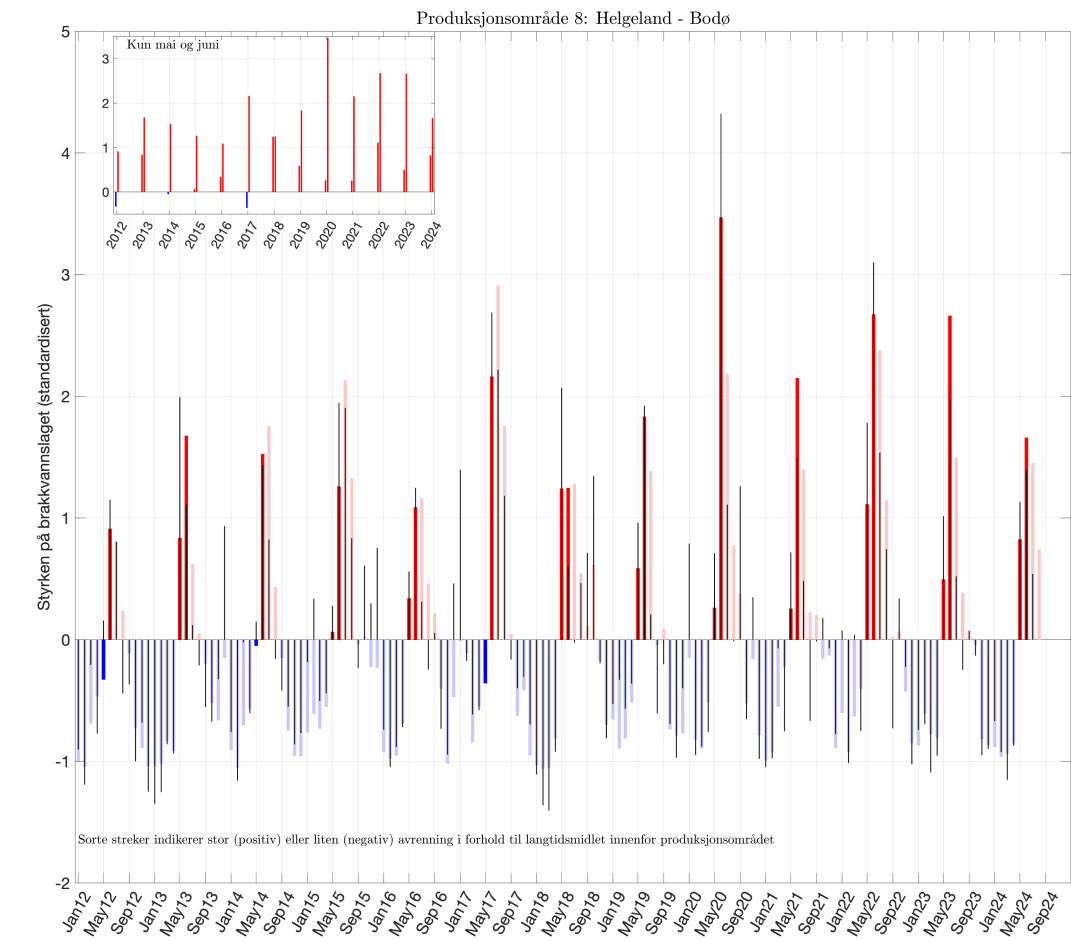


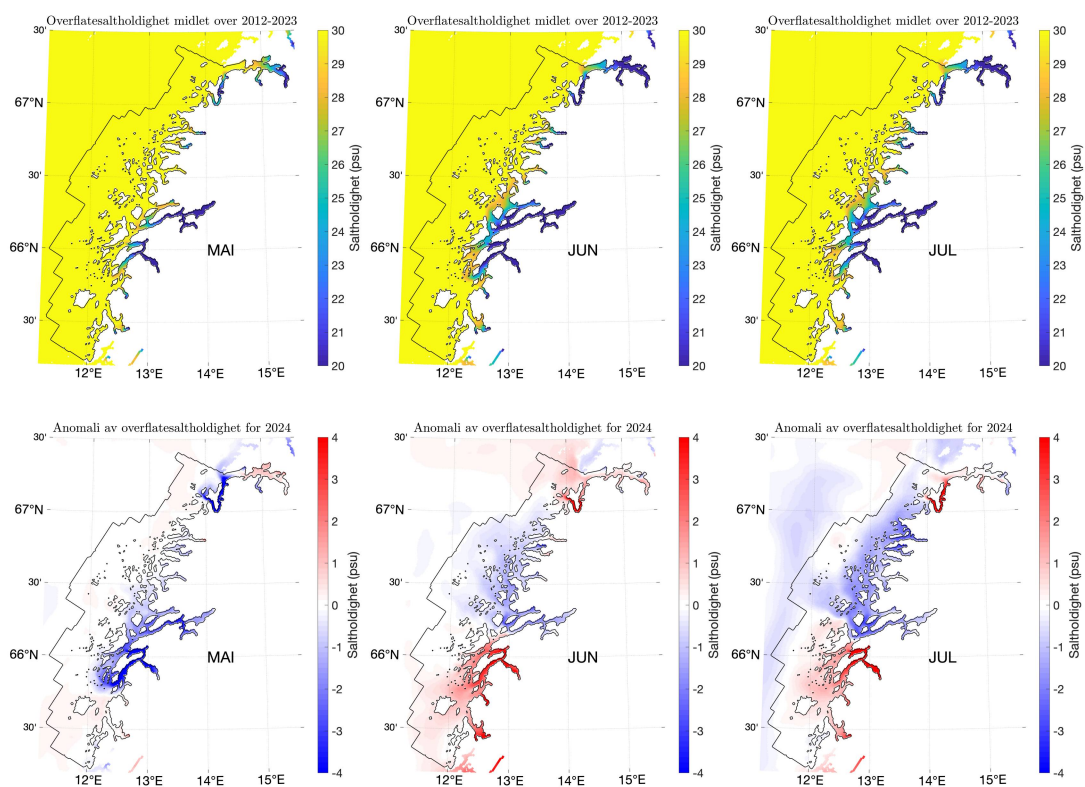


Produksjonsområde 8: Helgeland - Bodø

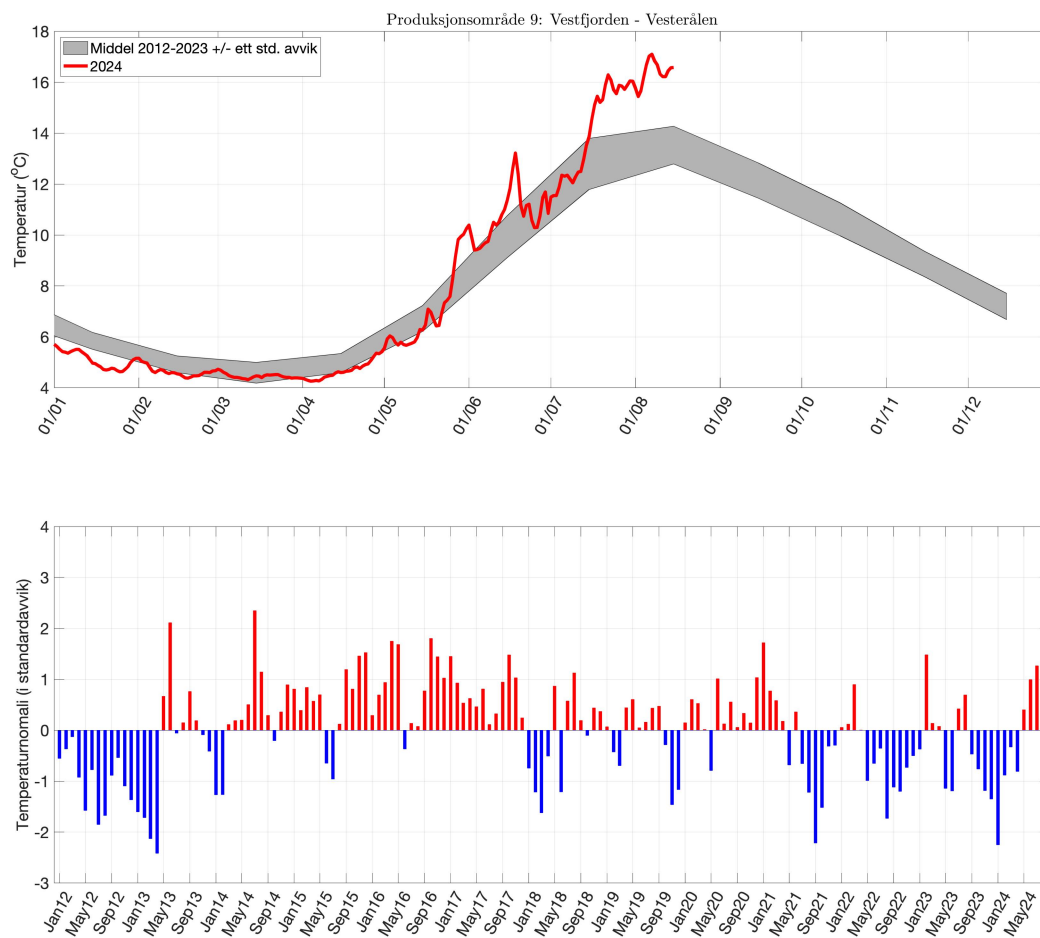


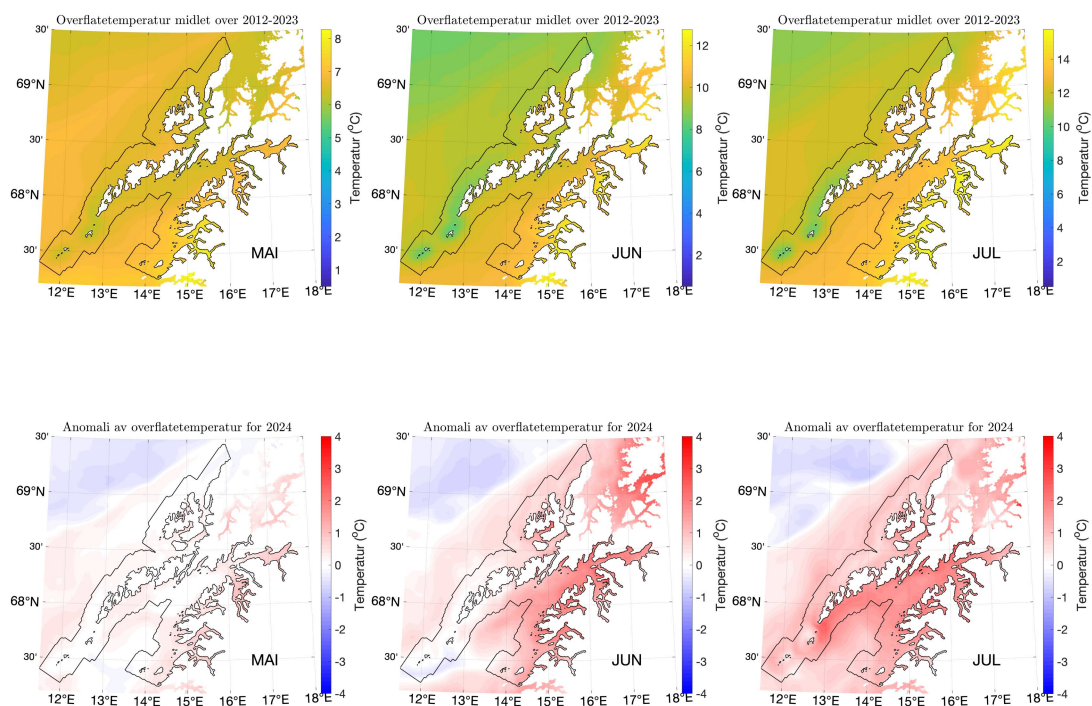


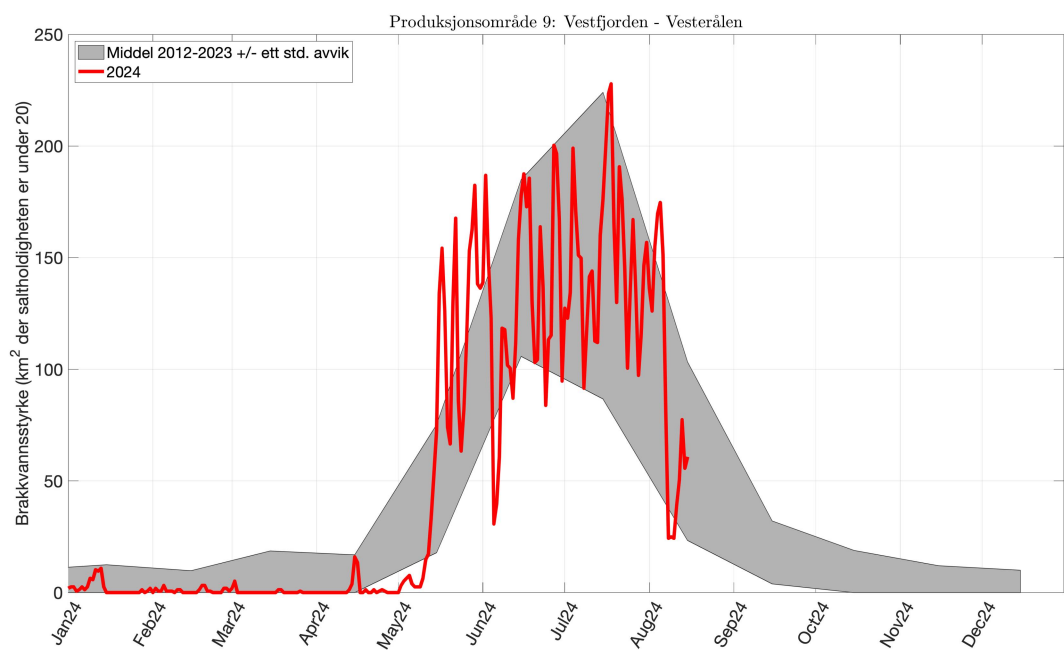
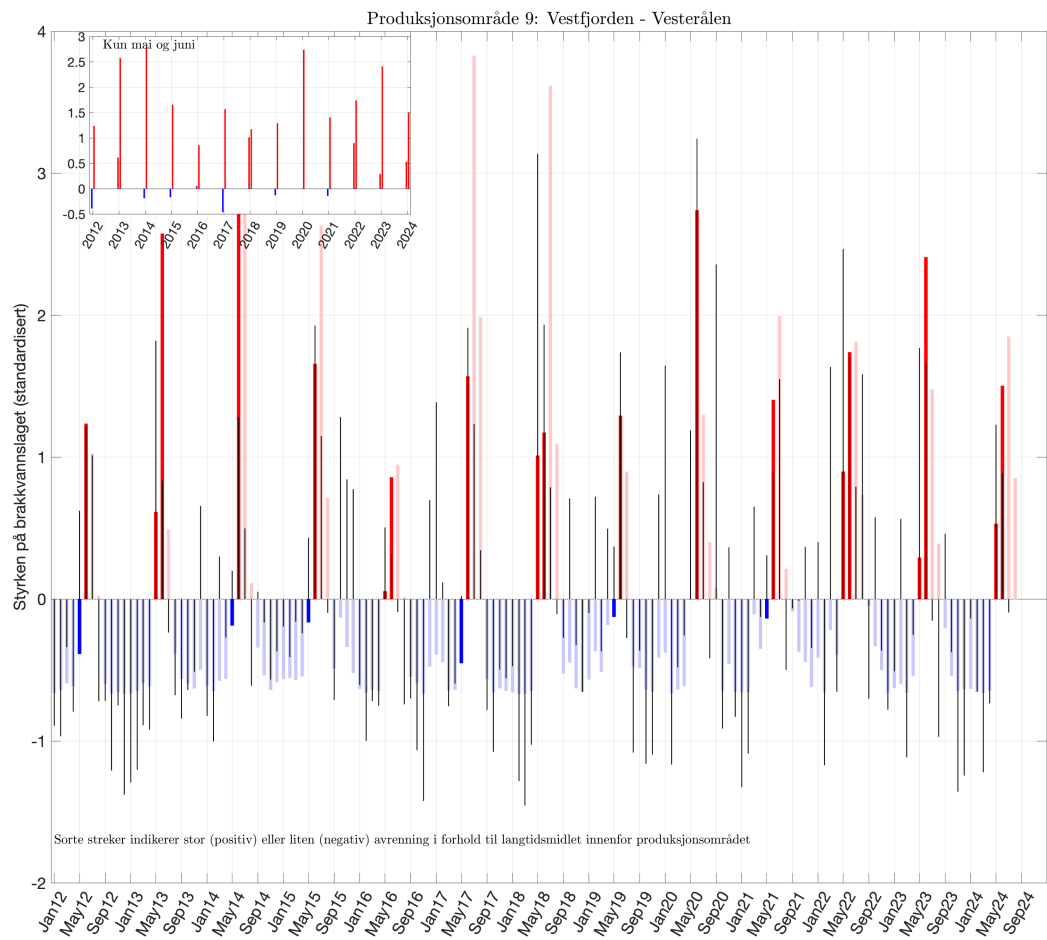


