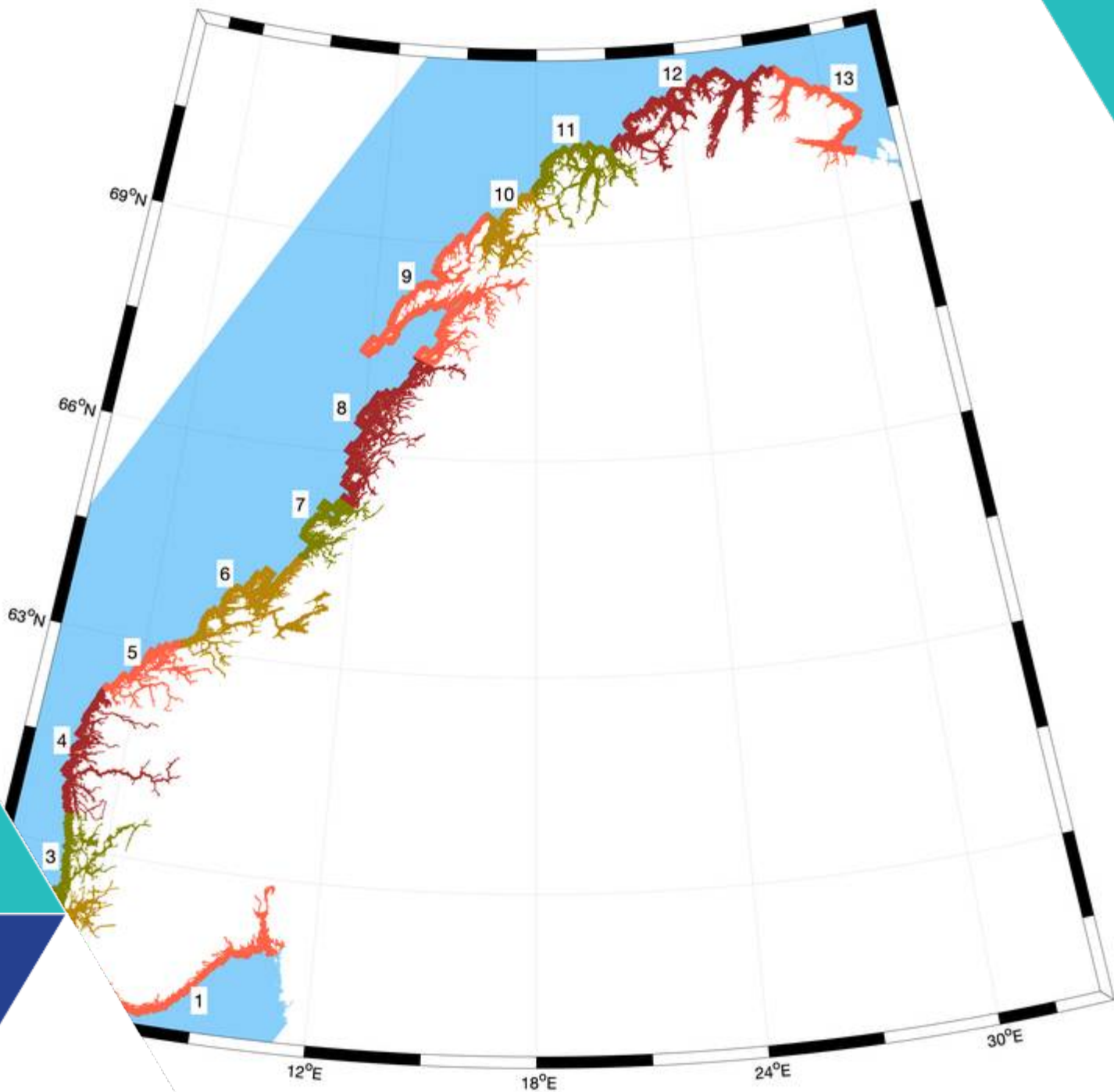




FYSISK OSEANOGRAFISKE FORHOLD I PRODUKSJONSOMRÅDENE FOR AKVAKULTUR

Oppdatering september 2022

Jon Albretsen, Lars Asplin og Anne Dagrund Sandvik (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 2022
Update September 2022

Rapportserie:

Rapport fra havforskningen
ISSN:1893-4536

År - Nr.:

2022-34

Dato:

06.12.2022

Forfatter(e):

Jon Albretsen, Lars Asplin og Anne Dagrund Sandvik (HI)

Godkjent av: Forskningsdirektør(er): Geir Lasse Taranger
Programleder(e): Terje Svåsand

Distribusjon:

Åpen

Prosjektnr.:

15691-01

Program:

Miljøeffekter av akvakultur

Forskningsgruppe(r):

Oseanografi og klima

Antall sider:

71

Sammendrag (norsk):

Vintermånedene januar og februar 2022 var relativt varme sør for Trøndelag, mens det var noe kaldere enn normalt i den nordlige delen av landet. Våren har hatt relativt normale temperaturer i hele landet. Sommermånedene har hatt relativt normale temperaturer i hele landet sør for Troms, med unntak av noe kald august på Nord-Vestlandet. Nord-Troms og Finnmark har hatt en noe varmere sommer sammenliknet med referanseårene.

De valgte indikatorene for saltholdighet angir normale eller lave tilstander gjennom vårmånedene 2022. Mens det i mai var relativt normale overflatesaltholdigheter i produksjonsområdene sør for Trøndelag og for hele Finnmark, hadde resten av landet lave saltholdigheter den måneden. I juni har det vært lave saltholdigheter for hele landet.

Sammendrag (engelsk):

The winter months January and February 2022 were relatively warm south of Trøndelag, while the northern part had lower temperatures than normal. During spring the temperatures were normal in all production zones. The summer months had relatively normal temperatures south of Troms, except for a cold August along the Northwest coast. Northern Troms and Finnmark had a relatively warm summer compared with the reference years.

The selected salinity indicators indicate normal or low conditions through the spring of 2022. In May the surface salinities were relatively normal south of Trøndelag and in Finnmark, while the rest of the coastal areas had low salinities. June stands out as a month in which all production areas, except PO1, experienced relatively high runoff and strong brackish waters.