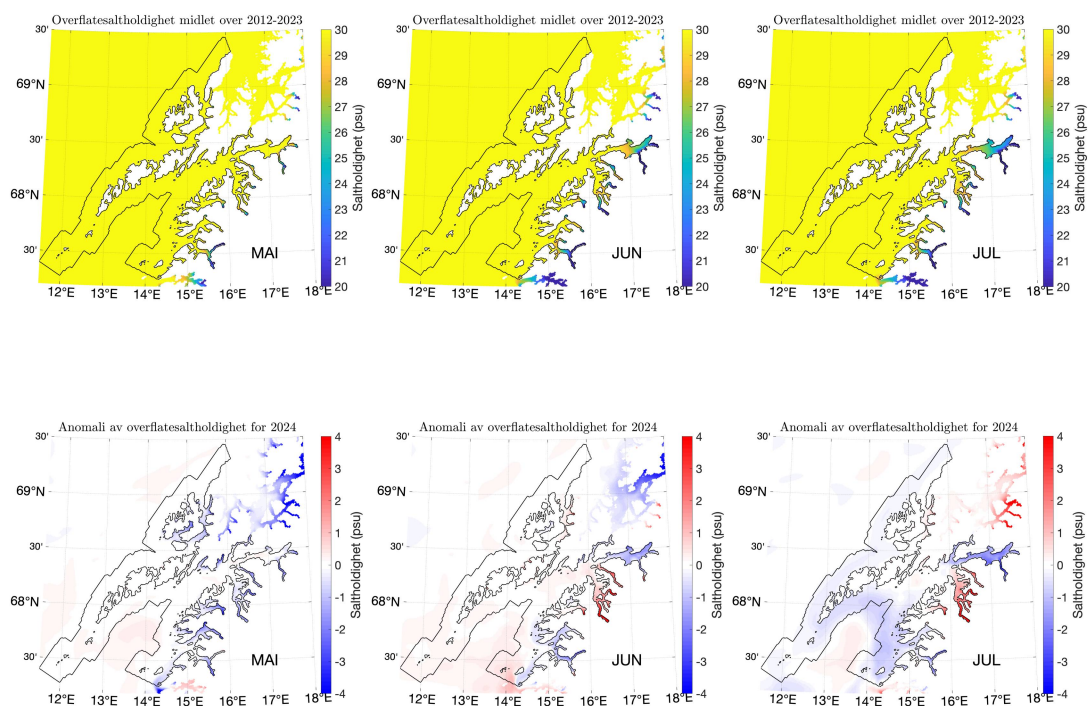


Produksjonsområde 9: Vestfjorden - Vesterålen

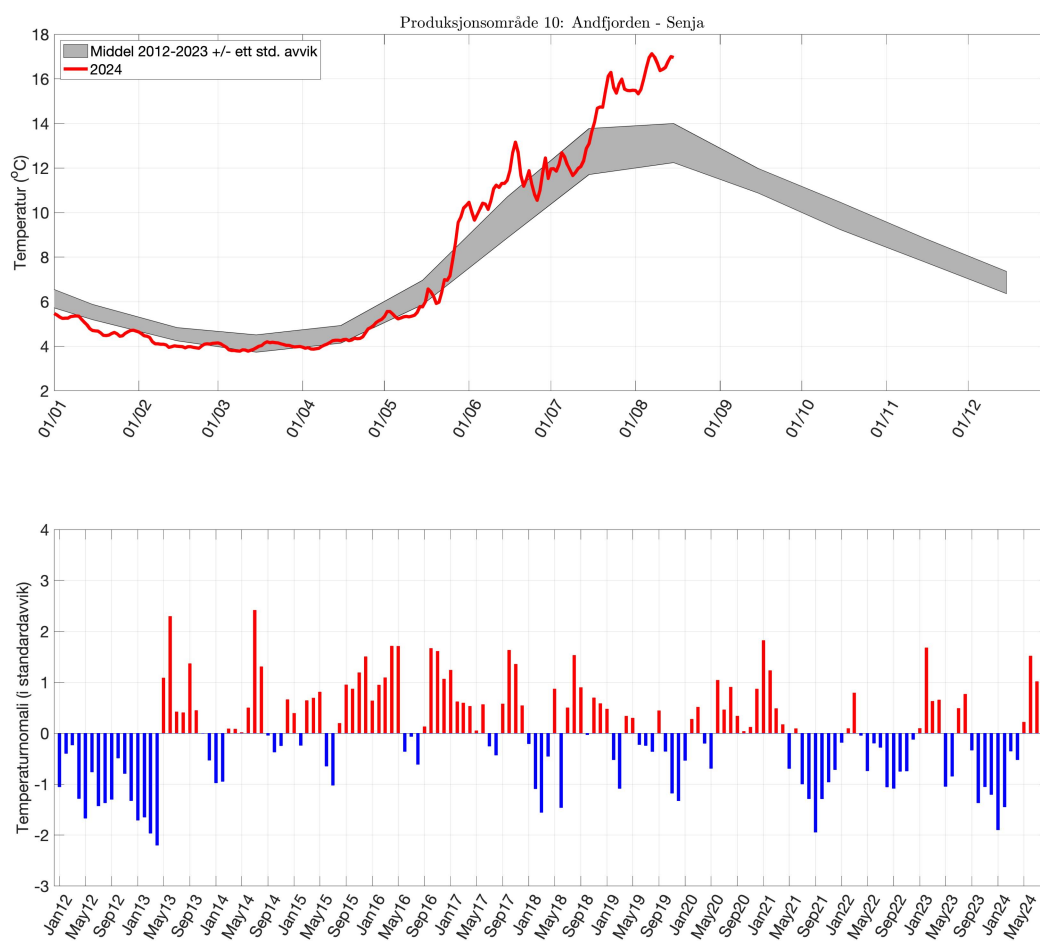


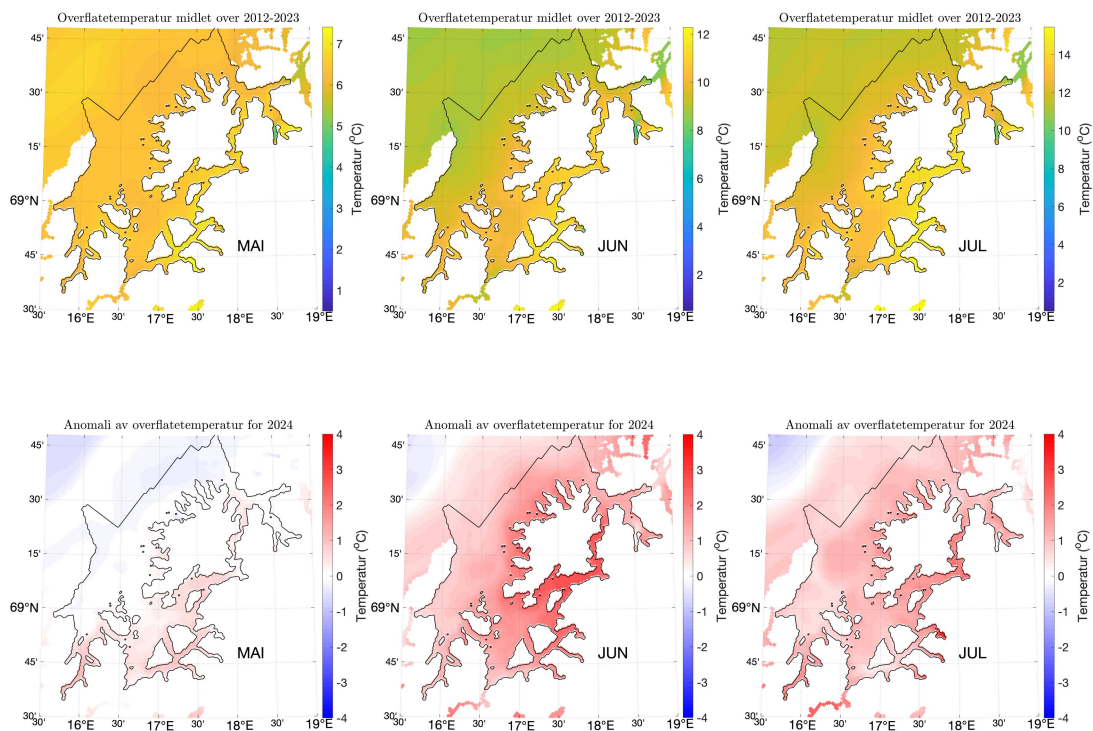


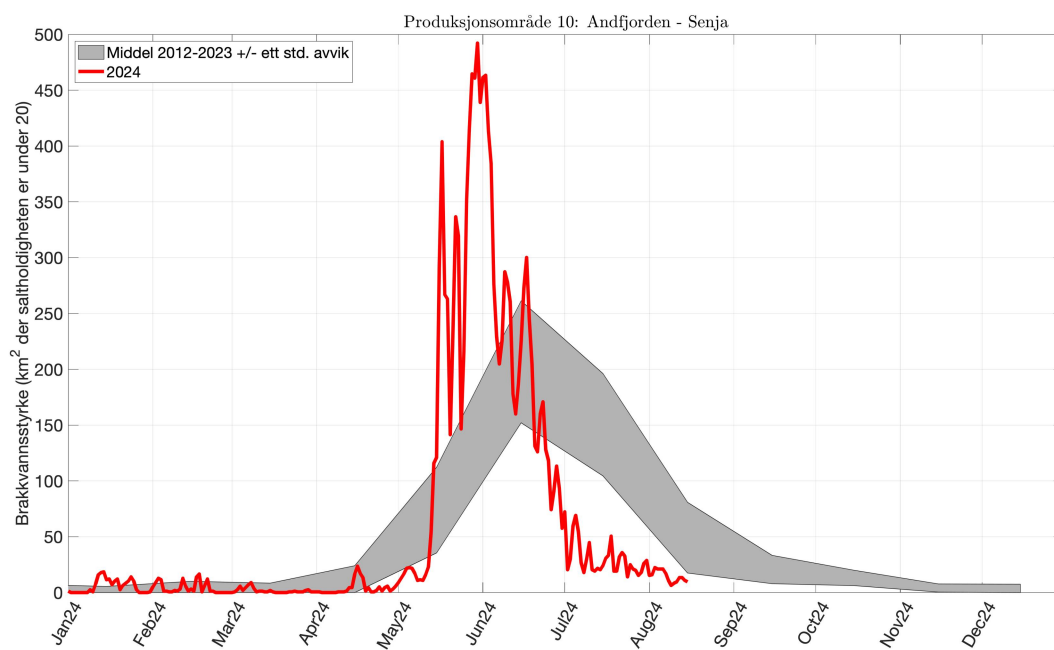
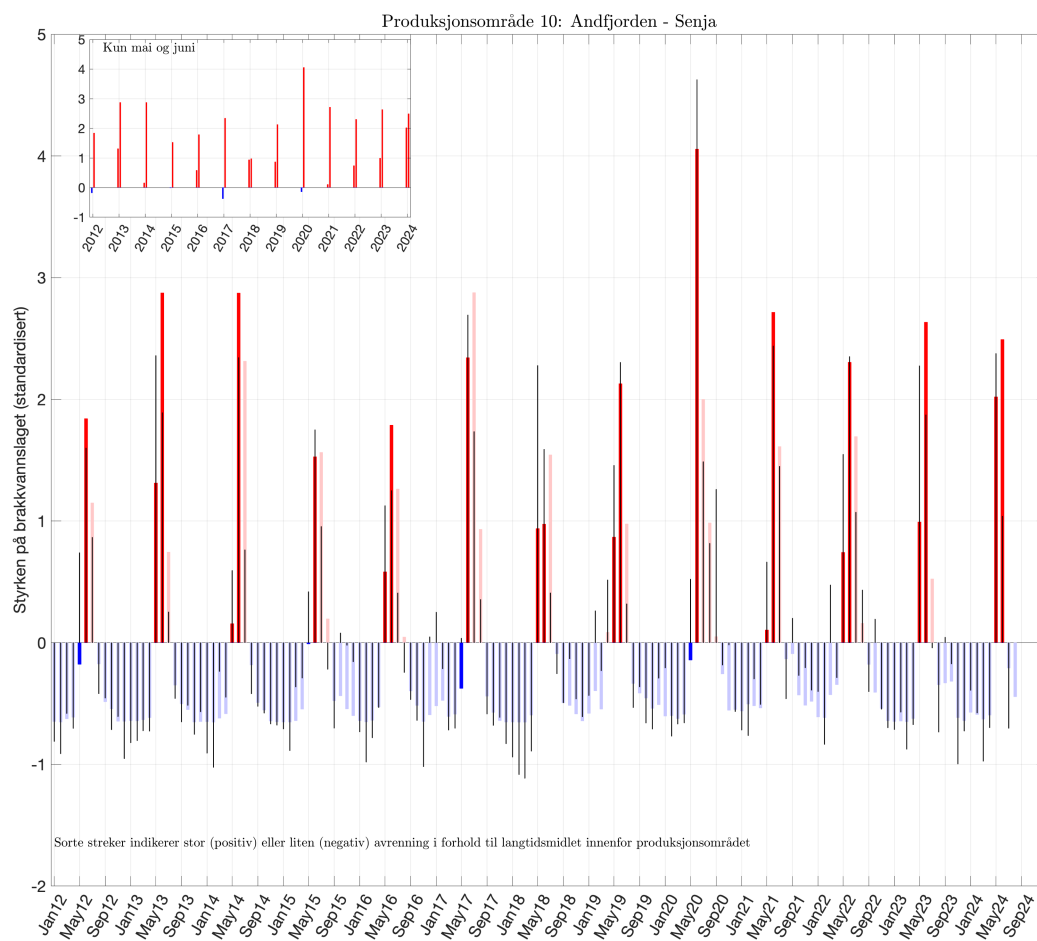


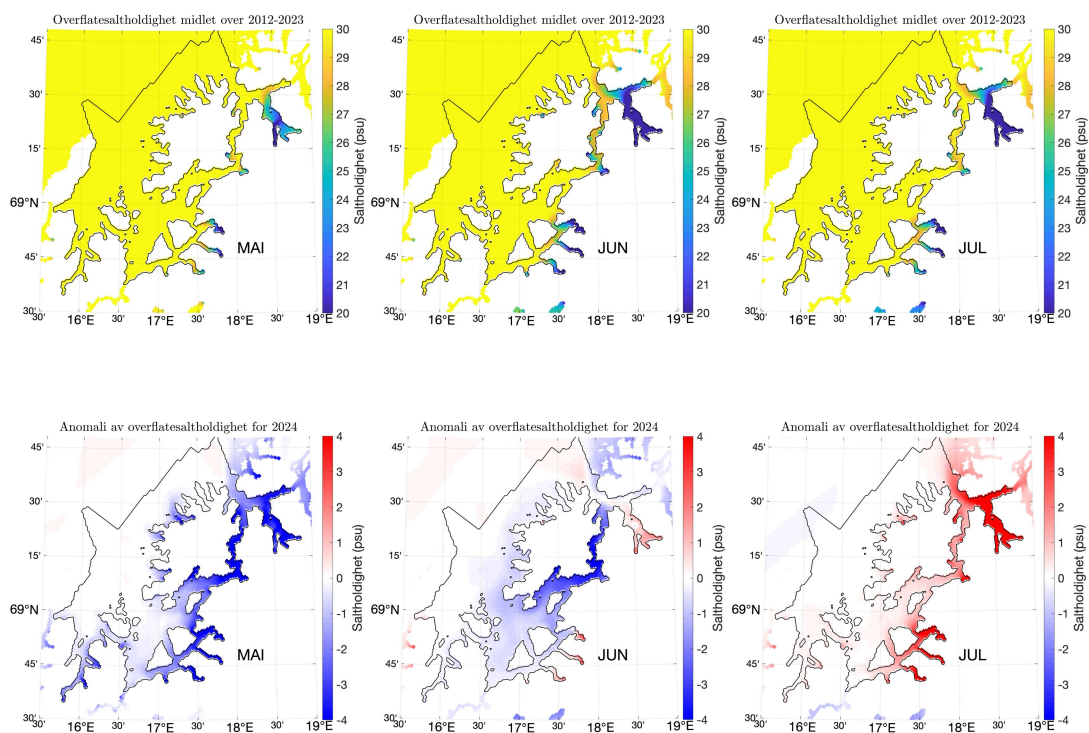


Produksjonsområde 10: Andfjorden - Senja

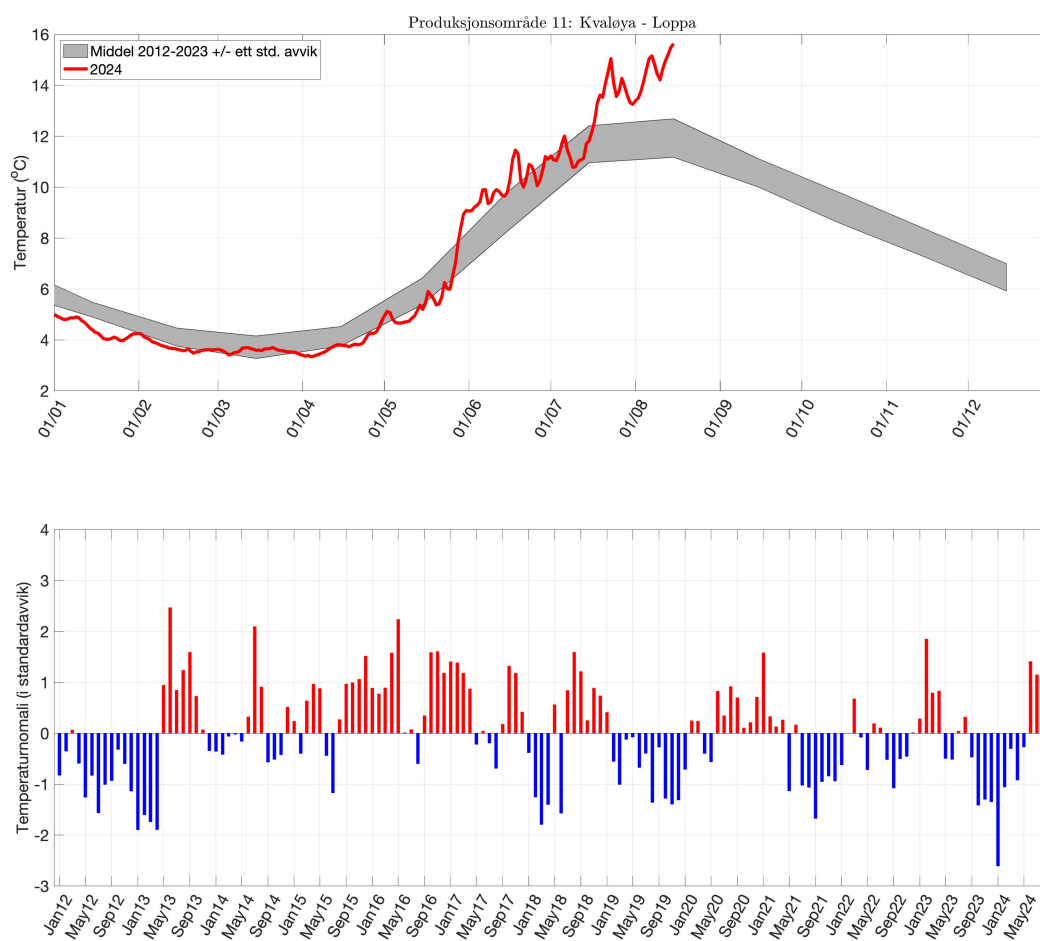


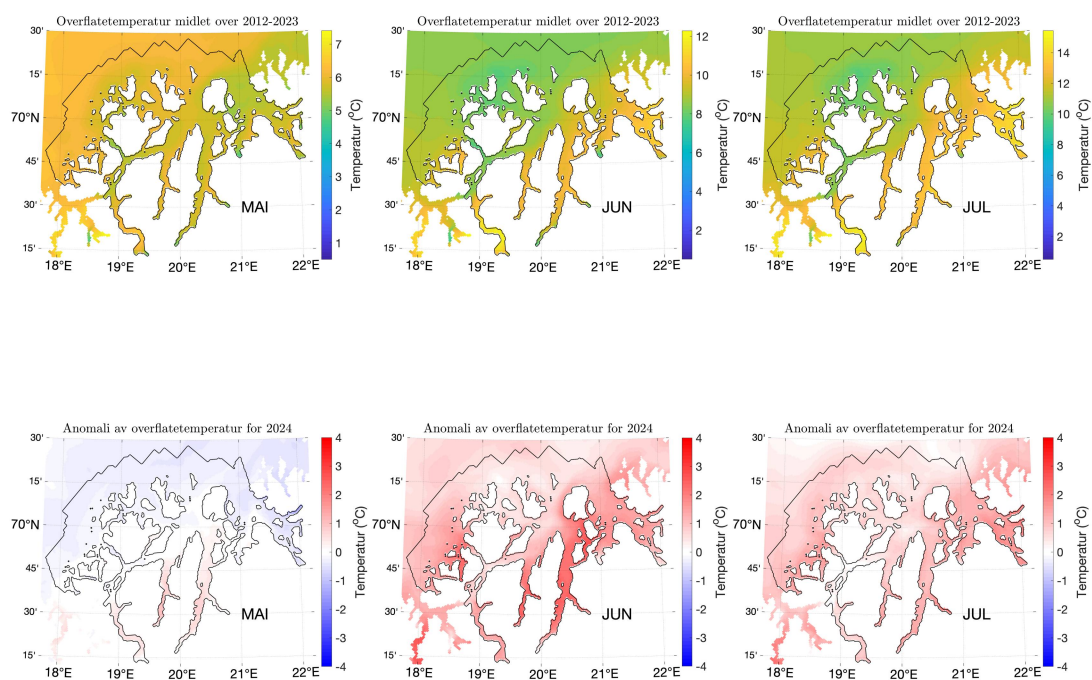


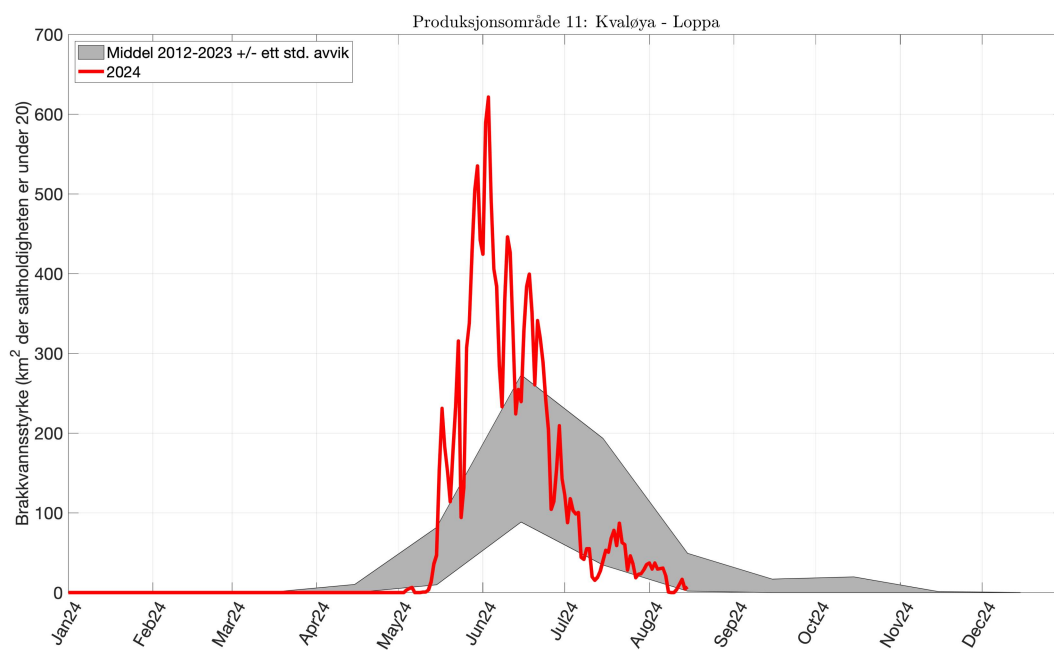
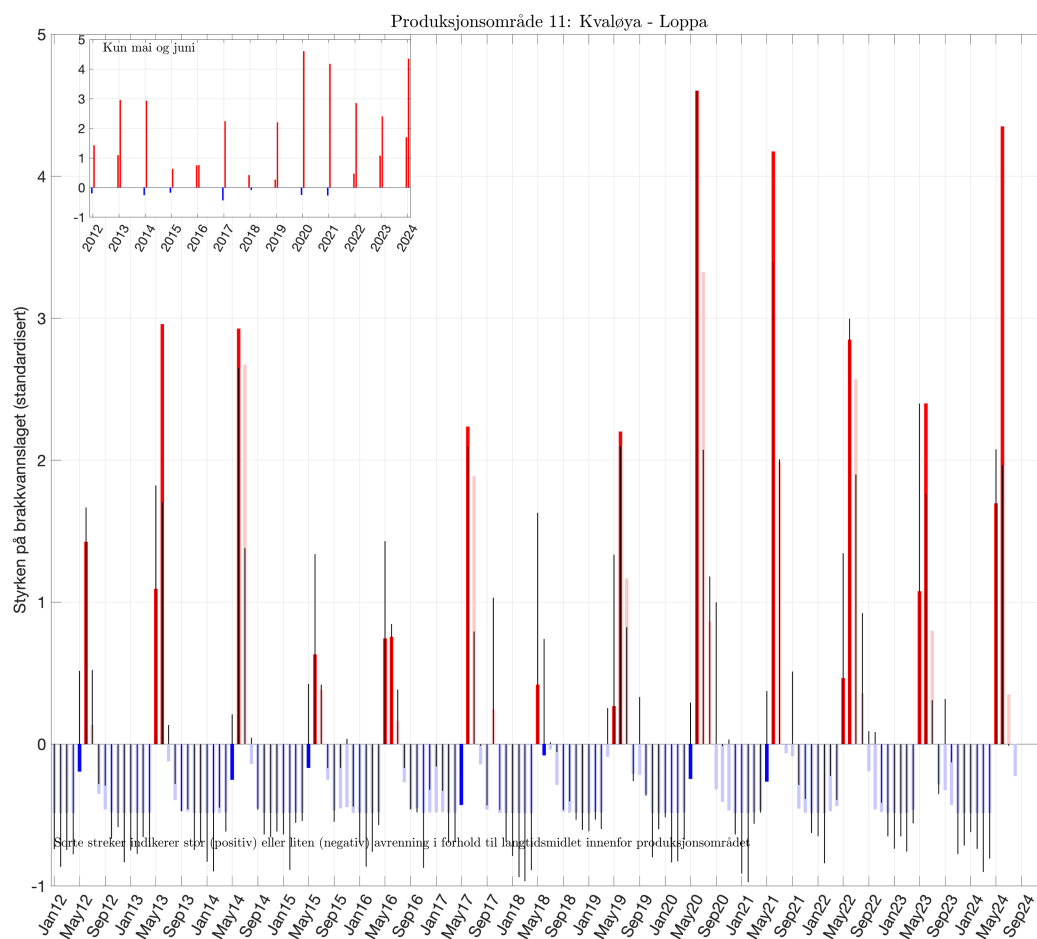


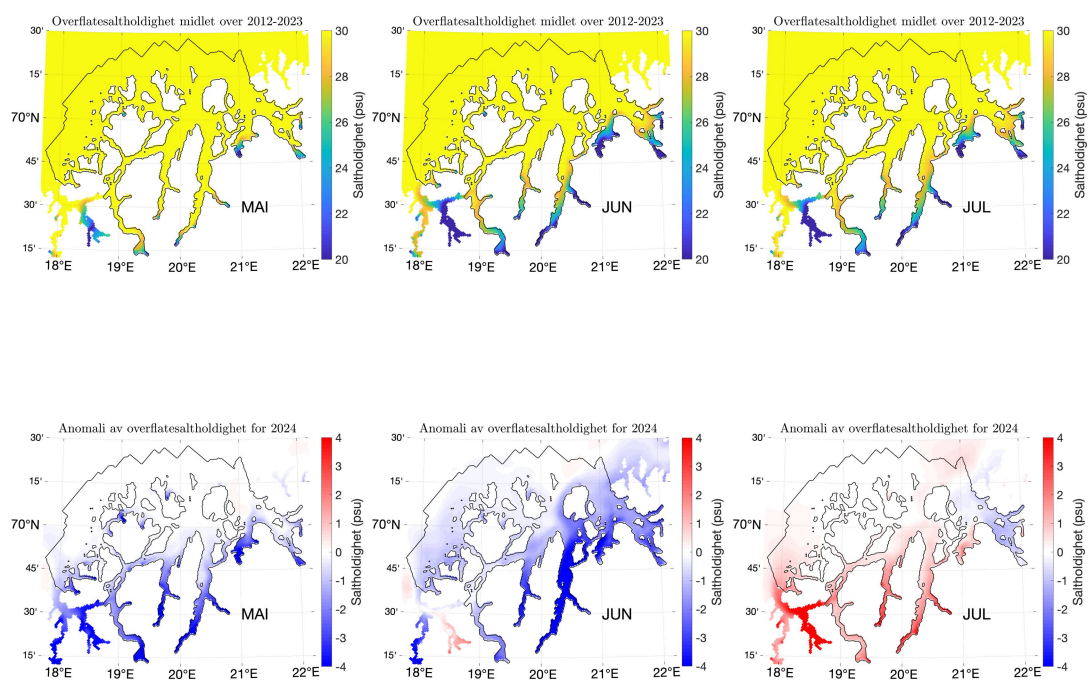


Produksjonsområde 11: Kvaløya - Loppa

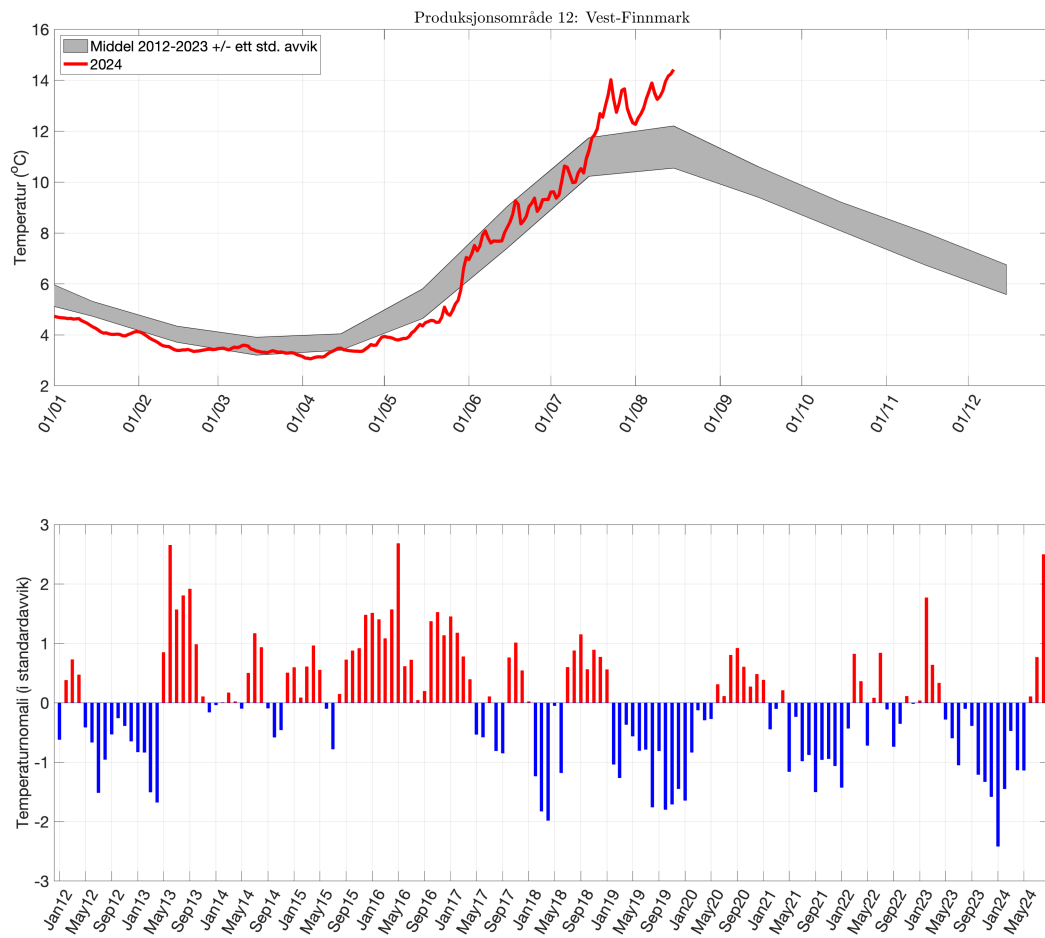


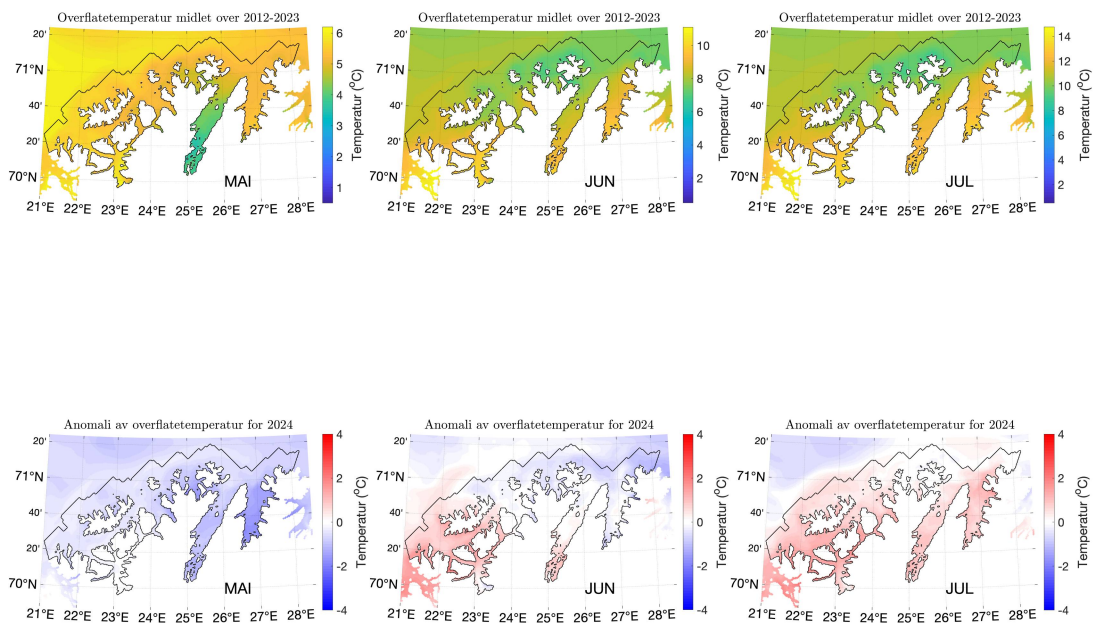


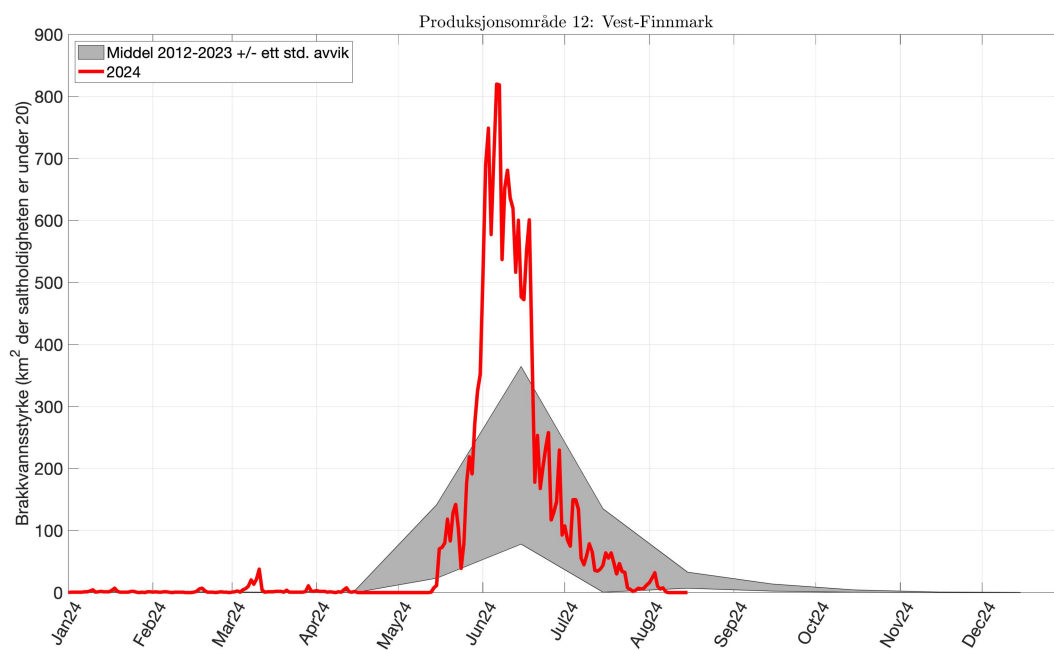
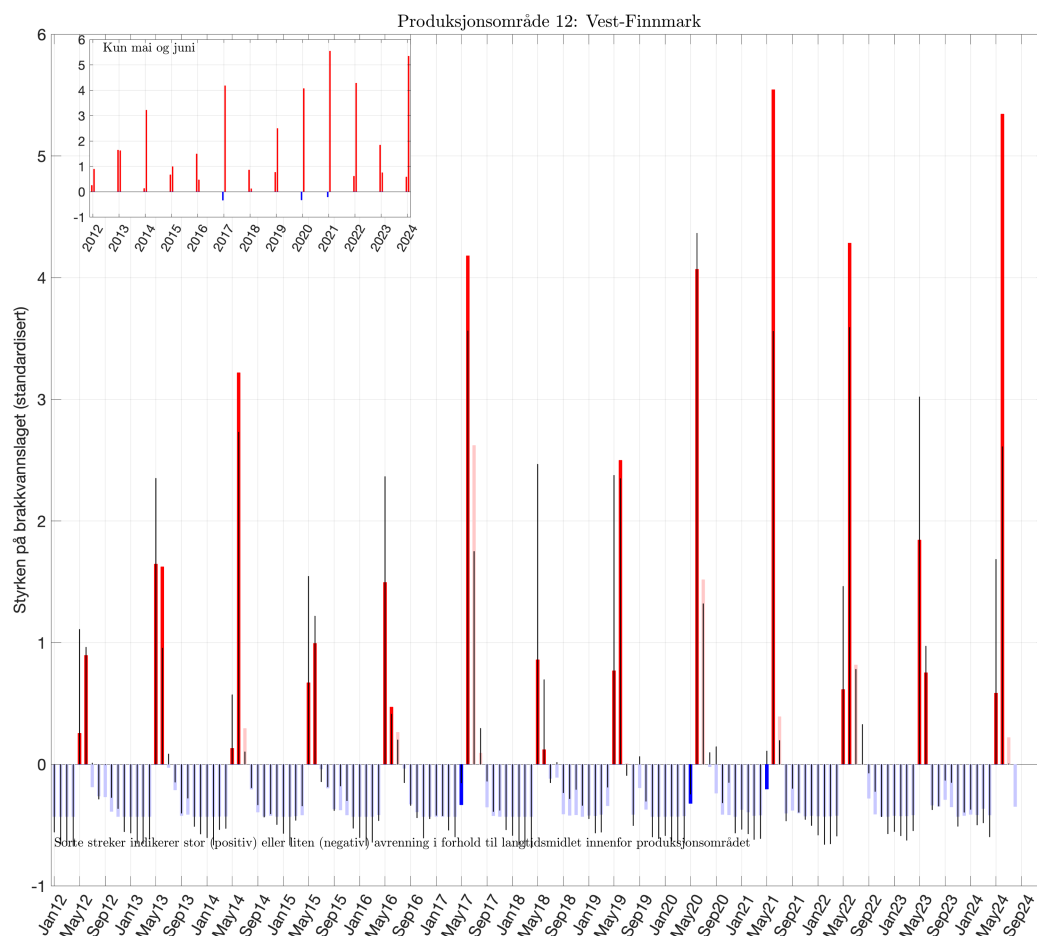


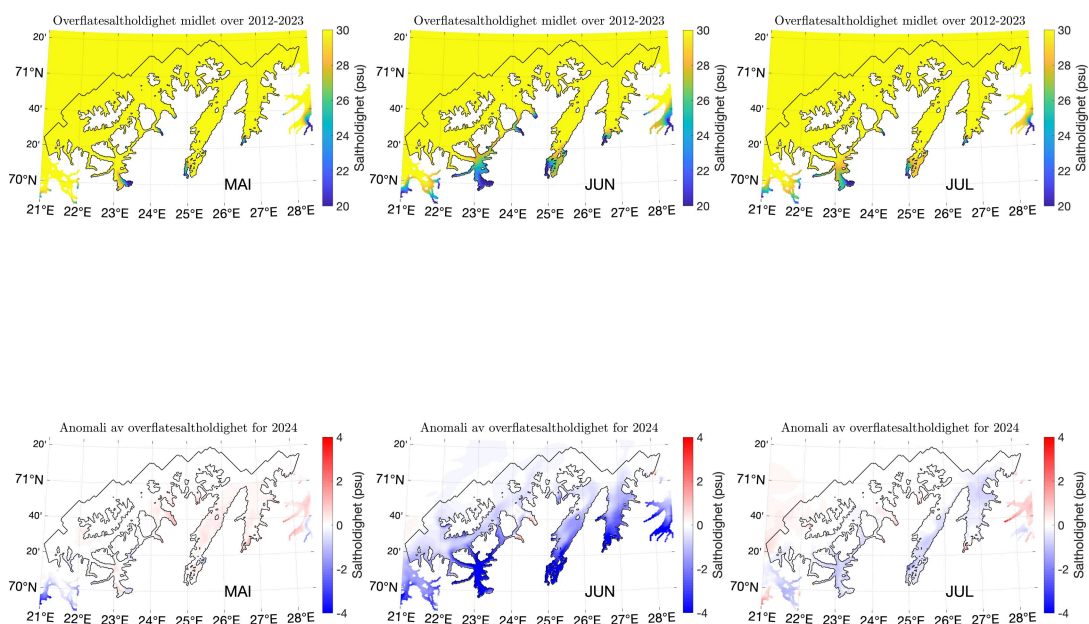


Produksjonsområde 12: Vest-Finnmark

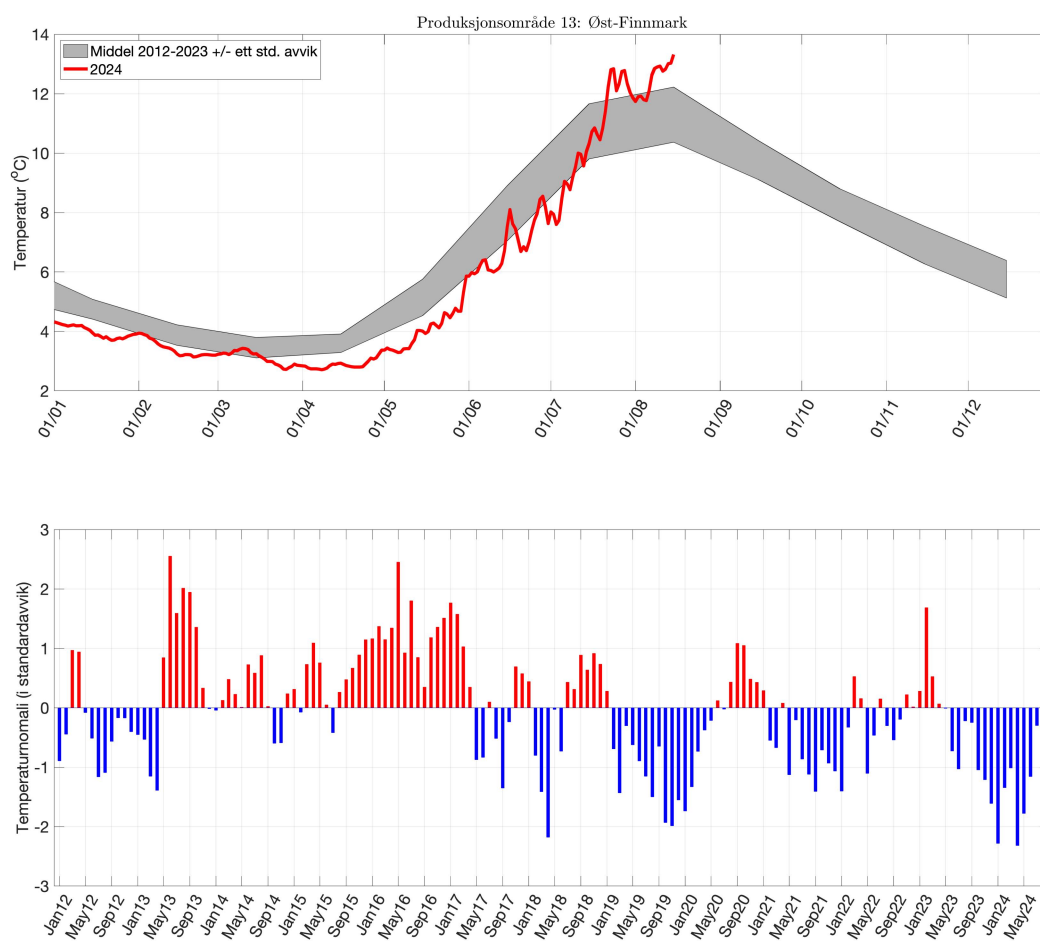


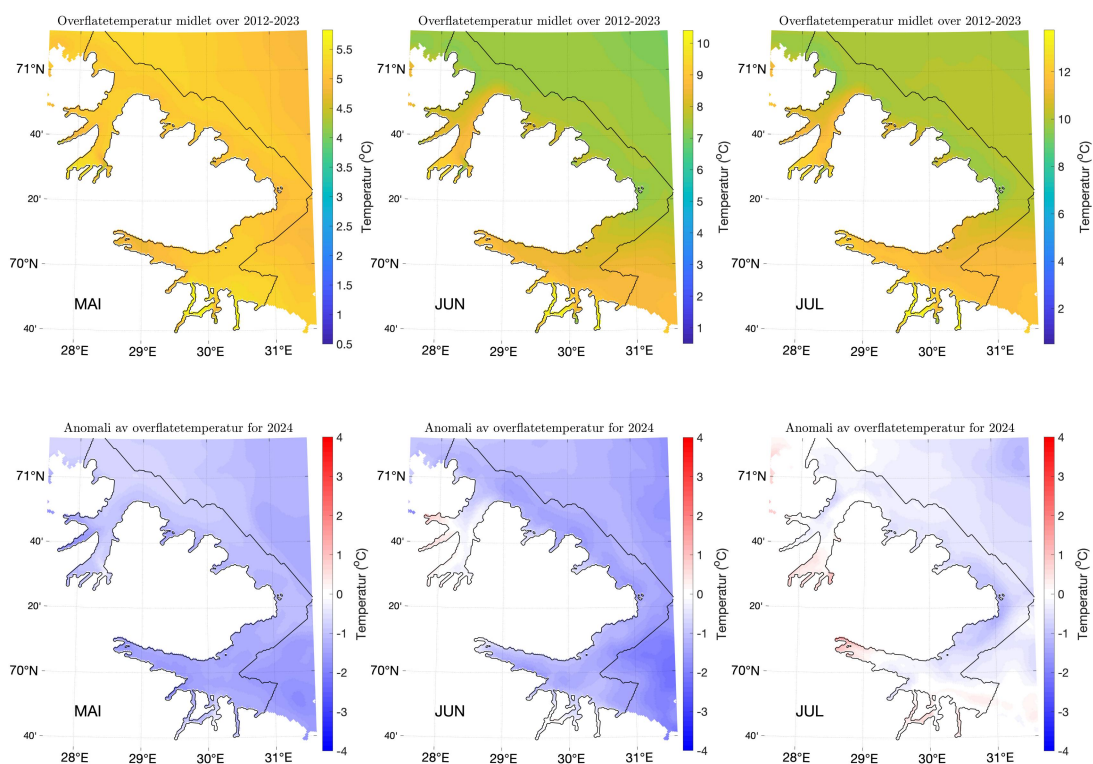


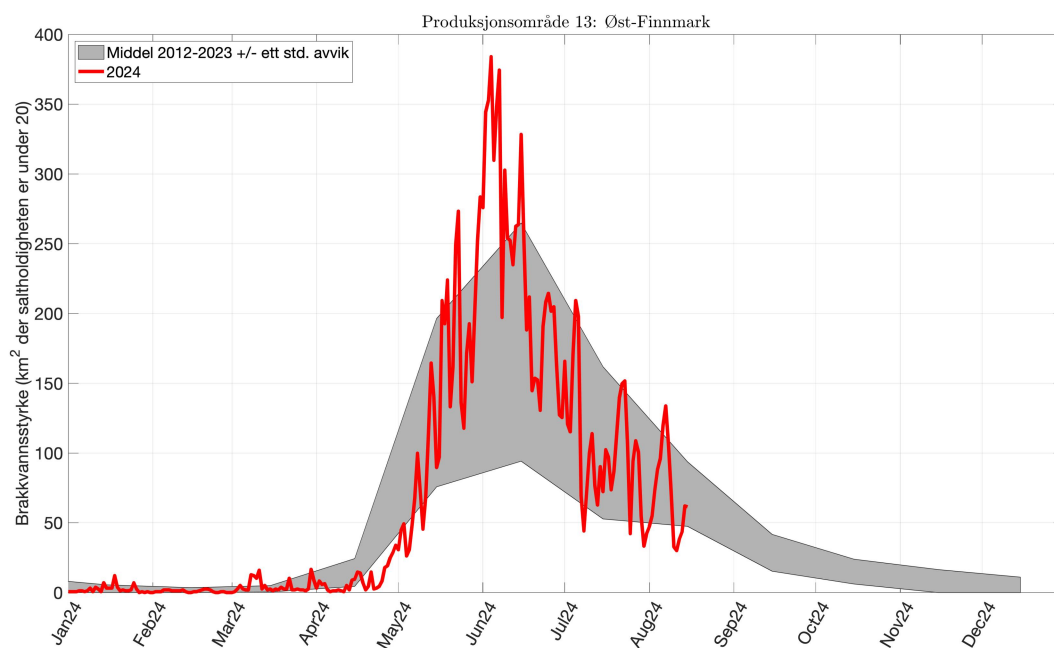
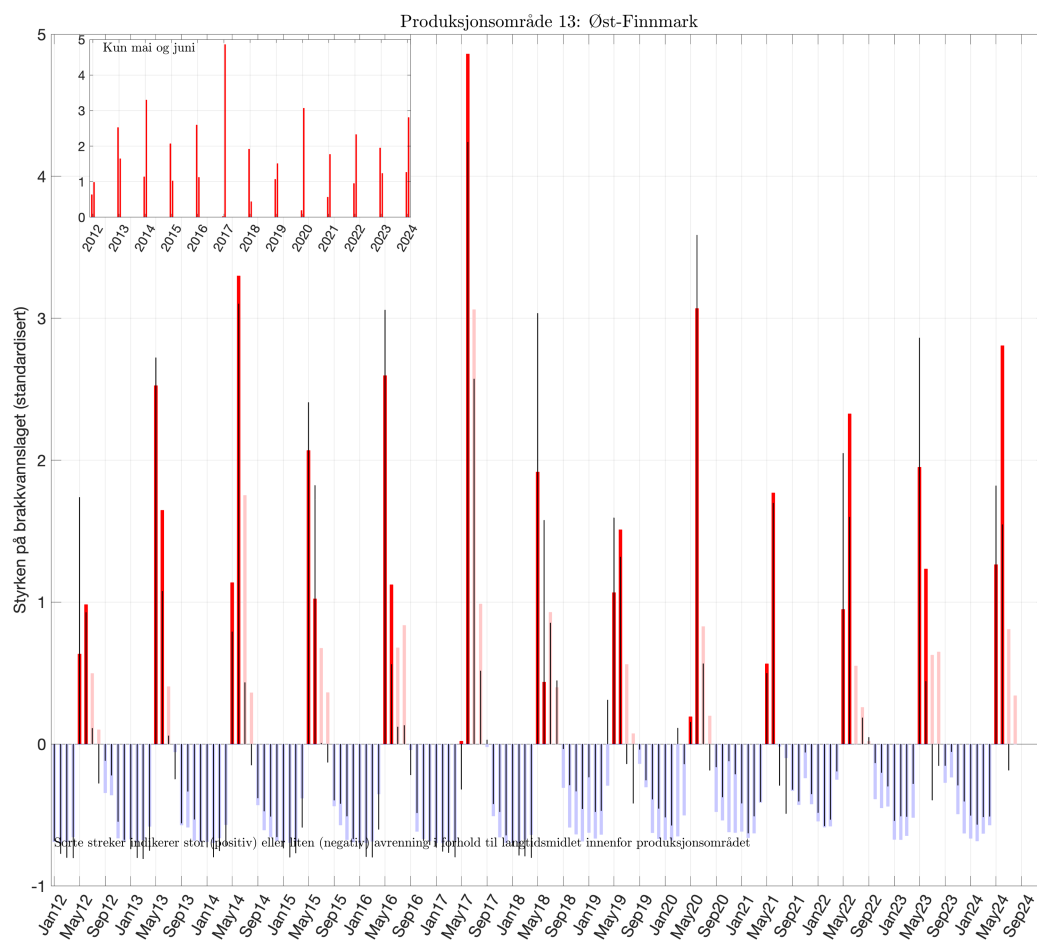