Innhold

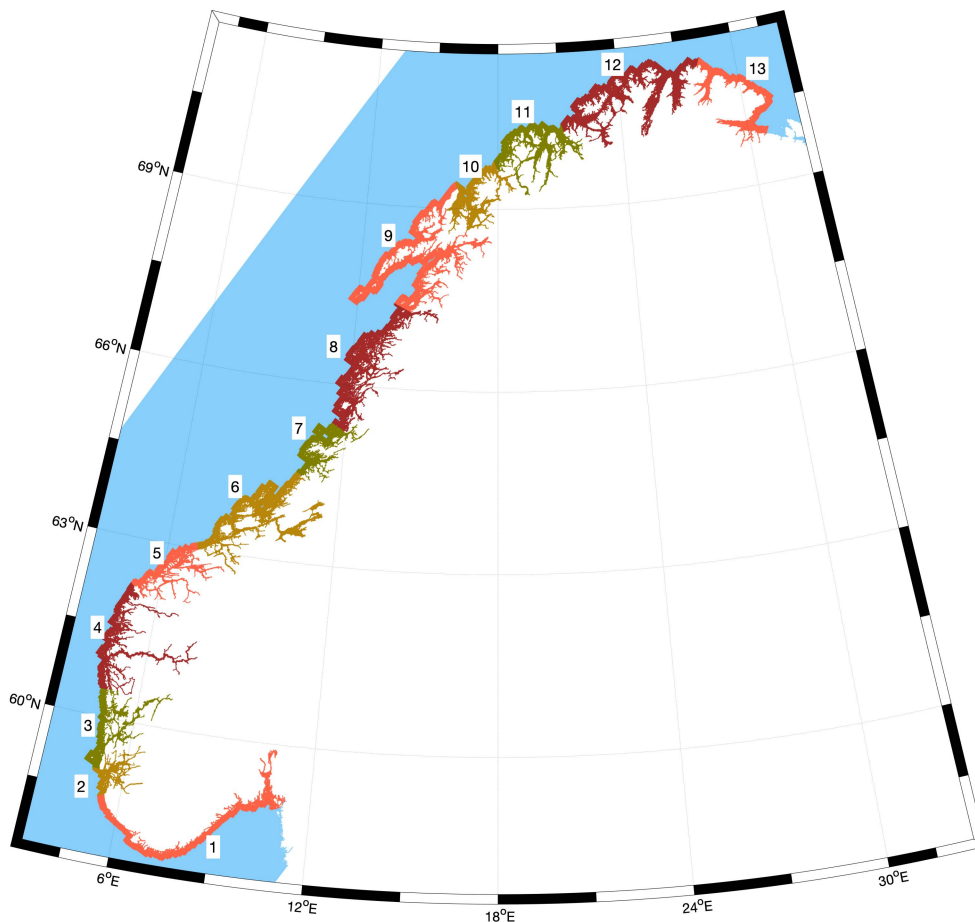
| | | |
|----------|---|----|
| 1 | Introduksjon | 5 |
| 2 | Vannutveksling i fjordenes øverste nivåer | 7 |
| | 2.1. Målt og modellert strøm i Hardangerfjorden | 7 |
| | 2.2. Statistikk og tidsserier over innstrømningsepisoder i sentrale fjorder | 9 |
| 3 | Vurdering av miljøforholdene for hvert produksjonsområde i 2022 | 16 |
| | Produksjonsområde 1: Svenskegrensen - Jæren | 16 |
| | Produksjonsområde 2: Ryfylke | 16 |
| | Produksjonsområde 3: Karmøy - Sotra | 16 |
| | Produksjonsområde 4: Sotra - Stadt | 17 |
| | Produksjonsområde 5: Stadt - Hustadvika | 17 |
| | Produksjonsområde 6: Nordmøre - Sør-Trøndelag | 17 |
| | Produksjonsområde 7: Nord-Trøndelag - Bindal | 17 |
| | Produksjonsområde 8: Helgeland - Bodø | 17 |
| | Produksjonsområde 9: Vestfjorden - Vesterålen | 18 |
| | Produksjonsområde 10: Andfjorden - Senja | 18 |
| | Produksjonsområde 11: Kvaløya - Loppa | 18 |
| | Produksjonsområde 12: Vest-Finnmark | 18 |
| | Produksjonsområde 13: Øst-Finnmark | 18 |
| 4 | Referanser | 19 |
| | Appendiks A | 20 |
| | Produksjonsområde 1: Svenskegrensen - Jæren | 21 |
| | Produksjonsområde 2: Ryfylke | 23 |
| | Produksjonsområde 3: Karmøy - Sotra | 26 |
| | Produksjonsområde 4: Sotra - Stadt | 29 |
| | Produksjonsområde 5: Stadt - Hustadvika | 32 |
| | Produksjonsområde 6: Nordmøre - Sør-Trøndelag | 35 |
| | Produksjonsområde 7: Nord-Trøndelag - Bindal | 38 |
| | Produksjonsområde 8: Helgeland - Bodø | 41 |
| | Produksjonsområde 9: Vestfjorden - Vesterålen | 44 |
| | Produksjonsområde 10: Andfjorden - Senja | 47 |
| | Produksjonsområde 11: Kvaløya - Loppa | 50 |
| | Produksjonsområde 12: Vest-Finnmark | 53 |
| | Produksjonsområde 13: Øst-Finnmark | 56 |
| | Appendiks B | 60 |

1 - Introduksjon

Denne rapporten beskriver det fysiske miljøet langs norskekysten med fokus på vanntemperatur og saltholdighet, både fra observasjoner og numeriske modellresultater. Oppsummering av forholdene i hvert produksjonsområde gjøres gjennom tidsserier av modellert overflatesaltholdighet og ferskvannsavrenning for perioden 2012-2022. Sjøtemperatur påvirker lakselusas vekst og utviklingshastighet, mens ferskvannspåvirkning indikerer i hvilken grad villfisk beskyttes gjennom et utviklet brakkevannslag.

Dette er en oppdatering av tidligere rapporter til Ekspertgruppen for vurdering av villfiskens regionale bærekraft i forhold til lakselus (Trafikklyssystemet).

Tidsserier for vanntemperatur 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 kalendermåned.



Figur 1. Kart over produksjonsområdene (inndelt med ulike farger) der miljøinformasjon er hentet ut.

Aktuell miljøtilstand fra de numeriske modellsimuleringene med NorKyst800 (f.eks. Asplin m.fl. 2020, Albretsen

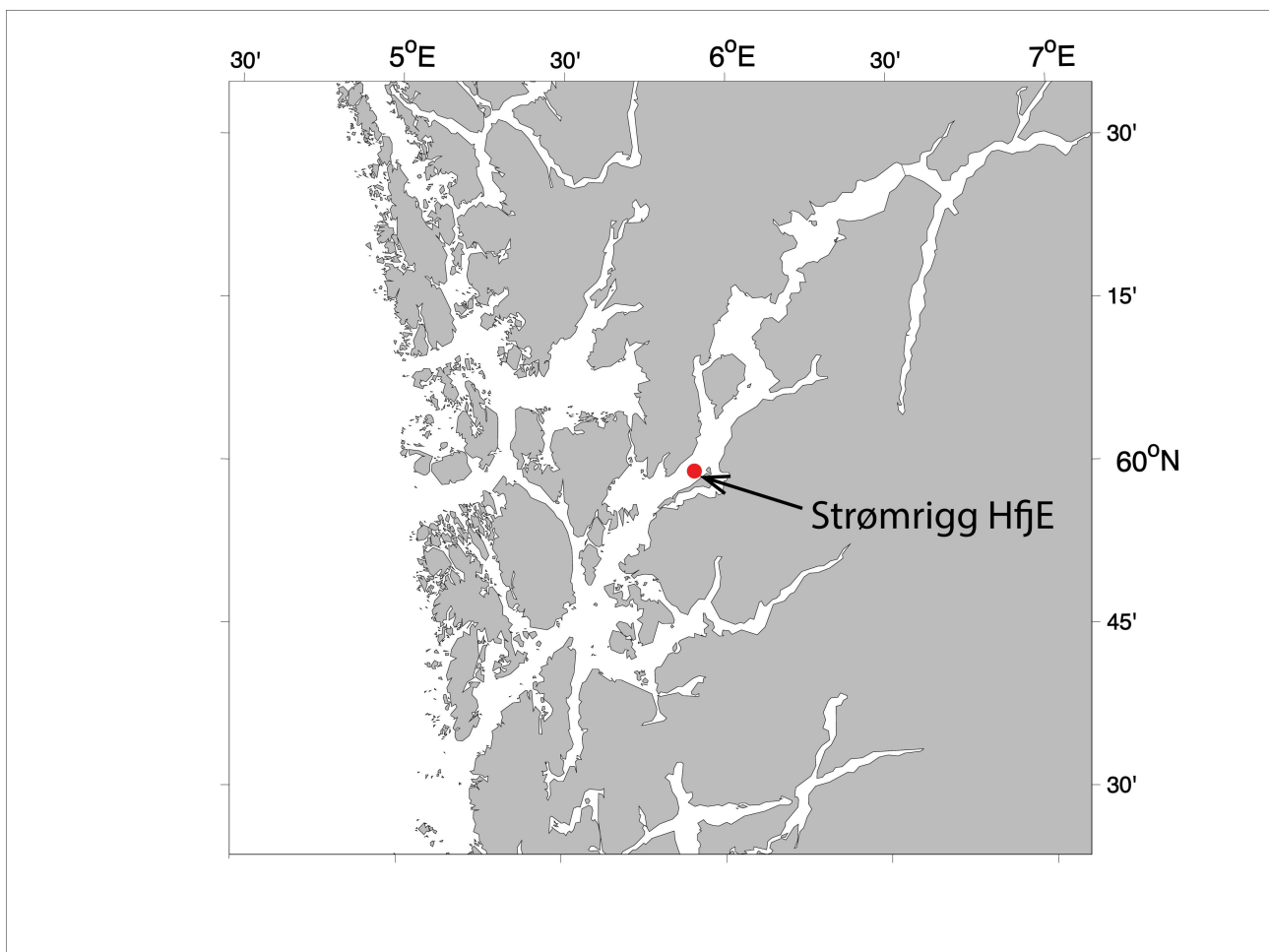
m.fl. 2011, Myksvoll m.fl. 2018 og 2020, Dalsøren m.fl. 2020) for hvert produksjonsområde er plottet for tidsperioden januar 2012 til og med august 2022 (figurene presenteres for hvert produksjonsområde bakerst i dokumentet).