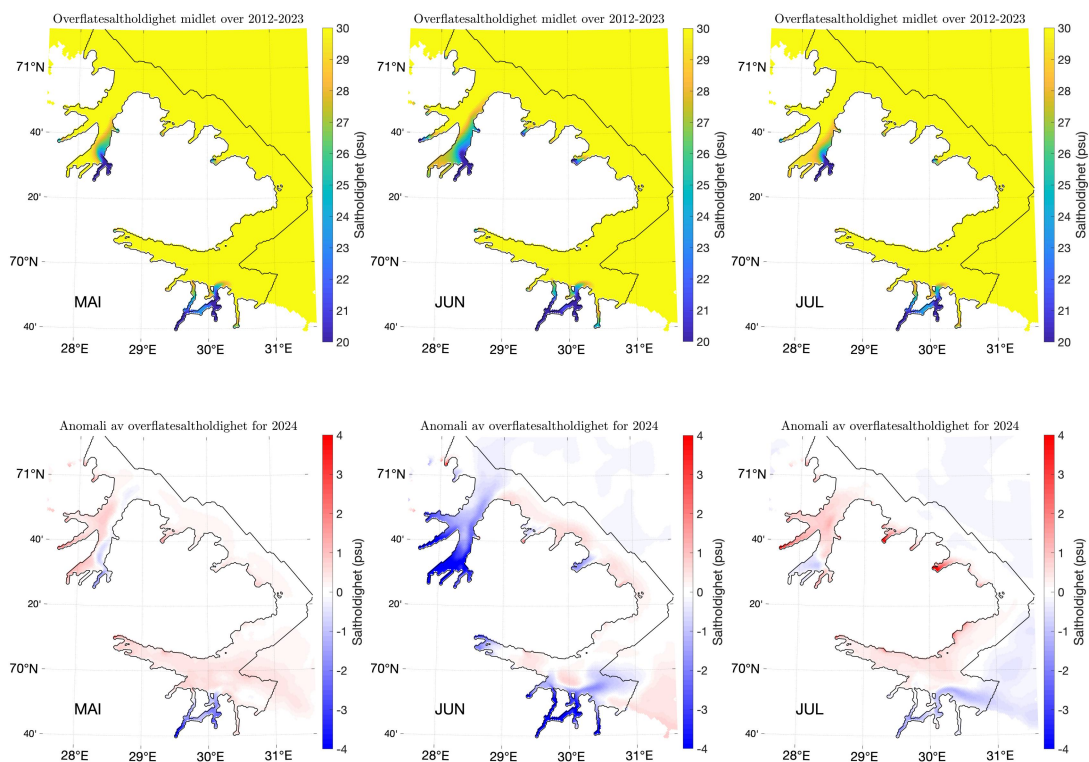


Produksjonsområde 13: Øst-Finnmark



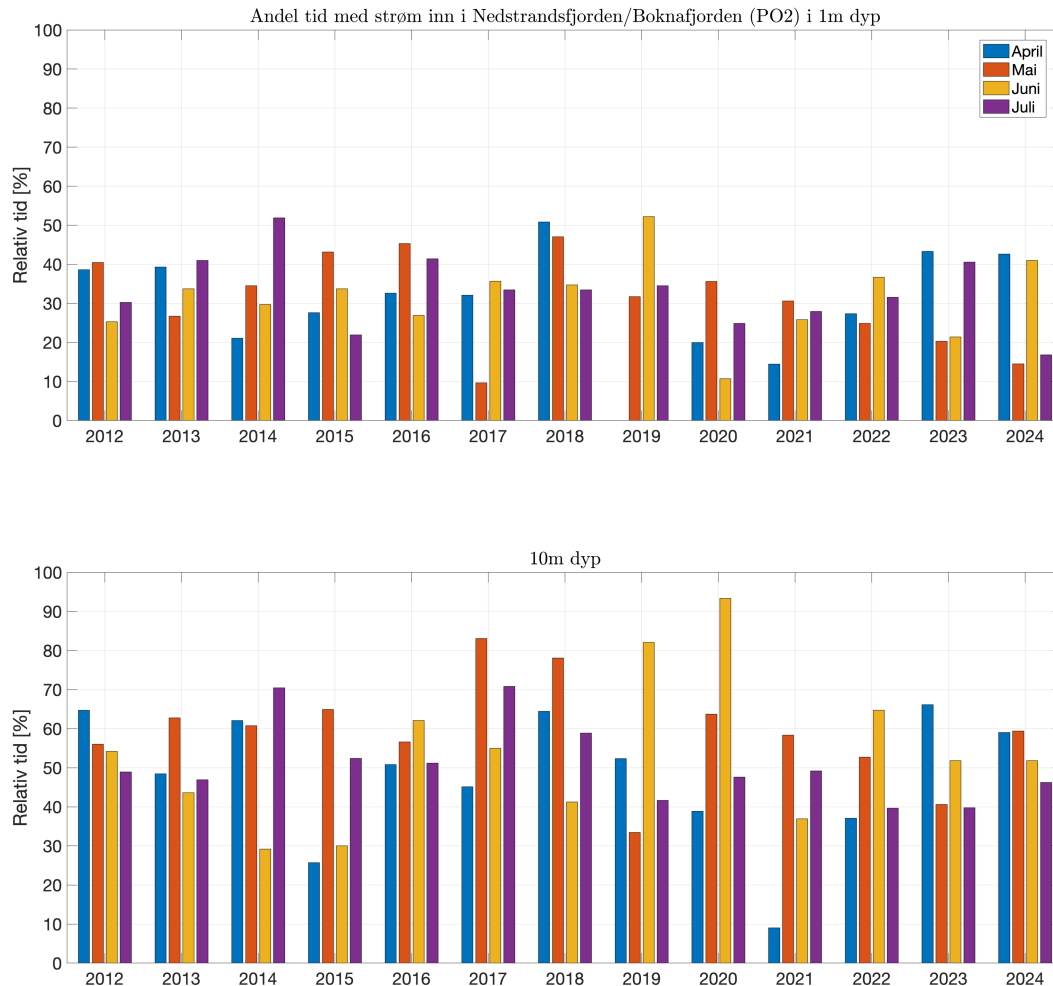




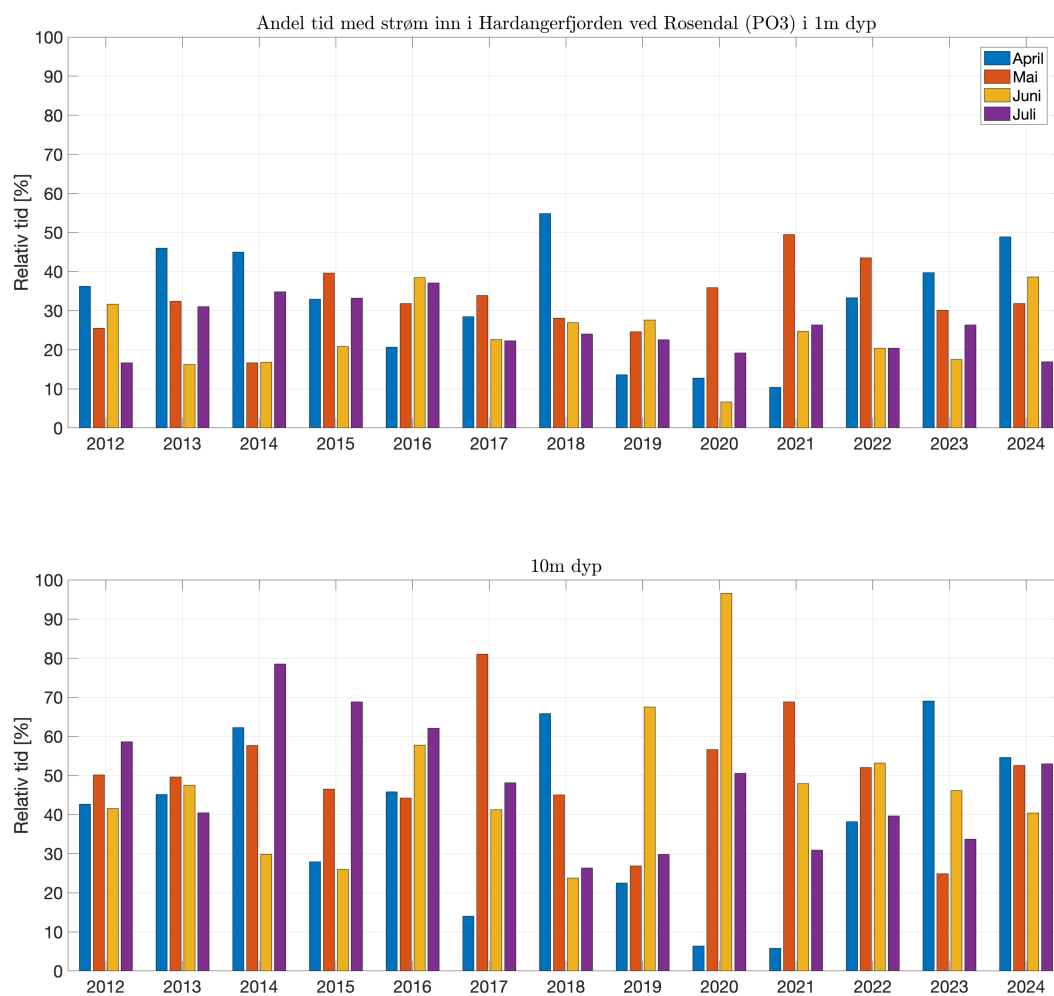


Appendiks B

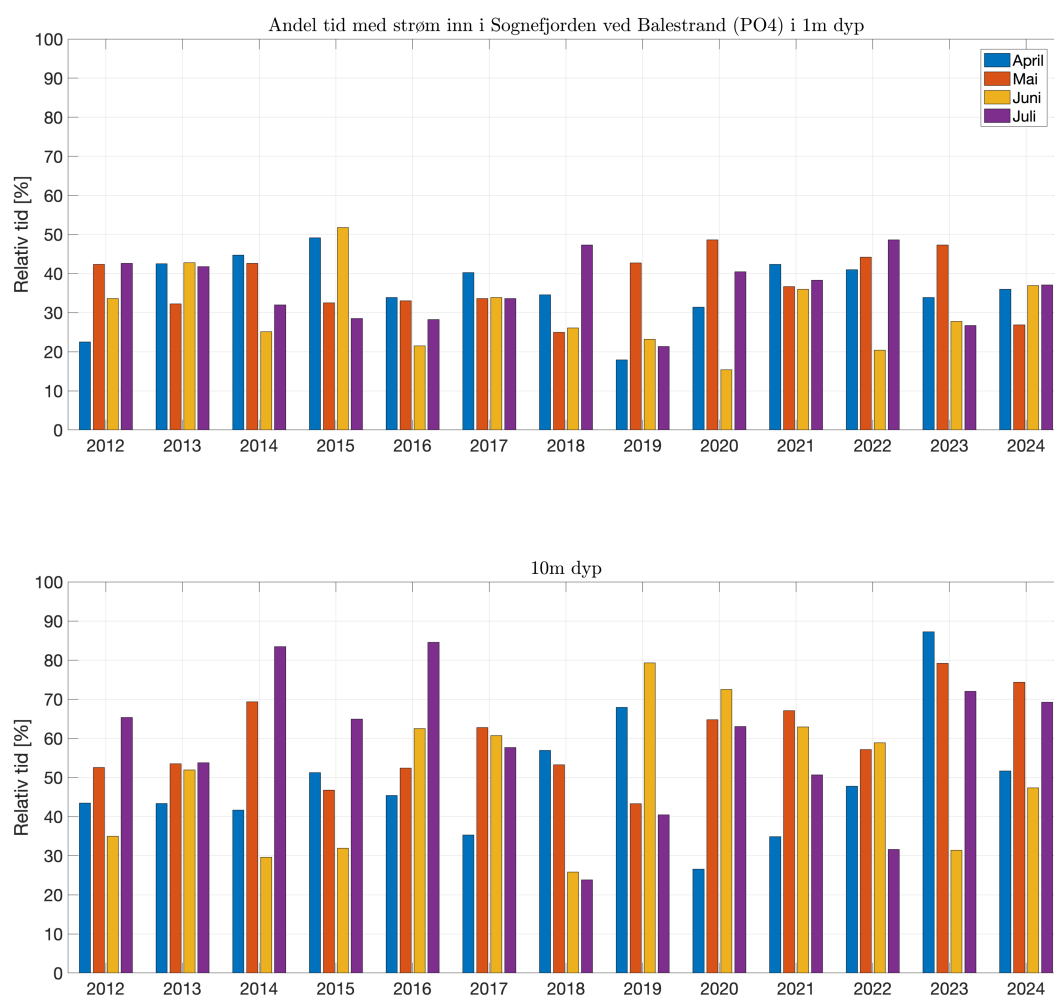
Her vises supplerende figurer som illustrerer andelen tid som netto vannstrøm går innover i sentrale fjorder (Figur B1-B9). Tidsserie av langsgående strømhastighet for de samme fjordene for perioden april-juli 2024 er vist i Figur B10-B18.



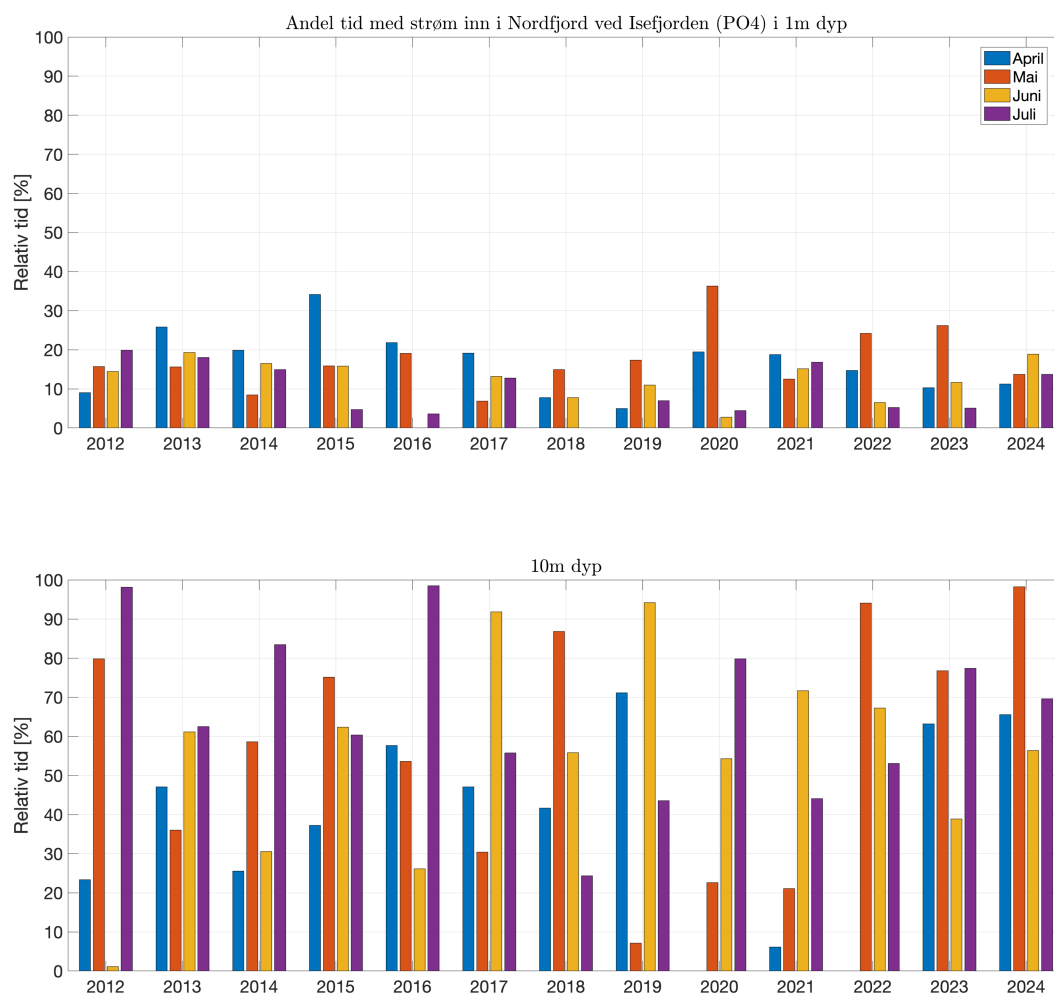
Figur B1. Søylediagram som viser andelen tid (i %) som netto vannstrøm går inn i Nedstrandsfjorden innenfor Boknafjorden i PO2 i 1m (øverst) og 10m dyp (nederst) for april (blå), mai (rød), juni (oransje) og juli (lilla) for årene 2012-2024. Andelen tid med utstrømming vil da være resten av tiden.



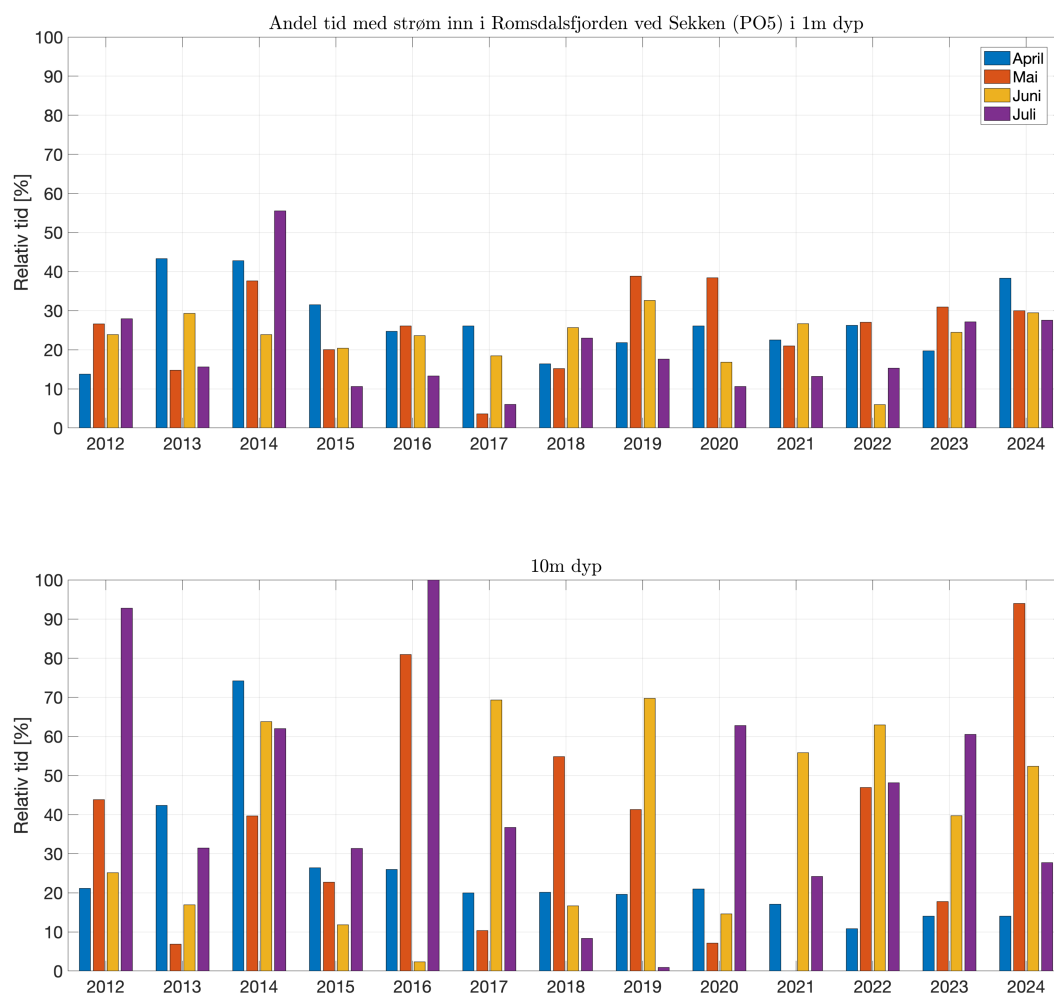
Figur B2. Søylediagram tilsvarende Figur B1 som viser andelen tid (i %) som netto vannstrøm går inn i Hardangerfjorden i PO3.



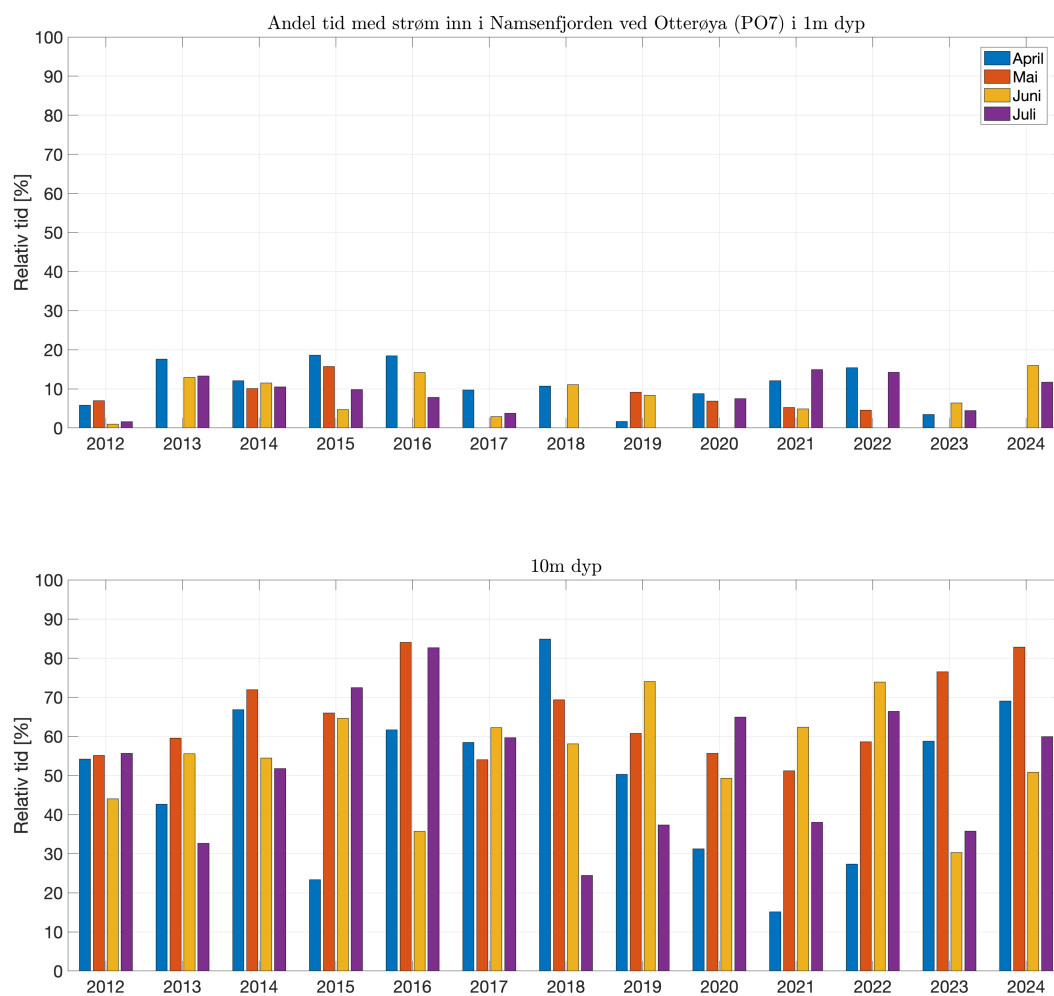
Figur B3. Søylediagram tilsvarende Figur B1 som viser andelen tid (i %) som netto vannstrøm går inn i Sognefjorden i PO4.



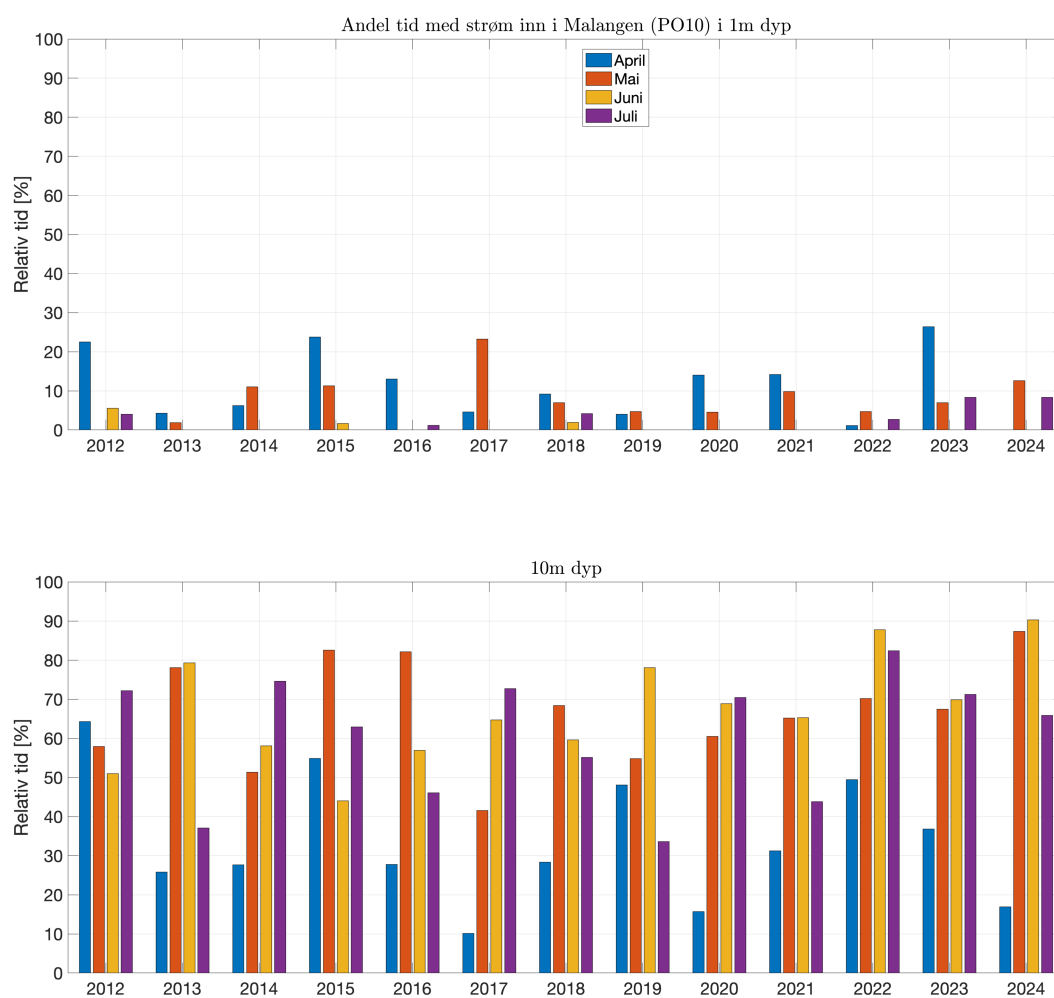
Figur B4. Søylediagram tilsvarende Figur B1 som viser andelen tid (i %) som netto vannstrøm går inn utenfor Isefjorden i Nordfjord i PO4.



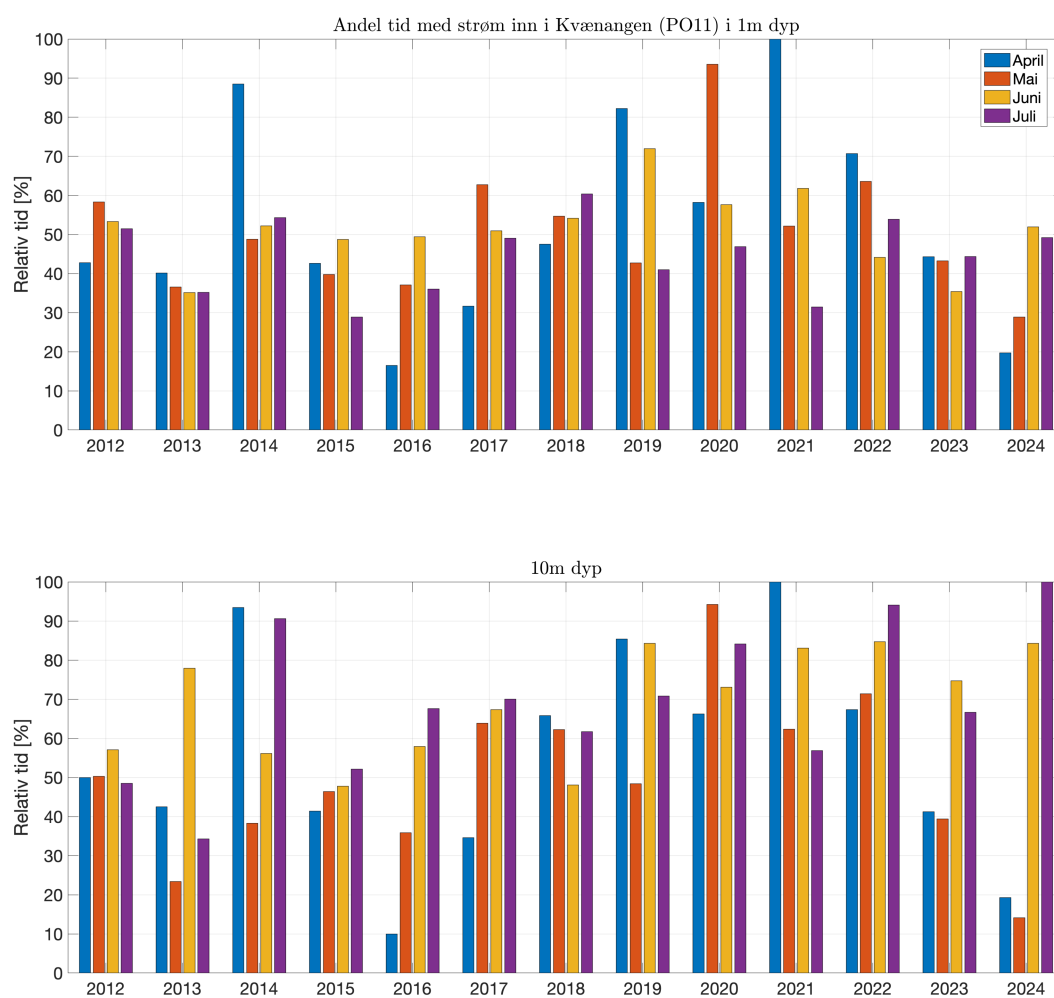
Figur B5. Søylediagram tilsvarende Figur B1 som viser andelen tid (i %) som netto vannstrøm går inn utenfor Sekken i Romsdalsfjorden i PO5.



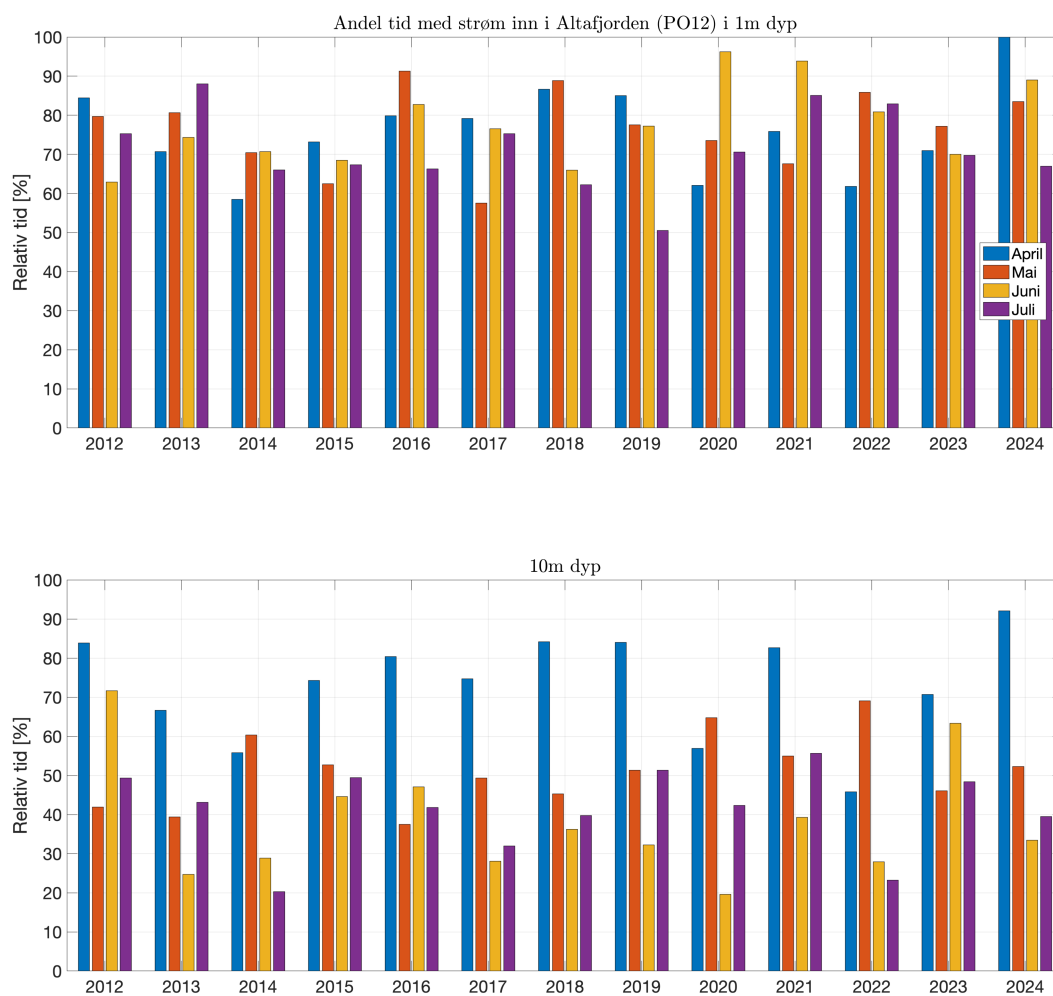
Figur B6. Søylediagram tilsvarende Figur B1 som viser andelen tid (i %) som netto vannstrøm går inn ved Otterøya i Namsenfjorden i PO7.



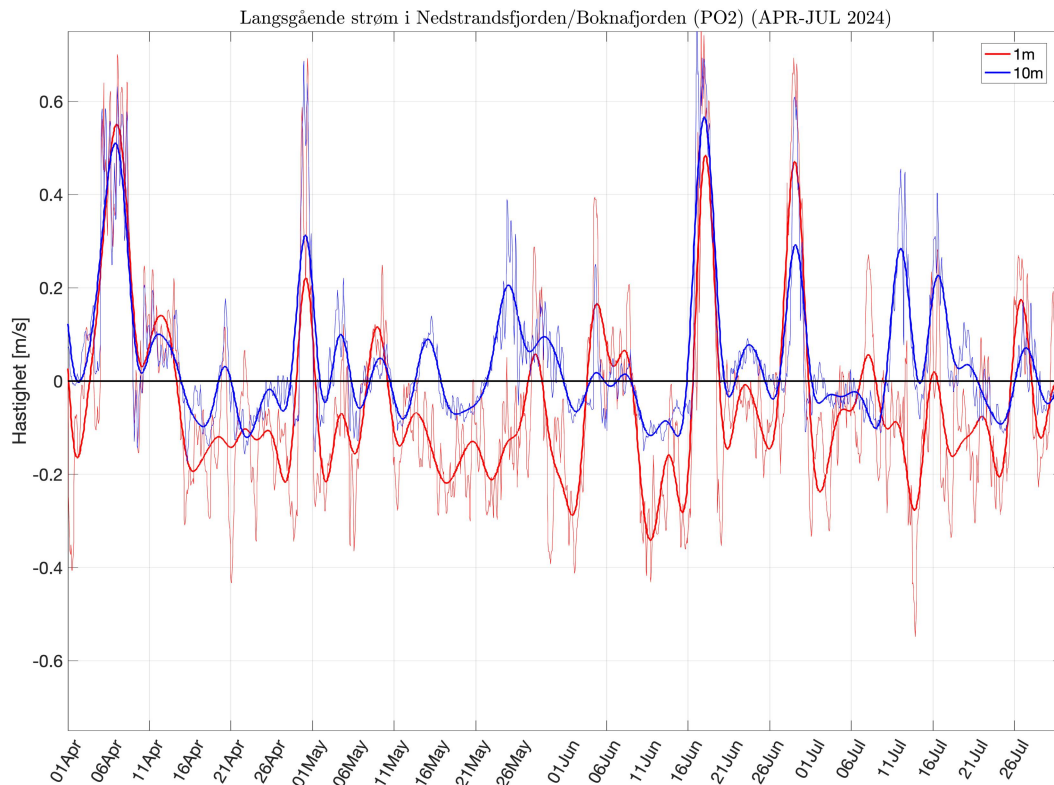
Figur B7. Søylediagram tilsvarende Figur B1 som viser andelen tid (i %) som netto vannstrøm går inn i Malangen i PO10.



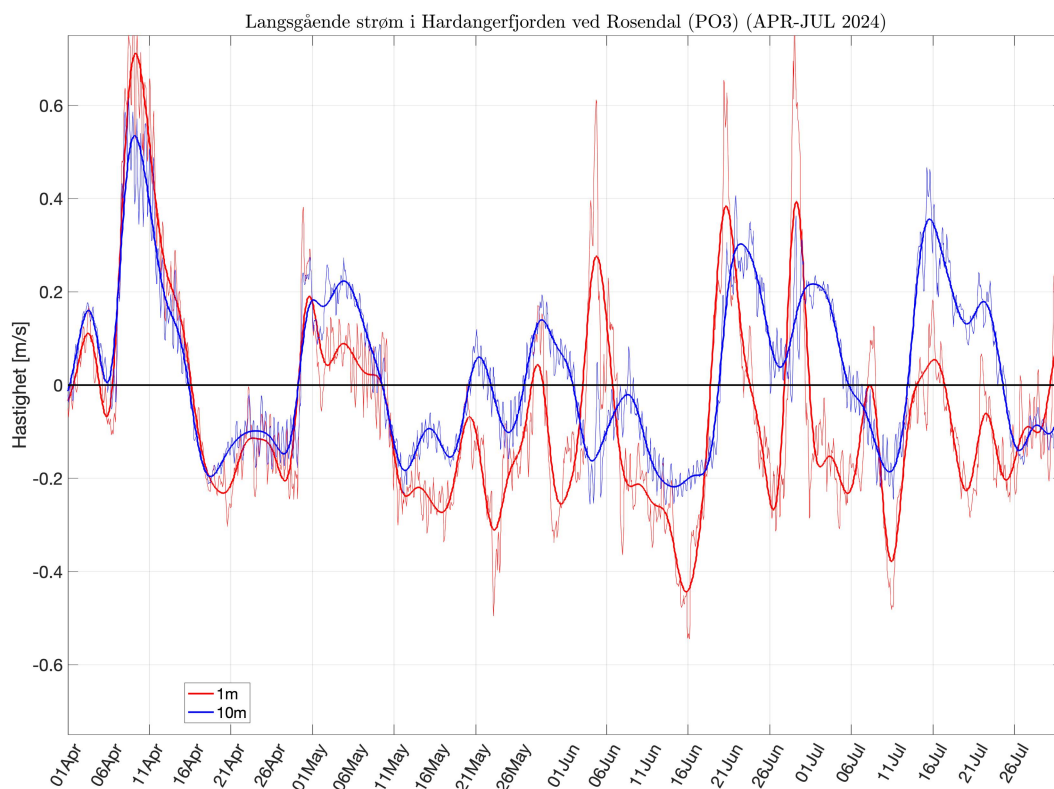
Figur B8. Søylediagram tilsvarende Figur B1 som viser andelen tid (i %) som netto vannstrøm går inn i Kvæningen i PO11.



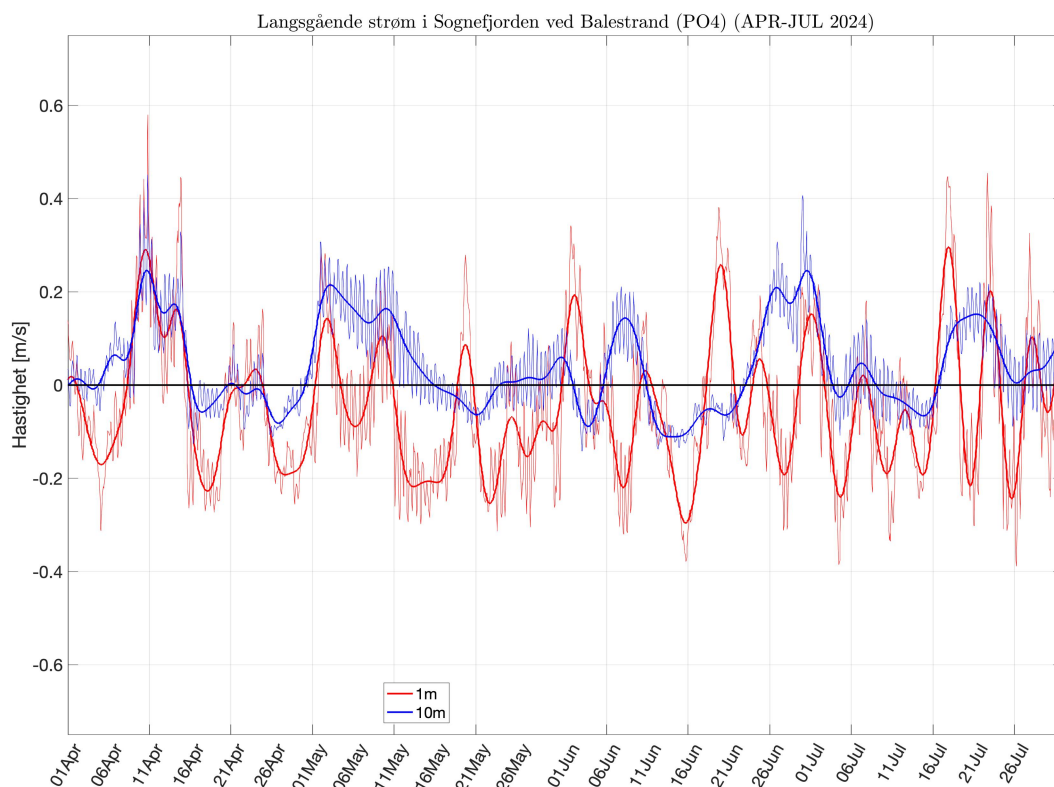
Figur B9. Søylediagram tilsvarende Figur B1 som viser andelen tid (i %) som netto vannstrøm går inn i Altafjorden i PO12.