2 - Vannutveksling i fjordenes øverste nivåer

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 siden Den norske kyststrømmen er lagdelt og påvirkes av vinddrevet opp- eller nedstuing (se f.eks. Asplin m.fl. 2014, Asplin m.fl. 2020 eller Sætre 2007).

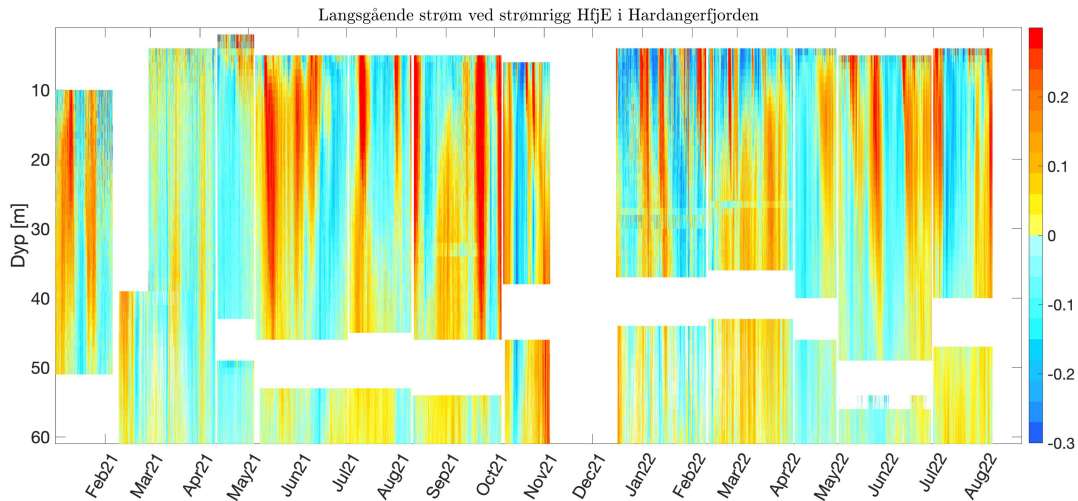
2.1. Målt og modellert strøm i Hardangerfjorden

I Hardangerfjorden har Havforskningsinstituttet målt strøm ved lokaliteten Hardangerfjorden Øst (HfjE) på høyde med Rosendal (Figur 2). Denne observasjonen gir en indikasjon på om lakselusa fraktes innover eller utover i Hardangerfjorden.



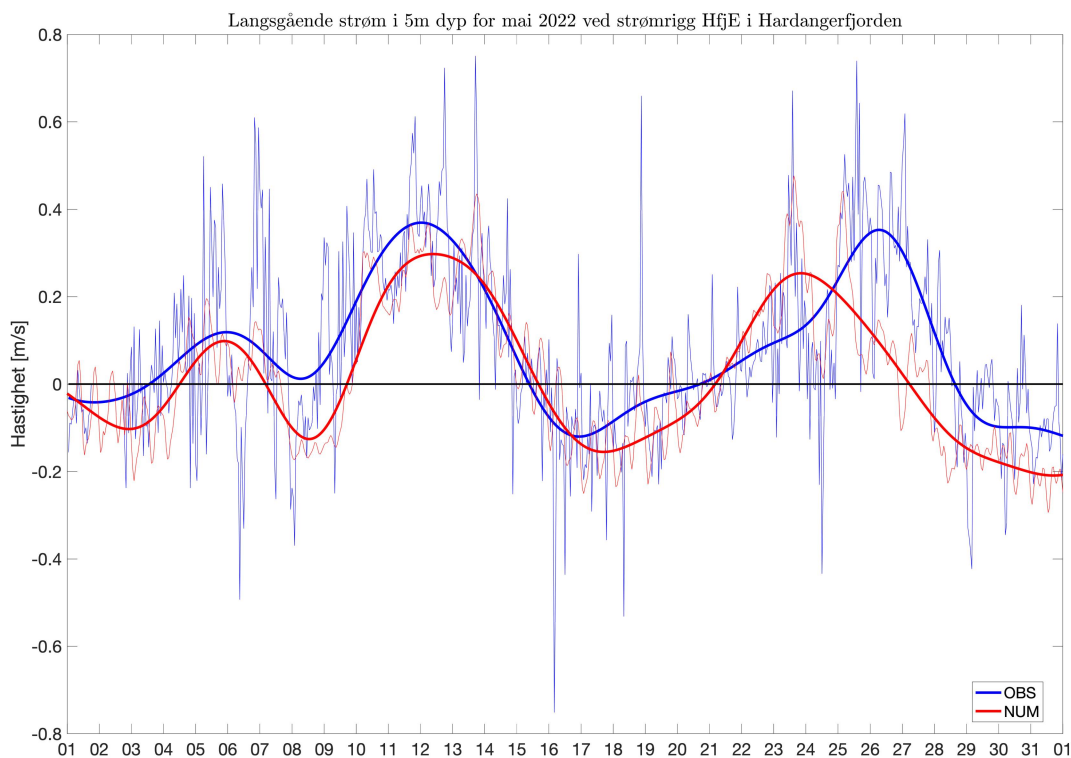
Figur 2. Posisjonen til strømriggen Hardangerfjorden Øst (HfjE) utenfor Rosendal.

Strømmålingene viser at vannmassenes forflytning varierer en hel del, både i tid og vertikalt i vannsøylen (Figur 3). Vi ser at det er lange perioder der vannmassene har en netto forflytning innover i fjorden i de øvre 10-40 m og tilsvarende utover. Episoder med størst netto forflytning har varighet på flere dager og skyldes trykkforskjeller (tetthetsforskjeller) mellom fjordvannet og kystvannet.



Figur 3. Vertikalprofil av strøm langs fjordaksen ved Hardangerfjorden Øst (HfJE) for 2021 og 2022. Positive verdier er strøm inn fjorden. Figuren er satt sammen av strømmålinger for flere perioder og fra flere instrumenter.

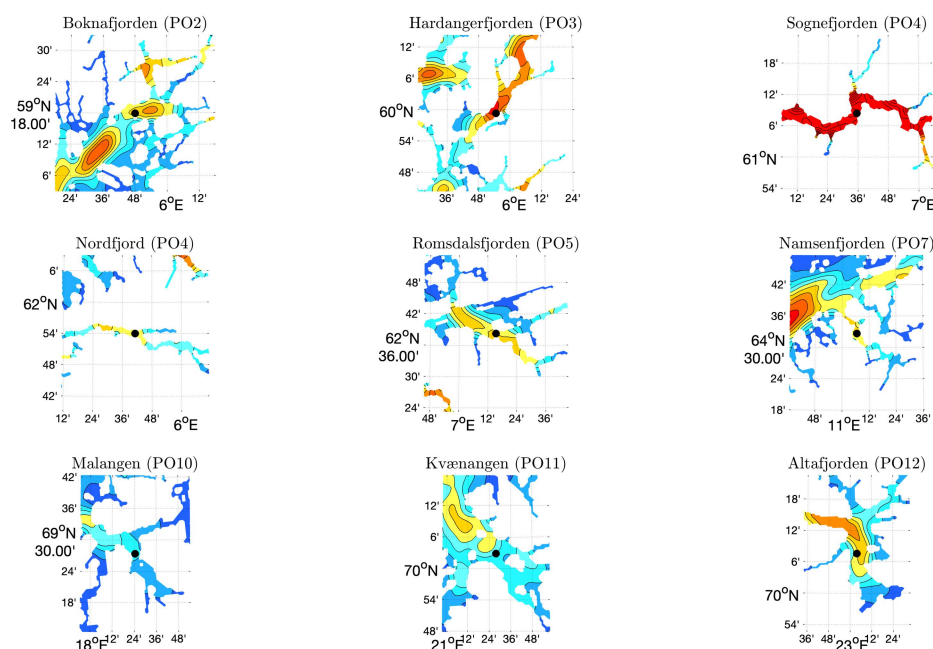
Siden det ikke lar seg gjøre å måle strøm overalt, kombinerer vi derfor enkelte strømbesetninger med numerisk strømmodellering. Et viktig poeng er at modellresultatene er realistiske, og kvaliteten på modellresultatene er stort sett tilfredsstillende og viser seg å treffe godt i ca. 70% av tiden (Dalsøren m.fl. 2020, Asplin m.fl. 2020). Ved strømrigger Hardangerfjorden Øst i mai 2022 sammenfaller vannforflytningen inn og ut midtre del av Hardangerfjorden godt mellom observert og modellert strøm (Figur 4).



Figur 4. Tidsserier av langsgående strøm i 5m dyp ved rigg Hardangerfjorden Øst (HfJE) for mai 2022 fra observasjoner (blå) og NorKyst800 (rød). Tykke linjer er 4-dagers lavpassfiltrerte tidsserier.

2.2. Statistikk og tidsserier over innstrømningsepisoder 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 NorKyst800 har vi beregnet relativ tid med inn- og utstrømning for månedene april, mai og juni i årene 2012-2022. 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 5.



Figur 5. Kart som viser lokalitetene (sorte prikker) som langs-fjord strøm er hentet fra NorKyst800. Fargene viser bunndypet som er brukt i modellen.

Selv om det også vil være en variabel strømkomponent på tvers av fjordene, så er det andelen av strømmen langs fjorden som vi fokuserer på ettersom det er denne som har betydning for inn- og utstrømning i fjordsystemene. I gjennomsnitt så er strømkomponentene langs fjorden 2-5 ganger større enn de på tvers for de fjordpunktene som vi har analysert. I tillegg (lavpass)filtrerer vi bort de hurtigste endringene i strømstyrken fra timesverdier til tidsserier med fire dagers avrundingsperiode før vi teller opp andelen tid med hhv. inn- og utstrømning.

I analysen av hvor stor andel i tid som vanntransportene går inn eller ut av fjordene, så ser vi på 1 og 10m dyp, og dette representerer hhv. overflatelaget og det intermediære vannlaget under. Ofte har disse to vannlagene helt ulik dynamikk, og samtidig så har strømmønsteret i begge stor betydning for hvordan lakselusene spres i fjordsystemene. Fjorder med en del større elver vil hovedsakelig ha en netto utstrømning av det lettere vannet i overflaten, men i nedbørfattige perioder og med vind inn fjordene, så kan man ha forholdsvis mye innstrømning i de øver få meterne av vannsøylen. I fjorder med lite ferskvannstilførsel fra elver, så vil strømrretningen være mer styrt av trykk/tetthetsforskjeller mellom vannet utenfor og inne i fjorden. I 10m dyp derimot, så er det primært trykk/tetthetsforskjellene mellom vannet utenfor fjorden, i Kyststrømmen, og vannet inne i fjorden som

avgjør hvilken retning vanntransporten har under overflatelaget. Vinden lokalt i fjordene, om denne går inn- eller utover samt styrken og varigheten, vil ha stor innvirkning på strømrretningen, spesielt nær overflaten. Ved varige vindepisoder så kan dette påvirke månedsstatistikken i forhold til hvor stor andel tid vanntransportene går inn eller ut av fjordene.

Hvert fjordsystem vil oppføre seg ulikt og være vanskelig å sammenlikne når det gjelder normal varighet av inn- og utstrømningsepisoder, men avvik i enkeltmåned er av stor betydning for smittepresset og ev. om dette forflytter seg innover eller utover. Fokuset her er på forsommeren april-juni under smoltutvandringen. Statistikk over andel tid med innstrømning er vist for Hardangerfjorden i Figur 6 og Sognefjorden i Figur 7, mens tidsserier med langs-fjord strømsstyrke for april-juni i 2022 for de samme fjordene er vist hhv. i Figur 8 og 9. Sammen med tidsserien med langsgående strøm har vi også lagt til vindstyrken fra værvarslingsmodellen til Meteorologisk institutt (AROME). Episoder med sterk vind er ofte gjenkjennbare i strømmønsteret, spesielt i 1m dyp, enten om den er rettet innover eller utover i fjorden.

Tilsvarende statistikk og tidsserier for de andre fjordene er vist i Appendiks B, men beskrivelse av resultatene for alle fjordene er presentert i Tabell 1.

Tabell 1. Oppsummering av resultatene for optellingen av andel tid med innstrømning for de utvalgte fjordene med spesielt fokus på april-juni 2022.

| Fjordlokalitet | Hva lokaliteten representerer? | Normal sirkulasjon | Status for april-juni 2022 |
|--|--|--|---|
| Nedstrandsfjorden innenfor Boknafjorden (PO2) (se figur B1 og B8) | 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 utstrømning. | En rekke episoder med både inn og utstrømning i 2022. Summen av tid med strøm inn/ut skiller seg ikke mye ut for de foregående årene, men det var litt mindre innstrømning i april enn i mai og juni. |
| Hardangerfjorden (PO3) (se figur 6 og 8) | 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 utstrømning. | I 2022 var der to episoder med kraftig innstrømning i mai og en i juni. Summen av tid med strøm inn/ut viser noe mer innstrømning av vann i overflaten i mai enn ellers. |
| Sognefjorden (PO4) (se figur 7 og 9) | 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 utstrømning. | I 2022 er det stor variabilitet i 1m dyp mens det i 10m er en kraftig innstrømningsepisode andre halvdel av både mai og juni. Summen av tid med strøm inn/ut viser litt mer innstrømning av vann i overflaten i mai enn ellers, samt noe mer utstrømning i 10m dyp i april enn det som er vanlig. |