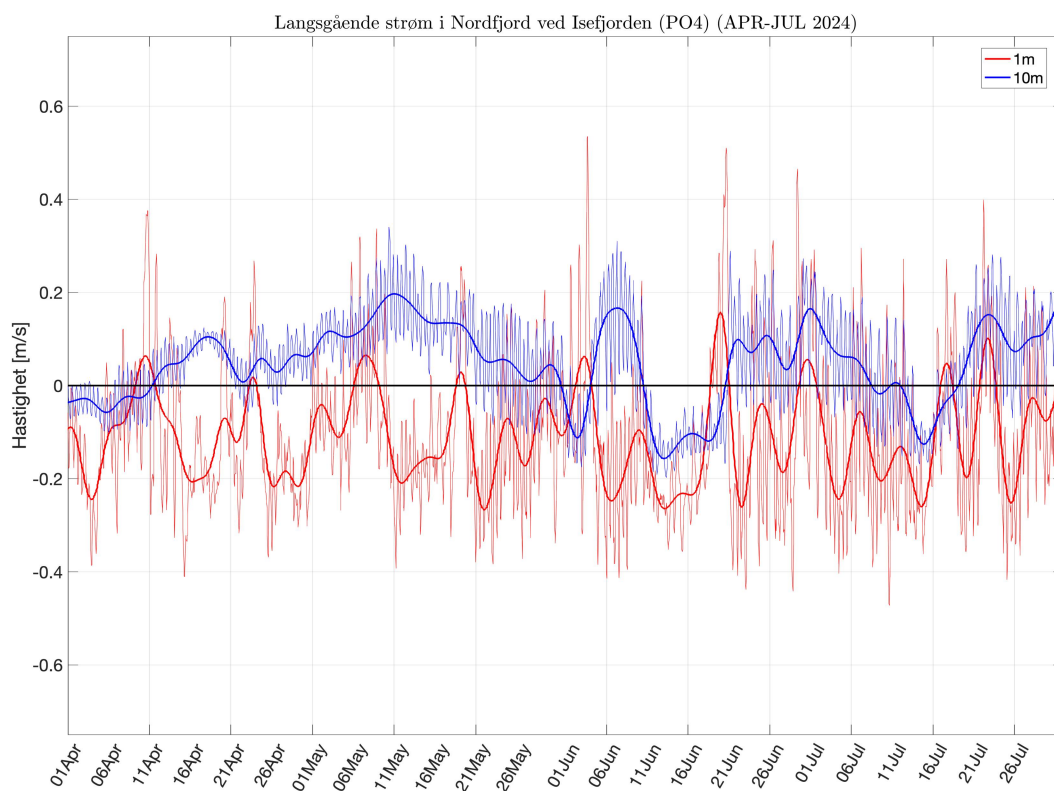
Figur B10. Tidsserier av langsgående strøm i 1 (rød) og 10m (blå) dyp ved lokaliteten i Nedstrandsfjorden/Boknafjorden i PO2 (se kartet i Figur 11) for perioden april-juli 2024 fra Norkyst. Tynn linje er timesverdier, mens tykk linje er 4-dagers lavpassfiltrerte tidsserie.



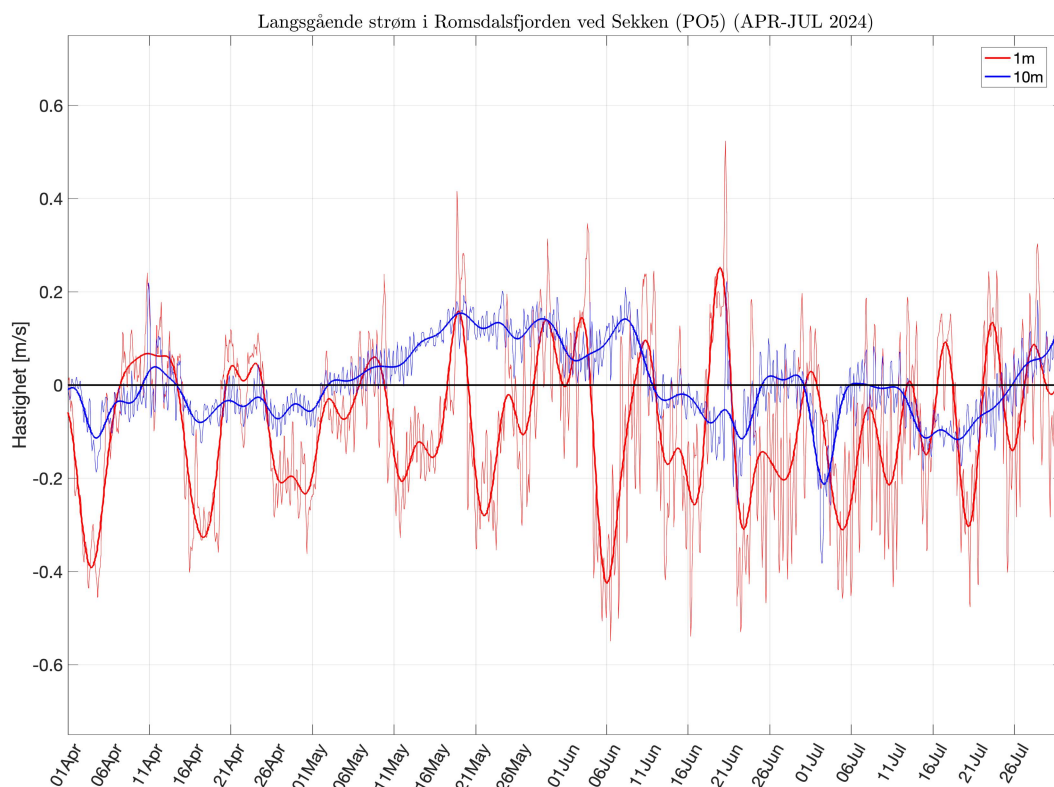
Figur B11. Tilsvarende som Figur B10, men her for lokaliteten i Hardangerfjorden i PO3.



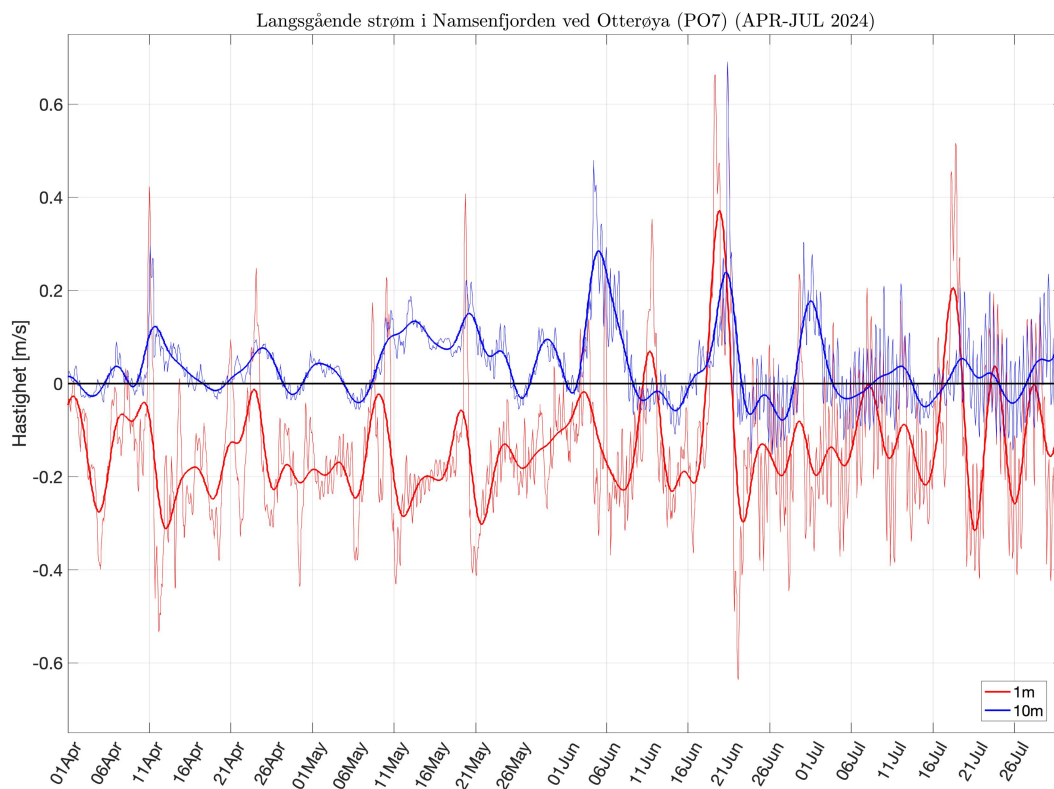
Figur B12. Tilsvarende som Figur B10, men her for lokaliteten i Sognefjorden i PO4.



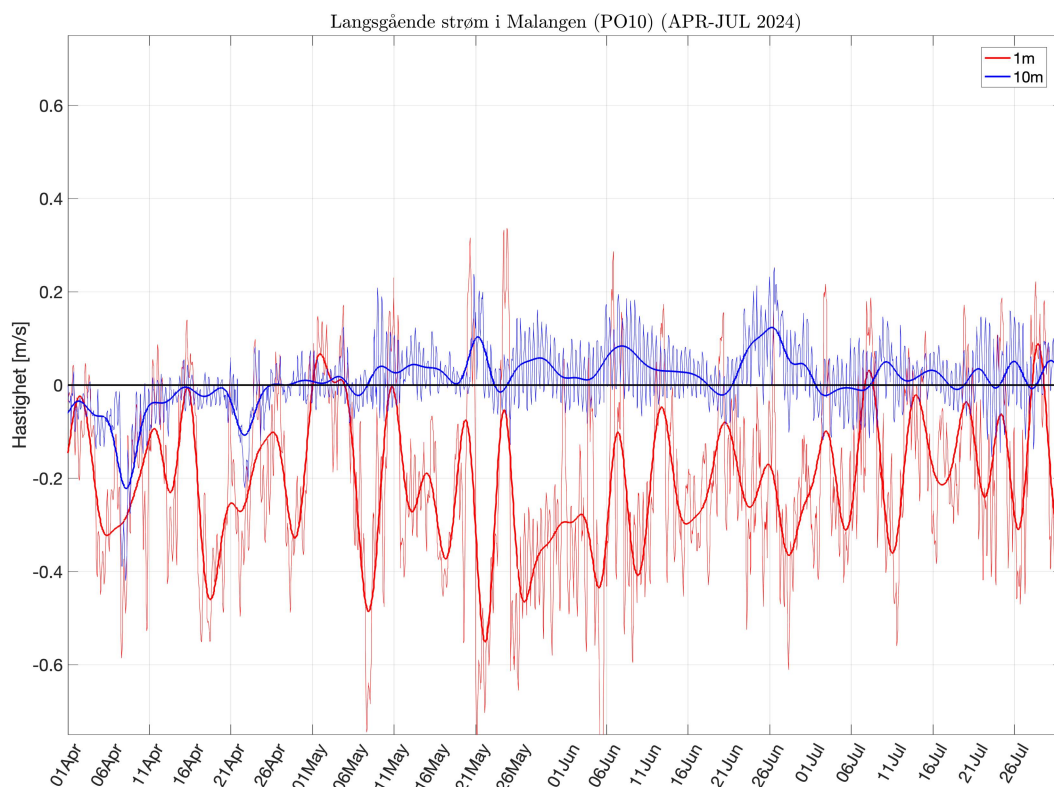
Figur B13. Samme som Figur B10, men her fra Nordfjord i PO4.



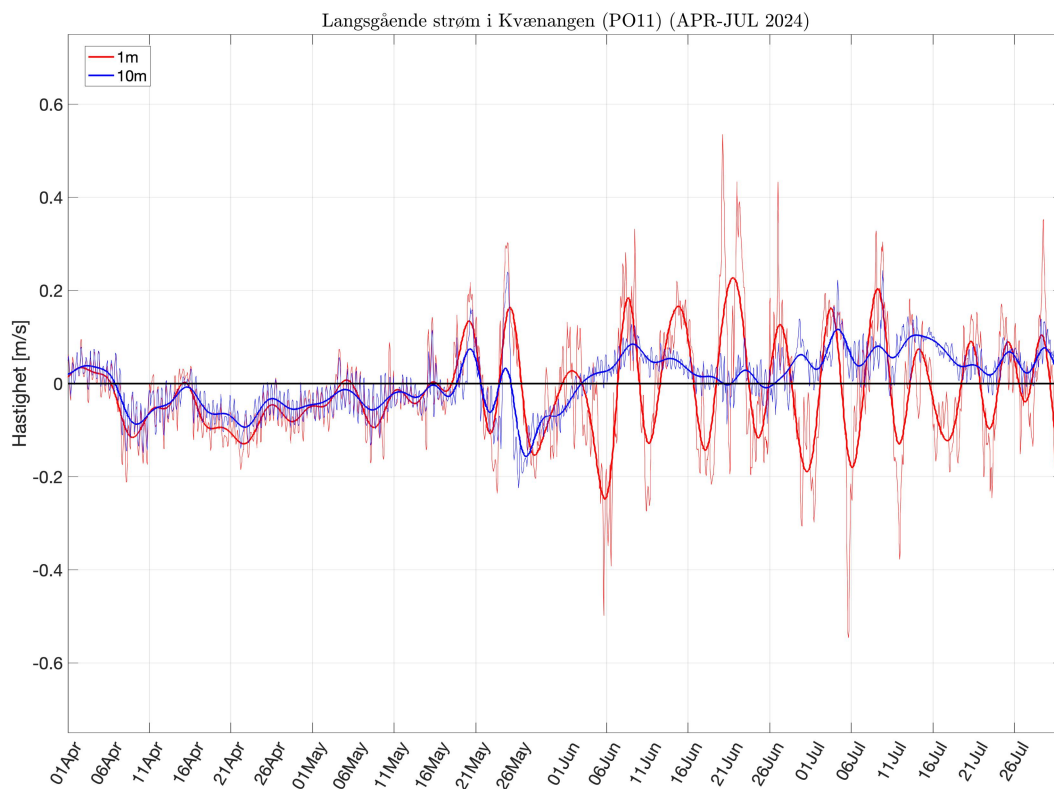
Figur B14. Samme som Figur B10, men her fra Romsdalsfjorden i PO5.



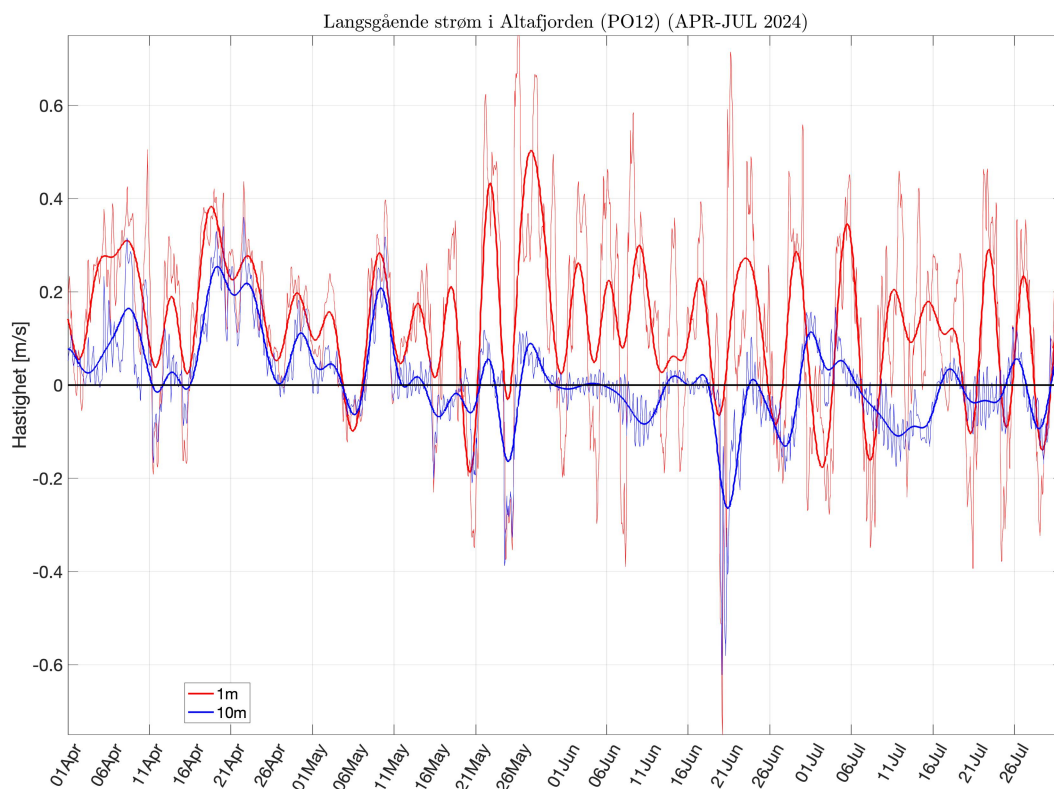
Figur B15. Samme som Figur B10, men her fra Namsenfjorden i PO7.



Figur B16. Samme som Figur B10, men her fra Malangen i PO10.



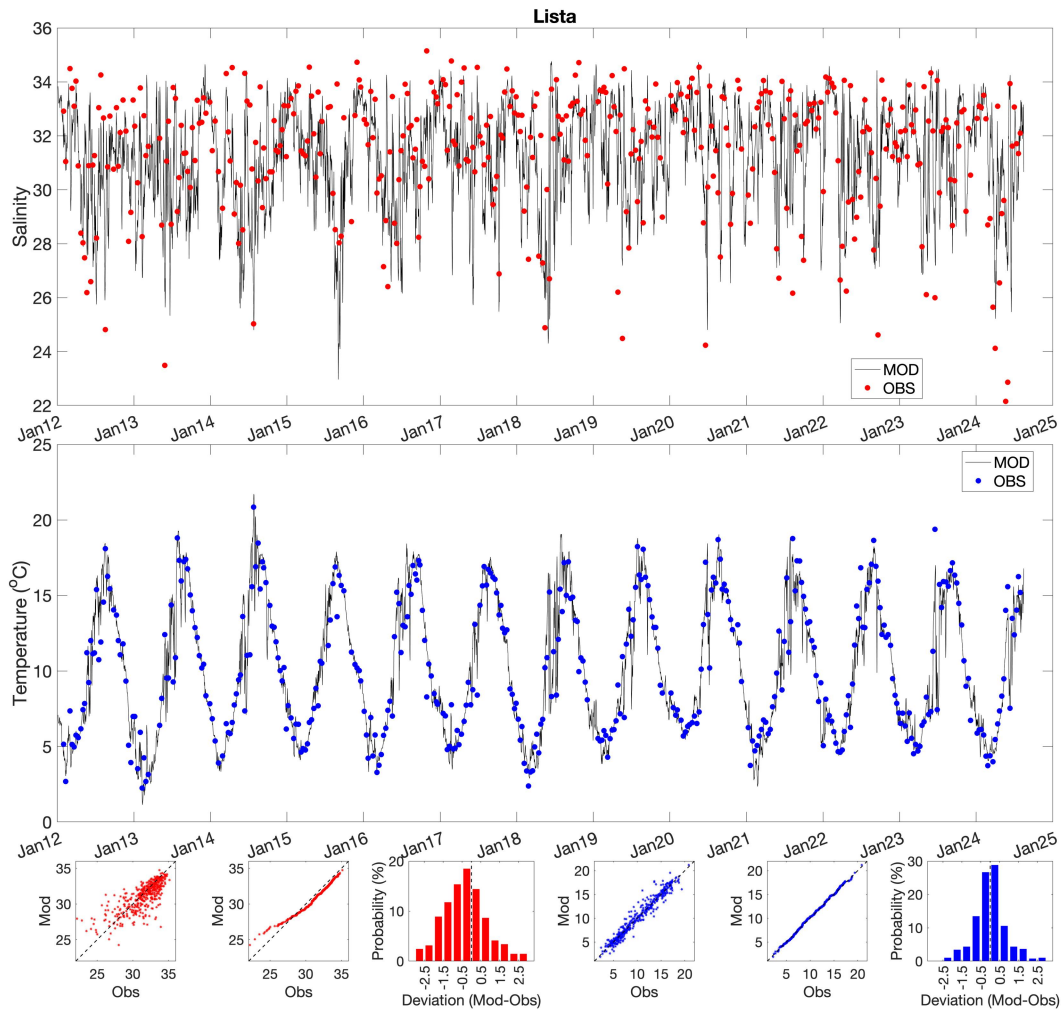
Figur B17. Samme som Figur B10, men her fra Kvænangen i PO11.