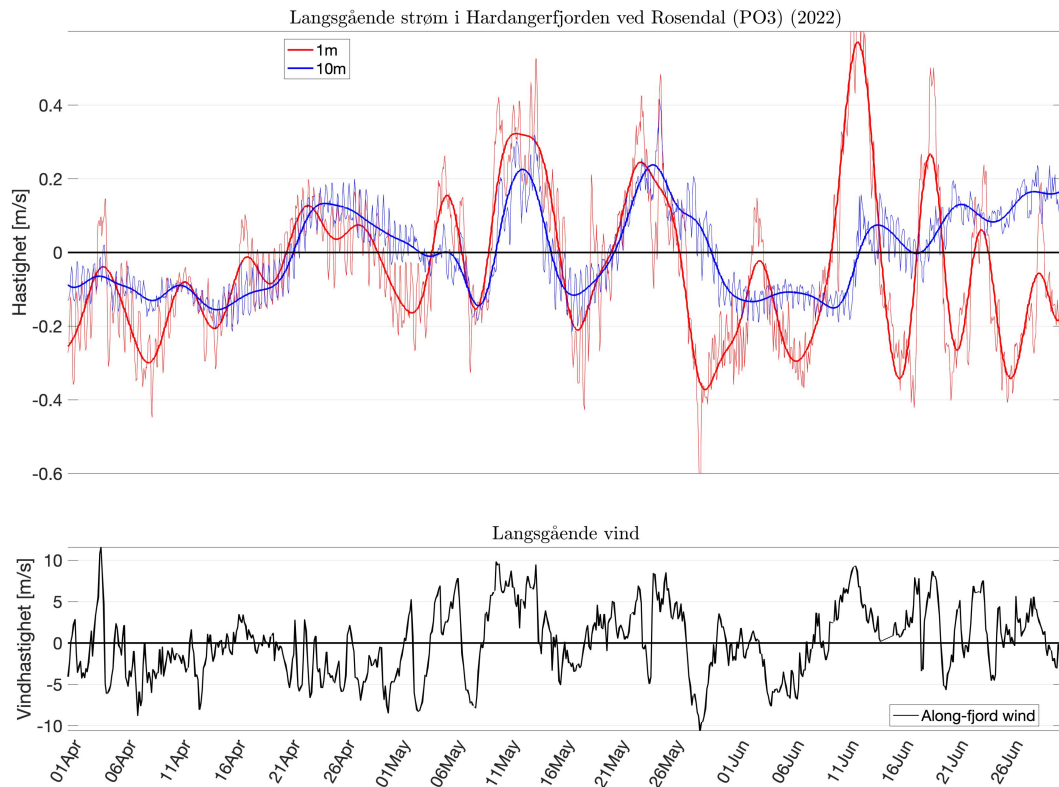
| Fjordlokalitet | Store deler av fjorden representerer? | Normal vanntransport i overflaten går for det meste utover (ca. 80% av tiden), mens de i 10m dyp er mer likt fordelt mellom inn- og utstrømning (ca. 40-60% av tiden) | Status for april-juni 2022 2022 strømmet det stort utover i overflaten, mens der er en kraftig innstrømning i andre halvdel av både mai og juni |
|---|---|---|--|
| Nedstrandfjorden (se figur B2 og B9) innenfor Boknafjorden (PO2) | Den nordlige delen av PO2, og mye av transportene i fjordene innenfor (Vindafjorden, Sandsfjorden, Store deler av 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 utstrømning. Vanntransportene i overflaten går for det meste utover (ca. 70% av tiden), mens de i 10m dyp er omtrent likt fordelt mellom inn- og utstrømning. | I 2022 var det en innstrømningsepisode i 10m dyp i mai og juni. Summen av tid med strøm inn/ut viser at i overflaten var vanntransporten normal, men i 10m dyp var det relativt mye innstrømning i april enn tilstand i mai og juni. |
| Romsdalsfjorden (PO5) | Store deler av Romsdalsfjorden, | Vanntransportene i overflaten går for det meste utover (ca. 70% av tiden), mens de i 10m dyp er omtrent likt fordelt mellom inn- og utstrømning. | I 2022 var der en innstrømningsepisode i 10m dyp i |
| Hardangerfjorden (PO3) (se figur B3 og B10) (se figur 6 og 8) | Store deler av Hardangerfjorden Langfjorden | Vanntransportene i overflaten går for det meste utover (ca. 70% av tiden), mens de i 10m dyp er omtrent likt fordelt mellom inn- og utstrømning. | I 2022 var det en innstrømningsepisode i 10m dyp i mai og juni. Summen av tid med strøm inn/ut viser at i overflaten var vanntransporten normal, men i 10m dyp var det relativt mye innstrømning i april og mai, og relativt mye utstrømning i april. |
| Sognefjorden (PO6) Namsenfjorden (PO7) (se figur 7 og 9) (se figur B4 og B11) | Store deler av Namsenfjorden | Vanntransportene i overflaten går for det meste utover (ca. 90% av tiden), mens de i 10m dyp er omtrent likt fordelt mellom inn- og utstrømning. | I 2022 er det stor variabilitet i 1m dyp mens det er mer normalt i 10m dyp. I 2022 var det en innstrømningsepisode i overflaten og i 10m dyp i mai og juni. Summen av tid med strøm inn/ut viser at i overflaten var det relativt lite innstrømning i april og mai, og relativt mye utstrømning i mai og juni, samt noe mer utstrømning i 10m dyp i april enn det som er vanlig. |
| Malangen (PO10) (se figur B5 og B12) | Innerste delen av Malangen innenfor Straumsfjorden | Vanntransportene i overflaten går for det meste utover (90% av tiden), mens de i 10m dyp er omtrent likt fordelt mellom inn- og utstrømning. | I 2022 var det ingen kraftige episoder med innstrømning. Summen av tid med strøm inn/ut viser at det var normal tilstand i både overflaten og 10m dyp. |
| Nordfjord (PO4) Kvæningen (PO11) (se figur B2 og B9) (se figur B6 og B13) | Store deler av Kvæningen innenfor Haukøya-Rødøya | Vanntransportene i overflaten går for det meste utover (ca. 80% av tiden), mens de i 10m dyp er omtrent likt fordelt mellom inn- og utstrømning i 10m dyp (50% av tiden). | I 2022 strømmet det stort utover i overflaten, mens det var en kraftig innstrømningsepisode i både mai og juni. Summen av tid med strøm inn/ut viser at i overflaten var innstrømningen relativt mye i mai og juni, mens i 10m dyp var det relativt mye innstrømning i mai (100%) og normal tilstand i mai og juni. |
| Alafjorden (PO12) (PO5) (se figur B7 og B14) (se figur B3 og B10) | Store deler av Alafjorden, Store deler av Alafjorden utenfor og Langfjorden | Vanntransportene i overflaten går for det meste utover (ca. 75% av tiden), mens de i 10m dyp er omtrent likt fordelt mellom inn- og utstrømning i 10m dyp (50% av tiden). | I 2022 var vanntransport i overflaten i 10m dyp var det episode i innstrømning i mai og juni, som er relativt mye tid med innstrømning i juni. Summen av tid med strøm inn/ut viser at i overflaten var vanntransporten normal, men i 10m dyp var det relativt mye innstrømning i juni og relativt mye utstrømning i mai. |