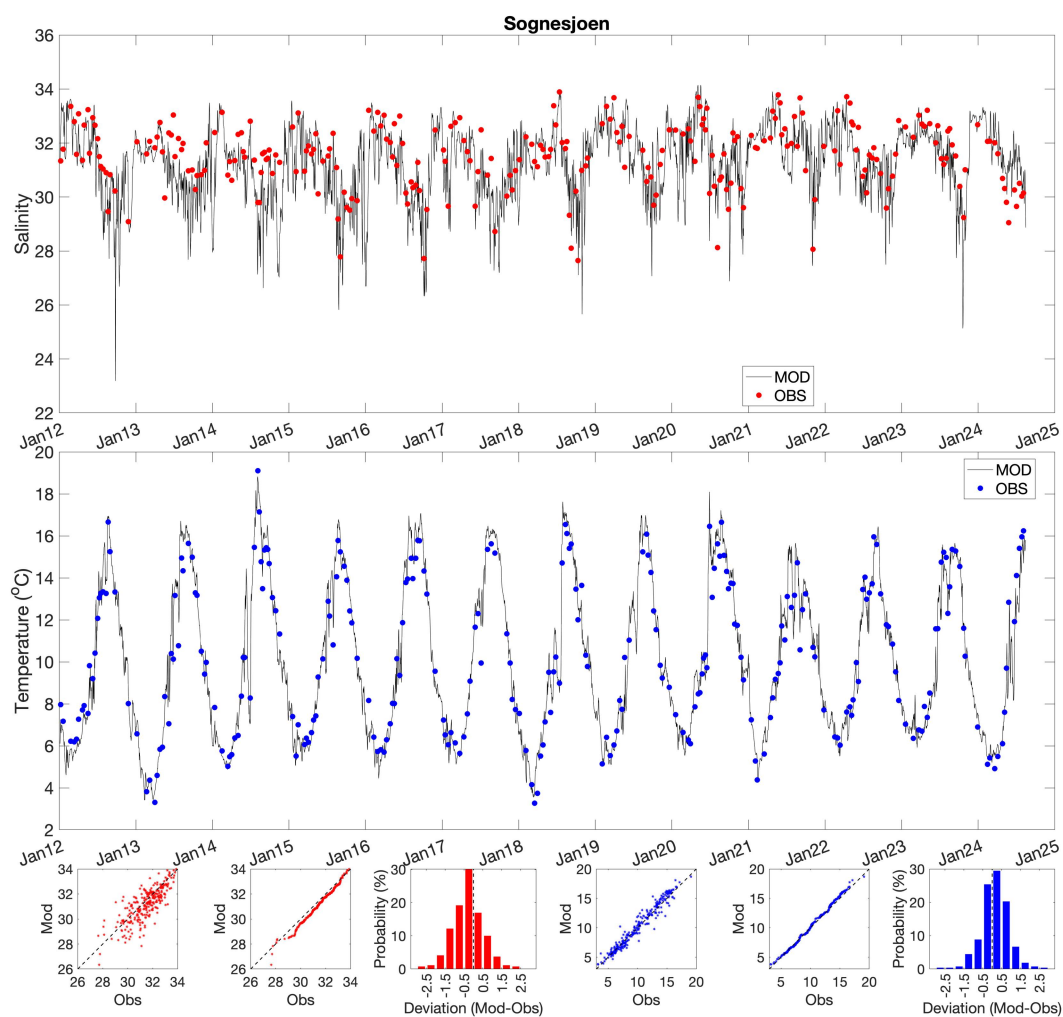
Figur B18. Samme som Figur B10, men her fra Altafjorden i PO12.

Appendiks C

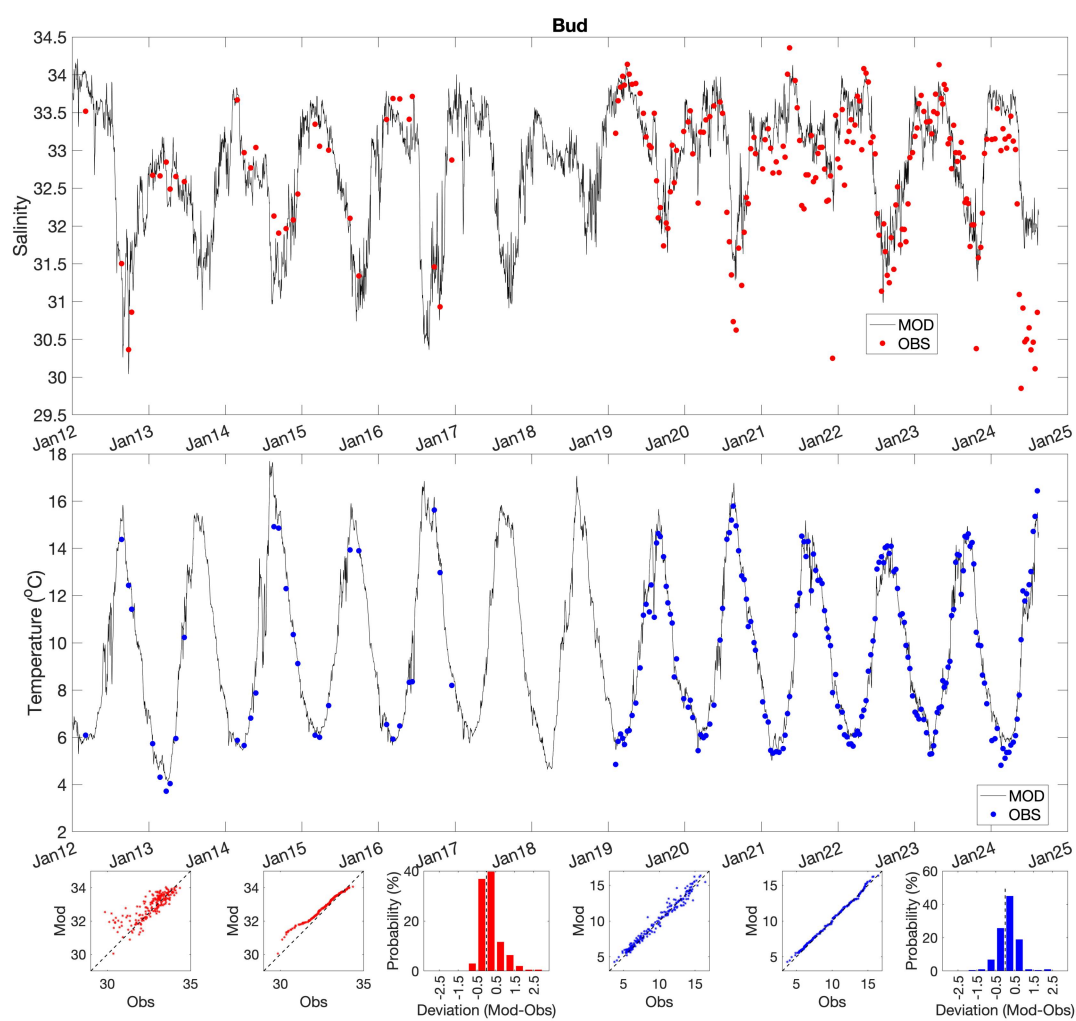
Først følger tidsserie og statistikk fra målt og modellert saltholdighet og temperatur ved de faste hydrografiske kyststasjonene utenfor Lista, i Sognesjøen, utenfor Bud, Eggum og Ingøy. Dette er et supplement til Figur 4 og 5.



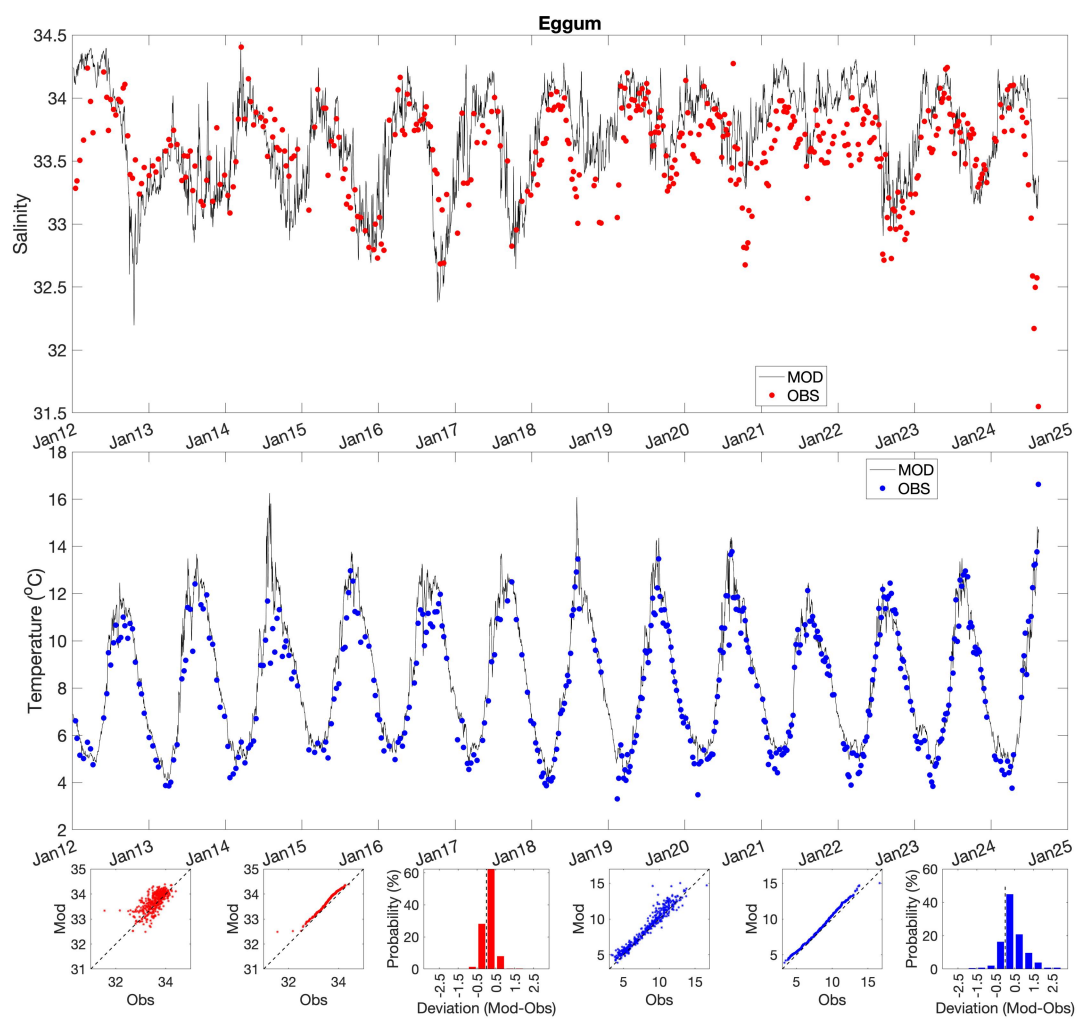
Figur C1. Sammenligning av målte og modellerte saltholdigheter (rød grafikk) og temperaturer (blå grafikk) utenfor Lista fra 10m dyp. Øverste og midterste panel viser tidsserie av hhv. saltholdighet og temperatur fra 2012-24 der røde og blå sirkler er måldata, mens de sorte linjene angir modellerte verdier. Panelene nederst viser spredningsdiagram (målt verdi mot modellert verdi til samme tid), qq-plott (målt verdi mot modellert verdi etter at alle verdier er rangert fra minst til størst) og histogram av modellens avvik i forhold til målingene for både saltholdighet (røde) og temperatur (blå).



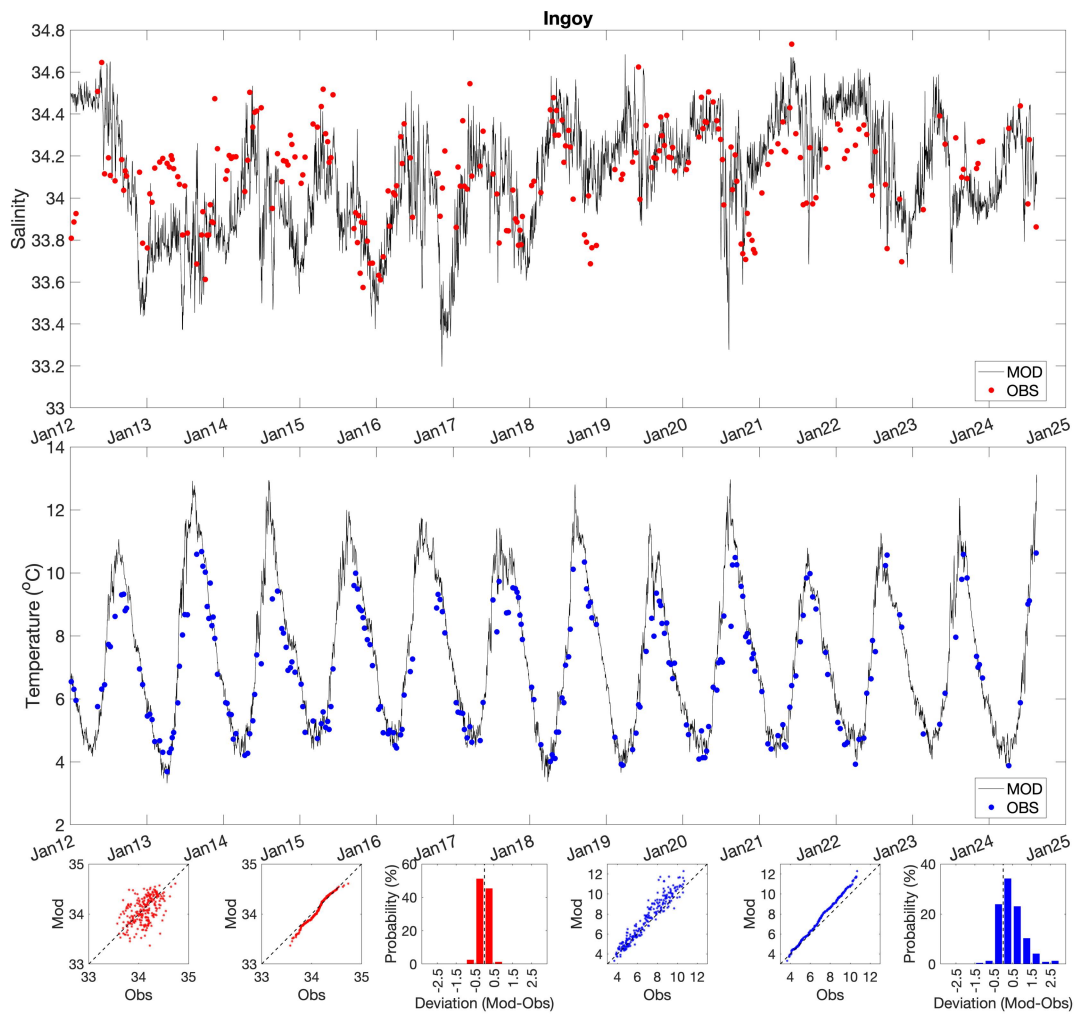
Figur C2. Samme som C1, men her fra Sognesjøen.



Figur C3. Samme som C1, men her fra utenfor Bud.

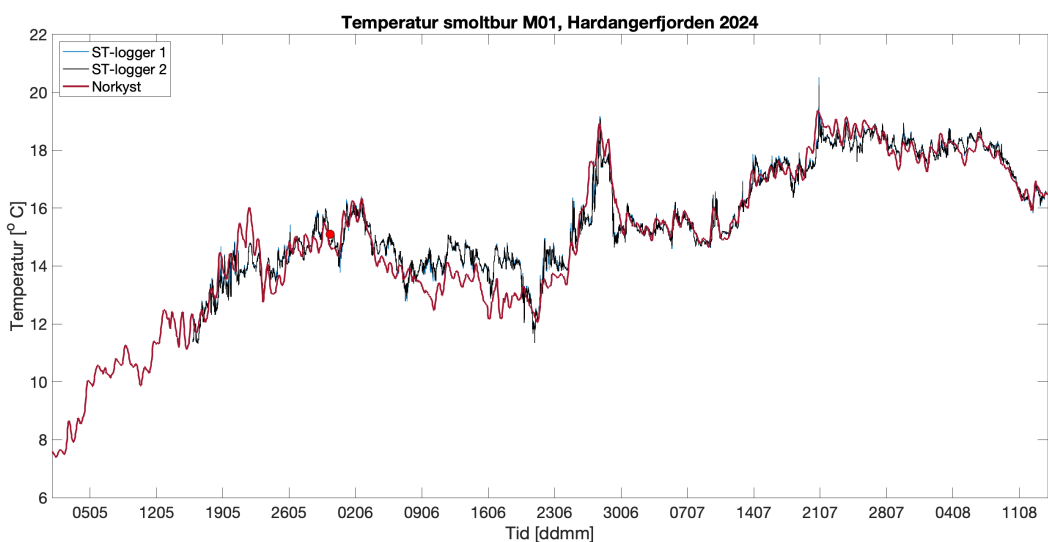
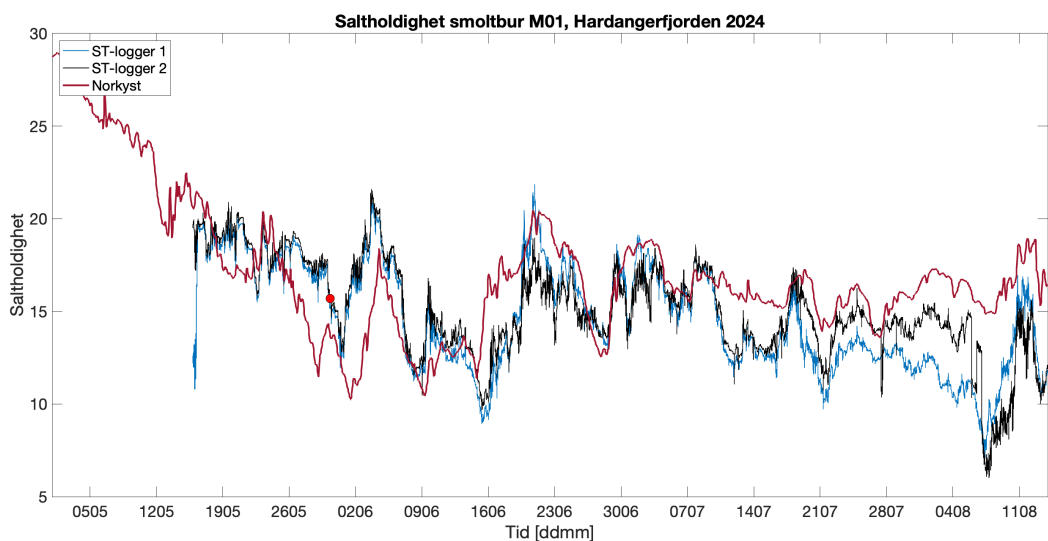


Figur C4. Samme som C1, men her fra utenfor Eggum.

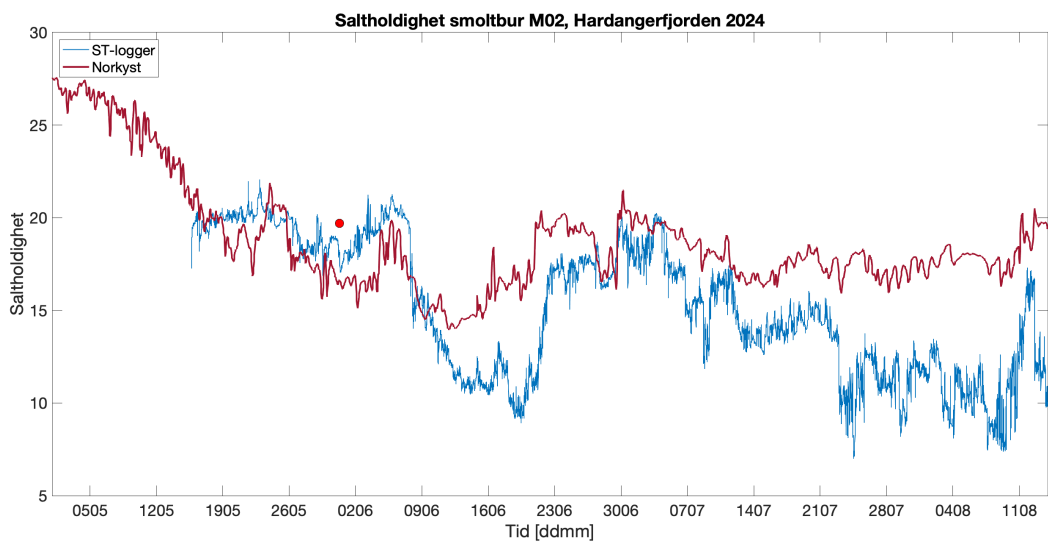


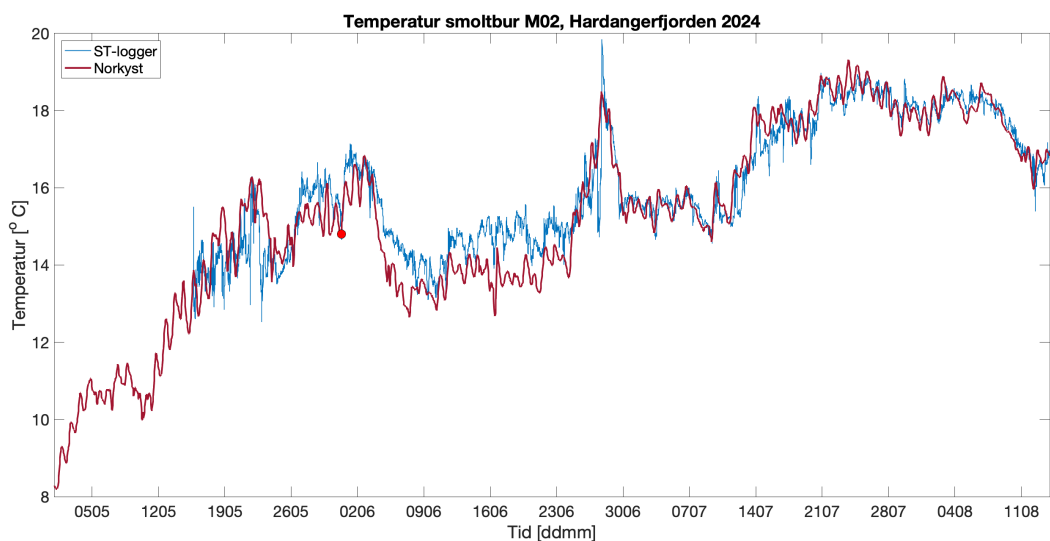
Figur C5. Samme som C1, men her fra utenfor Ingøy.

Deretter følger figurer av tidsserier for saltholdighet og temperatur fra Star Oddi-sensorer (10-minutters verdier) samt korresponderende modellresultater fra Norkyst. De røde prikkene er sammenlignbare observasjoner med RBR CTD-sonde tatt rett på siden av smoltburet. Posisjonene til smoltburene er vist i Figur 2. Merk at unormale hopp ("spikre") i måledataene skyldes instrumentfeil og at større avvik med lavere målt saltholdighet mot slutten av perioden mest sannsynlig skyldes begroing av sensoren.