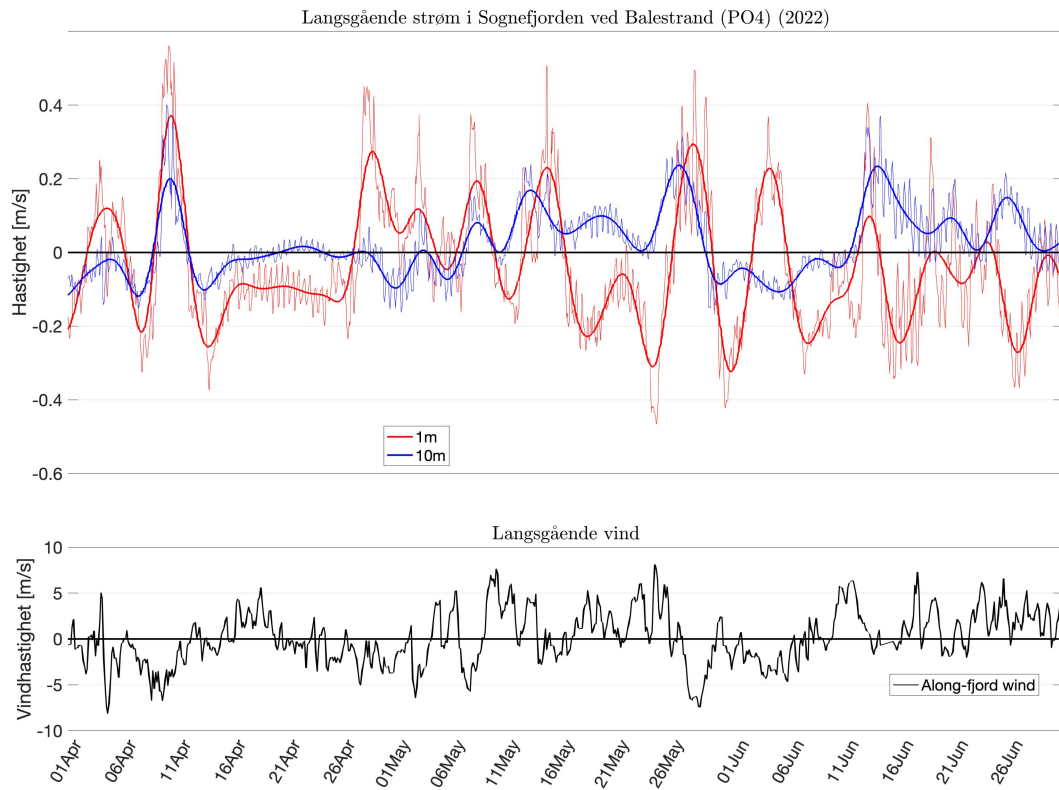
Figur 6. Søylediagram som viser andelen tid (i %) som netto vannstrøm går inn i Hardangerfjorden (PO2) i 1m (øverst) og 10m dyp (nederst) for april (blå), mai (rød) og juni (oransje) for årene 2012-2022. Andelen tid med utstrømning vil da være resten av tiden.



Figur 7. Søylediagram tilsvarende Figur 6 som viser andelen tid (i %) som netto vannstrøm går inn i Sognefjorden (PO4).



Figur 8. Tidsserier av langsgående strøm i 1 (rød) og 10m (blå) dyp ved lokaliteten i Hardangerfjorden (vist i Figur 5 og samme som HfjE) for perioden april-juni 2022 fra Norkyst800 (øverste panel). Tynn linje er timesverdier, mens tykk linje er 4-dagers lavpassfiltrerte tidsserie. Nederste panel viser vindstyrken fra værvarslingsmodellen til Meteorologisk institutt (AROME) hentet fra samme lokalitet.



Figur 9. Tilsvarende som Figur 8, men her for lokaliteten i Sognefjorden.

3 - Vurdering av miljøforholdene for hvert produksjonsområde i 2022

Oppsummering for alle produksjonsområdene:

Vintermånedene januar og februar 2022 var relativt varme sør for Trøndelag, mens det var noe kaldere enn normalt i den nordlige delen av landet. Våren har hatt relativt normale temperaturer i hele landet. Sommermånedene har hatt relativt normale temperaturer i hele landet sør for Troms, med unntak av noe kald august på Nord-Vestlandet. Nord-Troms og Finnmark har hatt en noe varmere sommer sammenliknet med referanseårene.

De valgte indikatorene for saltholdighet angir normale eller lave tilstander gjennom vårmånedene 2022. Mens det i mai var relativt normale overflatesaltholdigheter i produksjonsområdene sør for Trøndelag og for hele Finnmark, hadde resten av landet lave saltholdigheter den måneden. I juni har det vært lave saltholdigheter for hele landet.

At tilstanden betegnes normal betyr at situasjonen liknet på middeltilstanden for årene 2012-21. 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 16-17 °C om sommeren og 3-4 °C om vinteren. Vinteren 2022 var noe varm, mens vår og sommer har hatt relativt normale temperaturer.

Ferskvannsavrenningen til området har vært relativt lav i hele 2022, mens brakkvannsstyrken har vært normal i mai og juni 2022.

Produksjonsområde 2: Ryfylke

Temperaturen i de øvre vannmassene ligger normalt på 15-16 °C om sommeren og 4-5 °C om vinteren. Vinteren 2022 var noe varm, mens vår og sommer har hatt relativt normale temperaturer.

Ferskvannsavrenningen til området har vært normal, mens brakkvannsstyrken, spesielt i juni 2022, var sterkere enn normalt. Ettersom ferskvannsavrenningen var normal, så kan dette enten henge sammen med mindre omrøring, dvs. mindre vind, og/eller at Kyststrømmen har påvirket fjordvannet med noe mer lavsaltholdig vann enn vanlig slik at en større del av produksjonsområdet har hatt overflatesaltholdighet under 20.

Produksjonsområde 3: Karmøy - Sotra

Temperaturen i de øvre vannmassene ligger normalt på 15-16 °C om sommeren og 5-6 °C om vinteren. Vinteren 2022 var noe varm, mens vår og sommer har hatt relativt normale temperaturer

Ferskvannsavrenningen til området har vært høyere enn normalt, spesielt i juni 2022, og dette har gitt en brakkvannsstyrke som også var sterkere enn normalt. Mens mai 2022 hadde nær normale overflatesaltholdigheter, så var juni mer preget av lave saltholdigheter.

Produksjonsområde 4: Sotra - Stadt

Temperaturen i de øvre vannmassene ligger normalt på 14-15 °C om sommeren og 5-6 °C om vinteren. Både vinter, vår og sommer 2022 har hatt nær normale temperaturer, med unntak av august som var noe kald.

Ferskvannsavrenningen til området har vært høyere enn normalt, spesielt i juni 2022, og dette har gitt en brakkvannsstyrke som også var sterkere enn normalt. Mens mai 2022 hadde nær normale overflatesaltholdigheter, så var juni mer preget av lave saltholdigheter.

Produksjonsområde 5: Stadt - Hustadvika

Temperaturen i de øvre vannmassene ligger normalt på rundt 14 °C om sommeren og 5-6 °C om vinteren. Både vinter, vår og sommer 2022 har hatt nær normale temperaturer, med unntak av august som var noe kald.

Ferskvannsavrenningen til området har vært høyere enn normalt, spesielt i juni 2022, og dette har gitt en brakkvannsstyrke som også var sterkere enn normalt. Mens mai 2022 hadde nær normale overflatesaltholdigheter, så var juni mer preget av lave saltholdigheter.

Produksjonsområde 6: Nordmøre - Sør-Trøndelag

Temperaturen i de øvre vannmassene ligger normalt på 13-14 °C om sommeren og rundt 6 °C om vinteren. Både vinter, vår og sommer 2022 har hatt nær normale temperaturer.