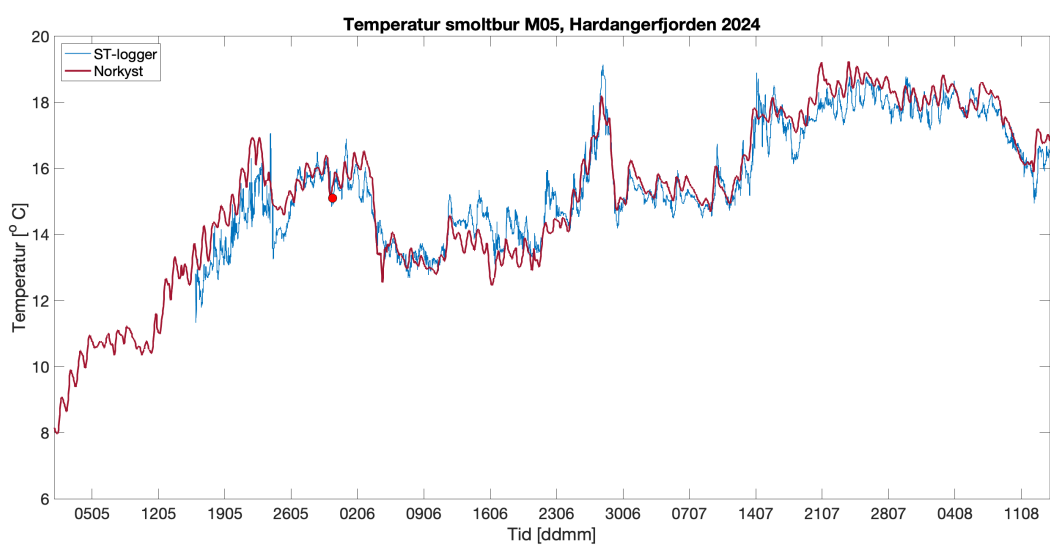
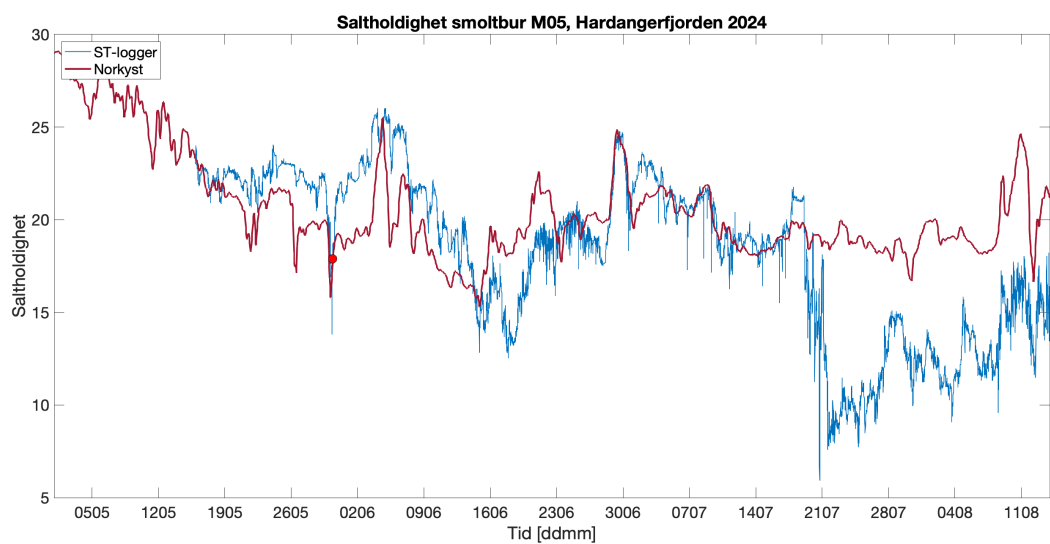


Figur C6. Saltholdighet (øverst) og temperatur (nederst) fra smoltbur M1 i Hardangerfjorden. Blå og sort linje er verdiene fra Star Oddi-sensorer, mens rød linje er modelldata fra Norkyst i 1m dyp. Rød prikk viser måledata fra RBR CTD-instrument. Dato er angitt langs horisontalaksen.

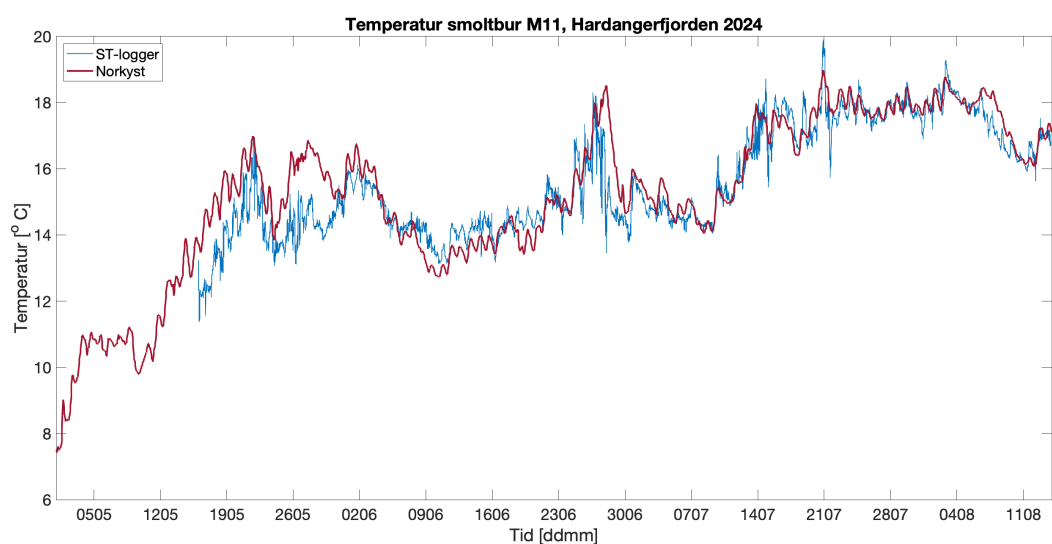
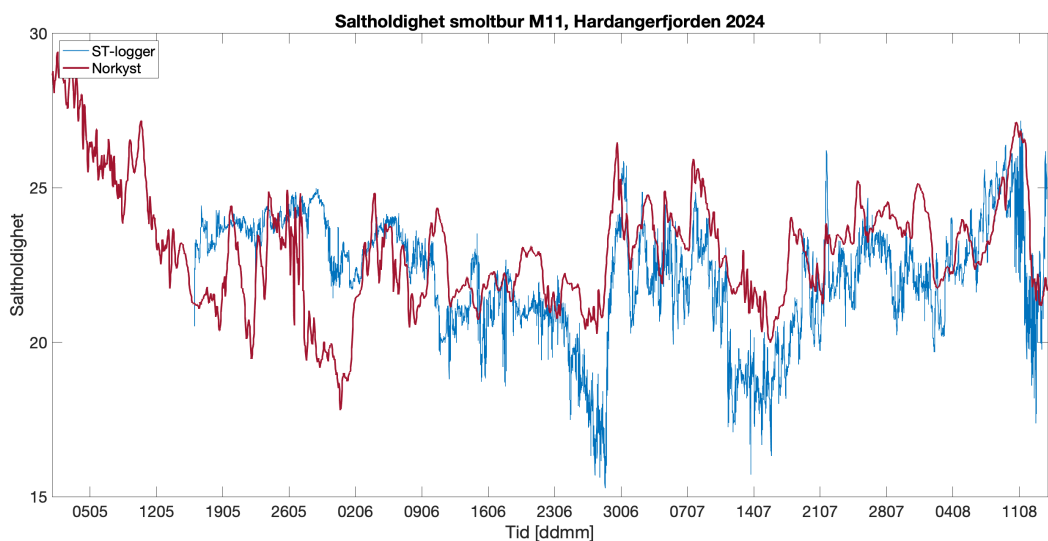




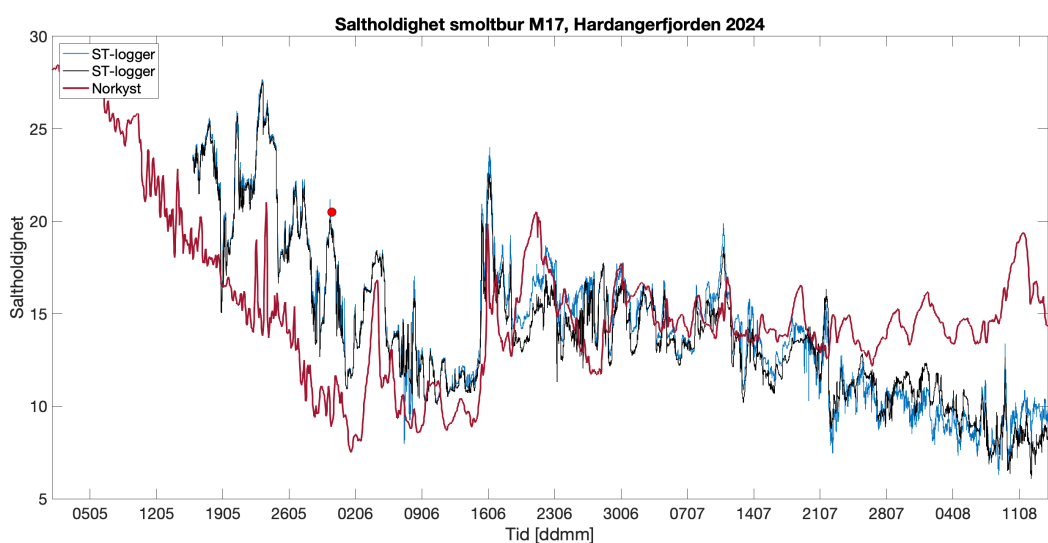
Figur C7. Som Figur C6, men her fra smoltbur M2.

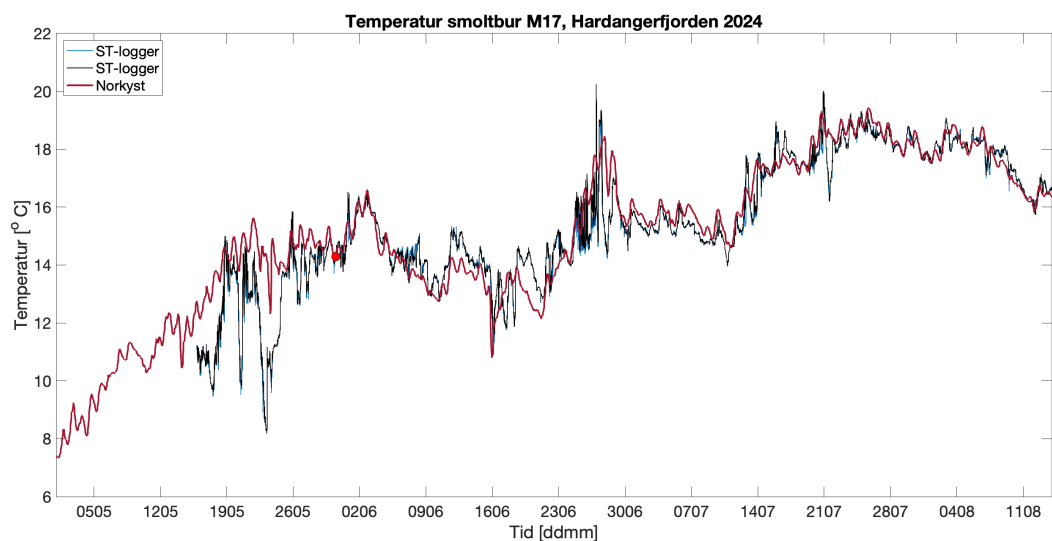


Figur C8. Som Figur C6, men her fra smoltbur M5.

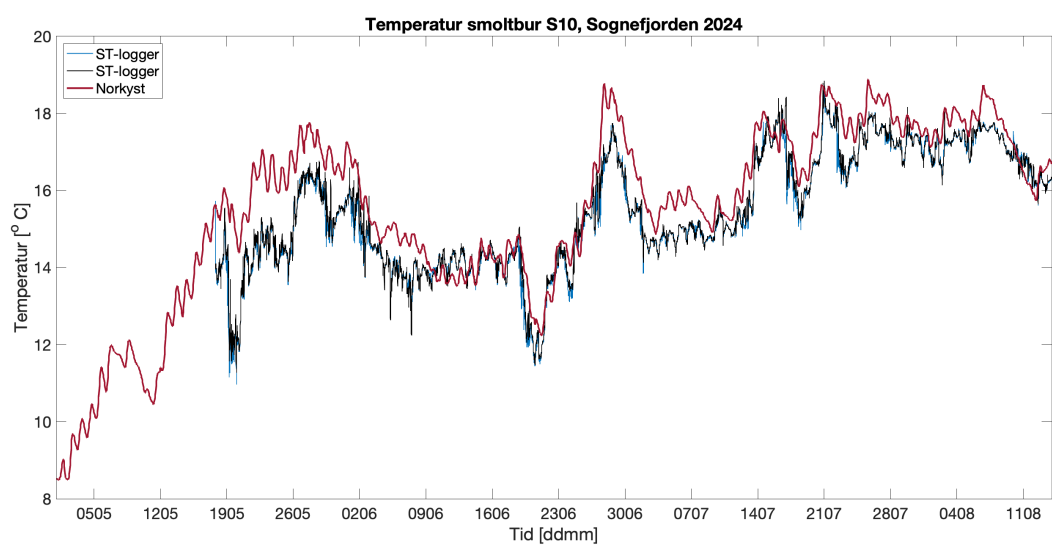
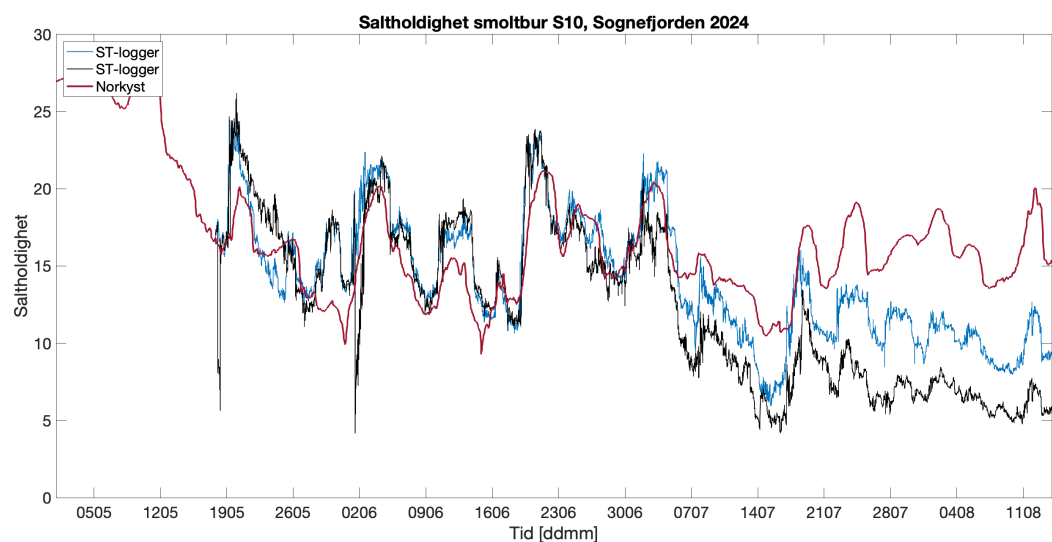


Figur C9. Som Figur C6, men her fra smoltbur M11.

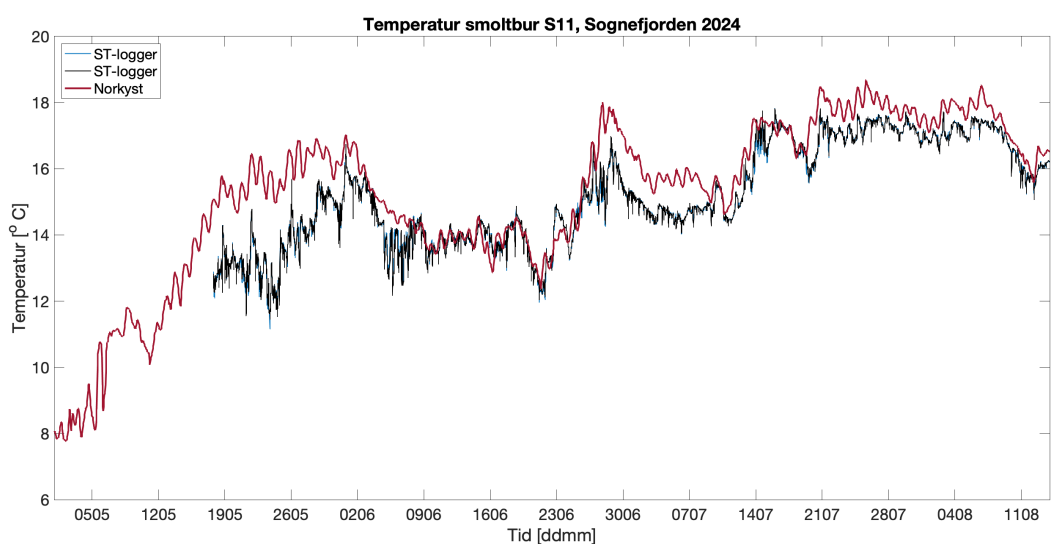
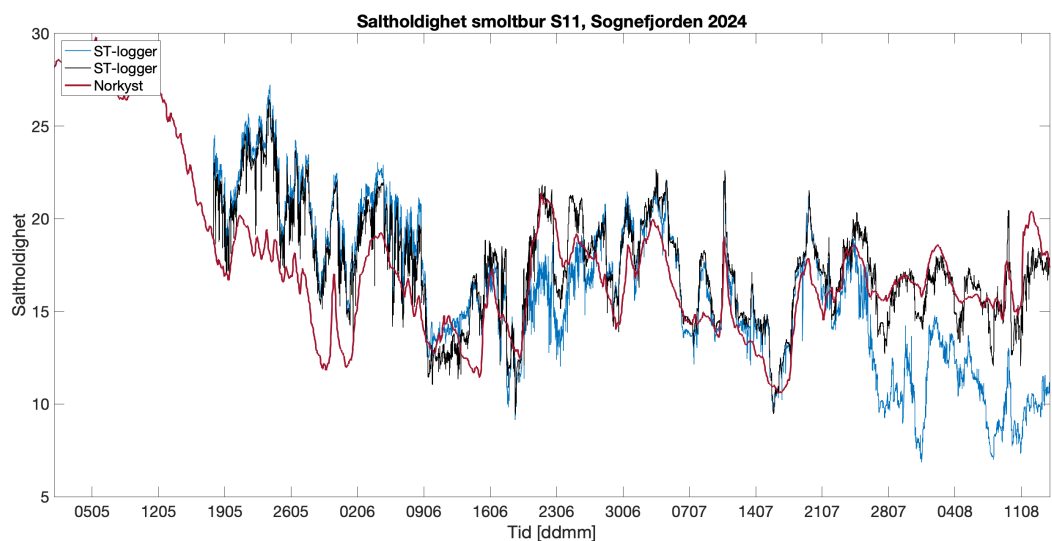




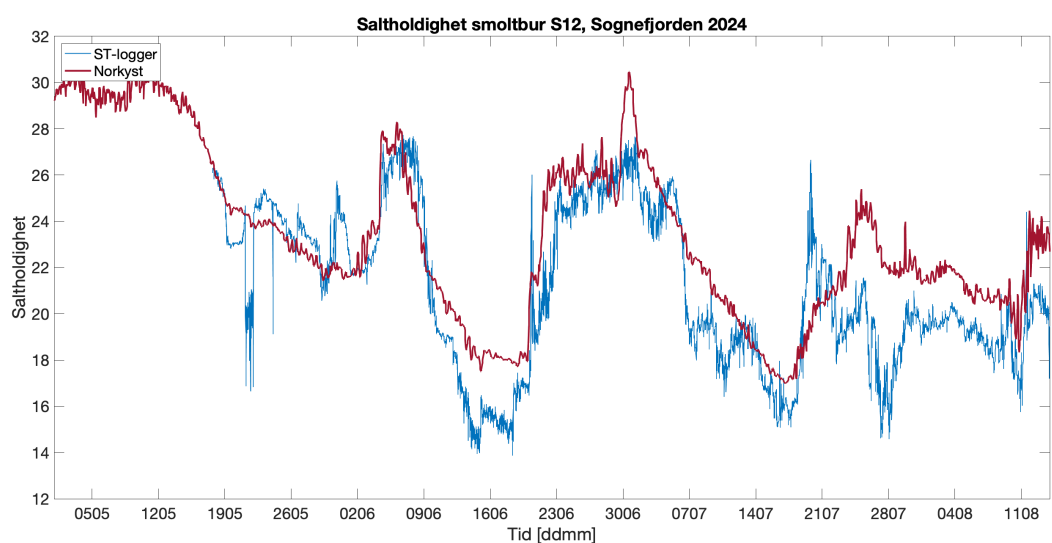
Figur C10. Som Figur C6, men her fra smoltbur M17.

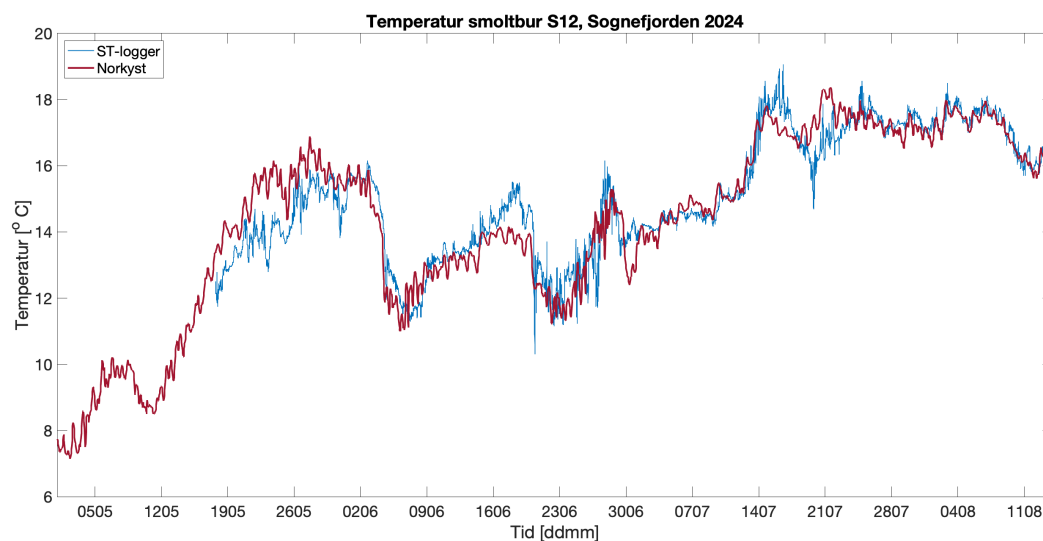


Figur C11. Som Figur C6, men her fra smoltbur S10.



Figur C12. Som Figur C6, men her fra smoltbur S11.





Figur C13. Som Figur C6, men her fra smoltbur S12.



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Postboks 1870 Nordnes

5817 Bergen

Tlf: 55 23 85 00

E-post: post@hi.no

www.hi.no