Ferskvannsavrenningen til området har vært høyere enn normalt, spesielt i juni 2022, og dette har gitt en brakkvannsstyrke som også var sterkere enn normalt. Mens mai 2022 hadde nær normale overflatesaltholdigheter, så var juni mer preget av lave saltholdigheter.

Produksjonsområde 7: Nord-Trøndelag - Bindal

Temperaturen i de øvre vannmassene ligger normalt på 13-14 °C om sommeren og 5-6 °C om vinteren. Mens januar og februar 2022 var noe kald, har våren og sommeren hatt nær normale temperaturer. August var også noe kald.

Ferskvannsavrenningen til området har vært høyere enn normalt, spesielt i mai og juni 2022, og dette har gitt en brakkvannsstyrke som også var sterkere enn normalt. Både mai og juni hadde var preget av lave saltholdigheter i så å si hele produksjonsområdet.

Produksjonsområde 8: Helgeland - Bodø

Temperaturen i de øvre vannmassene ligger normalt på rundt 13 °C om sommeren og rundt 5 °C om vinteren. Mens januar og februar 2022 var noe kald, har våren og sommeren hatt nær normale temperaturer. August var også noe kald.

Ferskvannsavrenningen til området har vært høyere enn normalt, spesielt i juni 2022, og dette har gitt en brakkvannsstyrke som også var sterkere enn normalt. Mens mai 2022 hadde litt lavere overflatesaltholdigheter enn normalt, så var juni preget av enda lavere saltholdigheter i forhold til referanseårene.

Produksjonsområde 9: Vestfjorden - Vesterålen

Temperaturen i de øvre vannmassene ligger normalt på rundt 12 °C om sommeren og rundt 5 °C om vinteren. Mens januar 2022 var noe kald, har våren og sommeren hatt nær normale temperaturer.

Ferskvannsavrenningen til området har vært høyere enn normalt hele våren 2022, og dette har gitt en brakkvannsstyrke som også var sterkere enn normalt. Både mai og juni var preget av lave saltholdigheter i så å si hele produksjonsområdet, men spesielt i fjordområdene knyttet til Vestfjorden.

Produksjonsområde 10: Andfjorden - Senja

Temperaturen i de øvre vannmassene ligger normalt på rundt 12 °C om sommeren og rundt 4 °C om vinteren. Mens januar og februar 2022 var noe kald, har våren og sommeren hatt nær normale temperaturer.

Ferskvannsavrenningen til området har vært noe høyere enn normalt, spesielt i mai og juni 2022, og dette har gitt en brakkvannsstyrke som også var litt sterkere enn normalt. Både mai og juni hadde litt lavere overflatesaltholdigheter enn normalt.

Produksjonsområde 11: Kvaløya - Loppa

Temperaturen i de øvre vannmassene ligger normalt på rundt 11 °C om sommeren og rundt 4 °C om vinteren. Mens januar og februar 2022 var noe kald, har våren hatt nær normale temperaturer, mens sommeren fom. juni har vært noe varmere enn normalt.

Ferskvannsavrenningen til området har vært høyere enn normalt hele våren 2022, og dette har gitt en brakkvannsstyrke som også var sterkere enn normalt. Mai var preget av lave saltholdigheter i så å si hele produksjonsområdet, mens i juni var det spesielt lave saltholdigheter i Lyngen og Kvæningen, mens Balsfjorden og Ullsfjorden hadde da mer normale saltholdigheter.

Produksjonsområde 12: Vest-Finnmark

Temperaturen i de øvre vannmassene ligger normalt på 10-11 °C om sommeren og rundt 4 °C om vinteren. Mens vinteren og våren 2022 var relativt kald, har sommeren fom. juni vært noe varmere enn normalt.

Ferskvannsavrenningen til området har vært høyere enn normalt, spesielt i juni 2022, og dette har gitt en brakkvannsstyrke som også var sterkere enn normalt. Mens mai 2022 hadde relativt normale overflatesaltholdigheter, så var juni preget av lave saltholdigheter i forhold til referanseårene for hele produksjonsområdet.

Produksjonsområde 13: Øst-Finnmark

Temperaturen i de øvre vannmassene ligger normalt på 10-11 °C om sommeren og rundt 4 °C om vinteren. Mens vinteren og våren 2022 var relativt kald, har sommeren fom. juni vært noe varmere enn normalt.

Ferskvannsavrenningen til området har vært høyere enn normalt, både i mai og juni 2022, og dette har gitt en brakkvannsstyrke som også var noe sterkere enn normalt. Mens mai 2022 hadde relativt normale overflatesaltholdigheter, så var juni preget av lave saltholdigheter i forhold til referanseårene for hele produksjonsområdet.

4 - 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 Fisken og Havet 2/2011. Institute of Marine Research, Bergen.
- 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.
- 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.
- Myksvoll MS, Sandvik AD, Albretsen J, Asplin L, Johnsen IA, Karlsen Ø, Kristensen NM, Melsom A, Skarðhamar 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, Skarðhamar 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, 2022, samt som månedsvise temperaturanomali for hele perioden tilbake til 2012. Det siste årets temperaturer er angitt sammen med normaltilstanden for hvert produksjonsområde, og normaltilstanden er definert som middelveirdien for perioden 2012-21 +/- ett standardavvik. Anomaliene er beregnet ut fra månedlige midler for de ti foregående årene, dvs. 2012-21, 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. 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 middelveirdi og standardavvik for perioden 2012-21. Tilsvarende er avrenningen til fjord- og kystområdene innenfor hvert produksjonsområde oppsummert for hver måned for perioden januar 2012 til og med august 2022 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 i forhold til 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 i forhold til dette. Av spesiell viktighet for smoltvandringen så er mai og juni hvert år fremhevet i grafene samt at brakkvannsindikatoren for de to månedene hvert år fra 2012 til 2022 er presentert i et eget panel.

3. Tidsserie av siste års brakkvannsstyrke

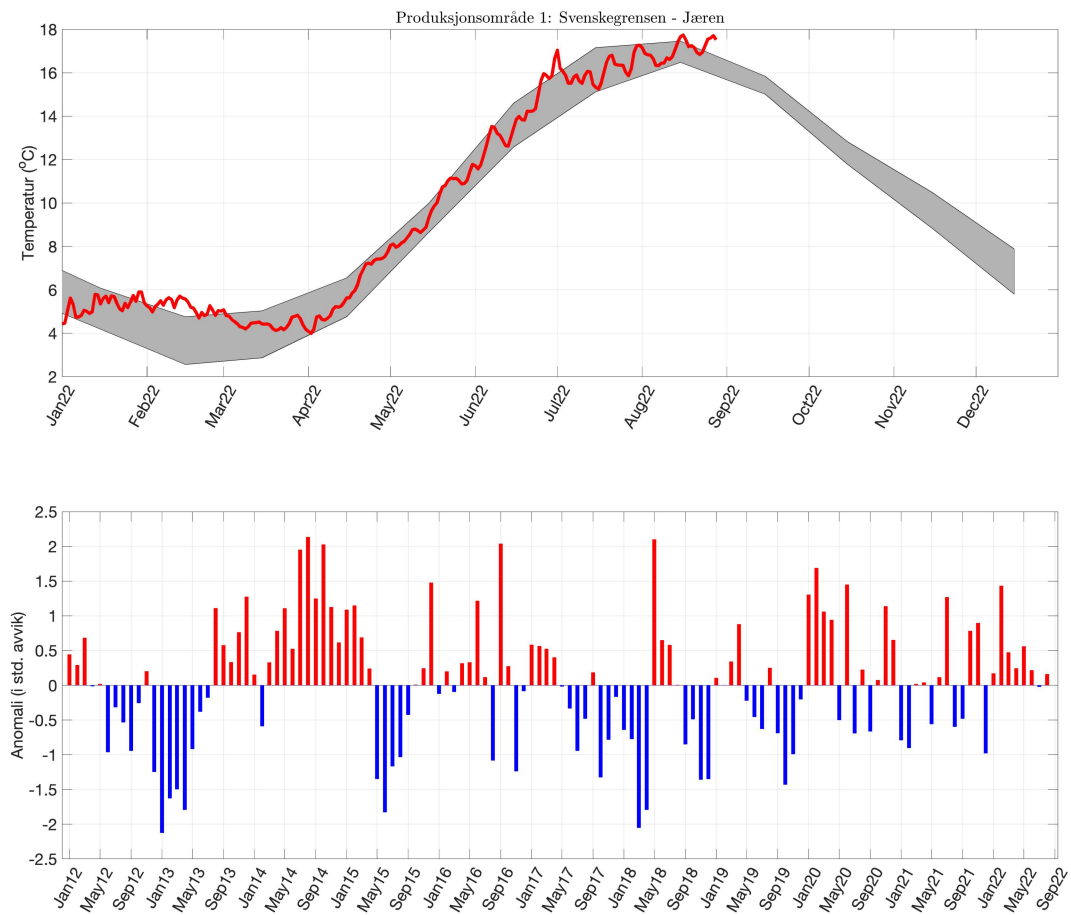
Som et supplement til de månedsvise søylediagrammene med brakkvannsstyrke som er normalisert slik at enheten er i antall standardavvik, så viser tidsserien av siste års verdier en mer detaljert utvikling over tid fra januar tom. august 2022. Det siste årets brakkvannsindikator, dvs. daglig verdi av arealet til den delen av produksjonsområdet som har overflatesaltholdighet under 20, er angitt sammen med normaltilstanden, og normaltilstanden er definert som middelveirdien for perioden 2012-21 +/- ett standardavvik innen hver kalendermåned.

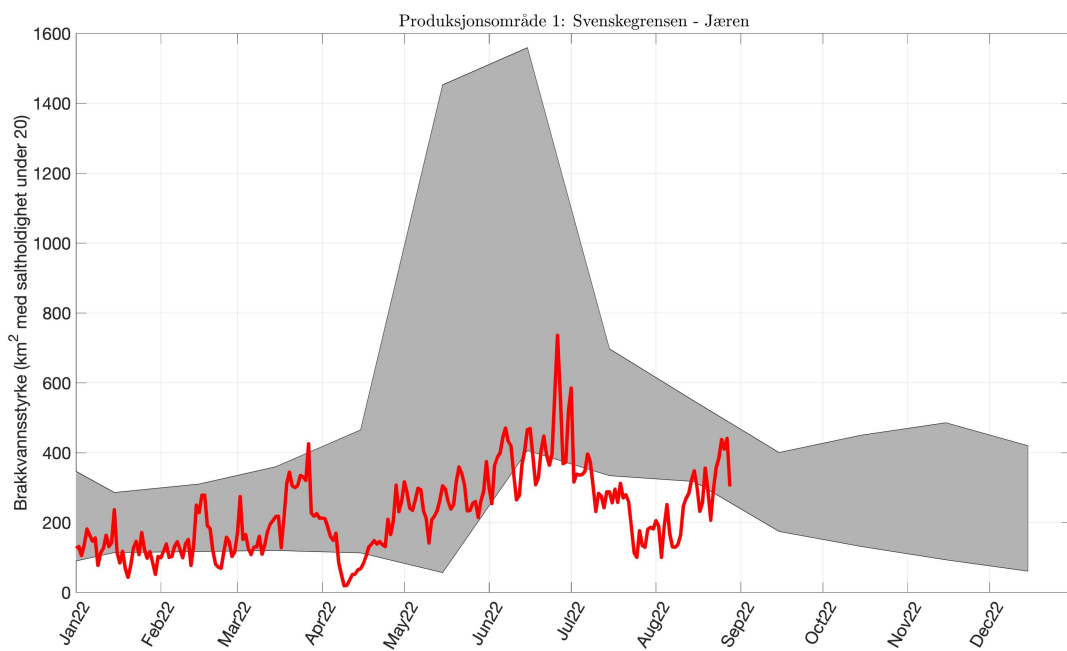
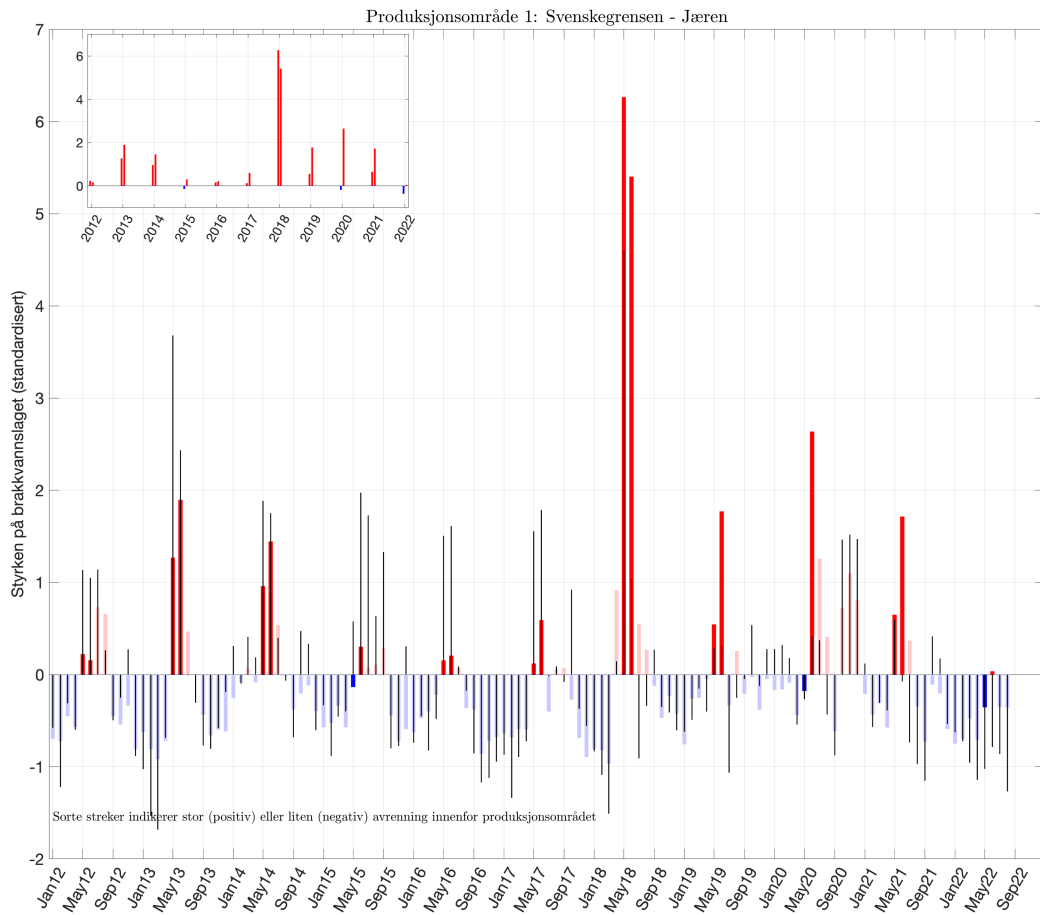
4. Kart for siste års avvik i overflatesaltholdighet

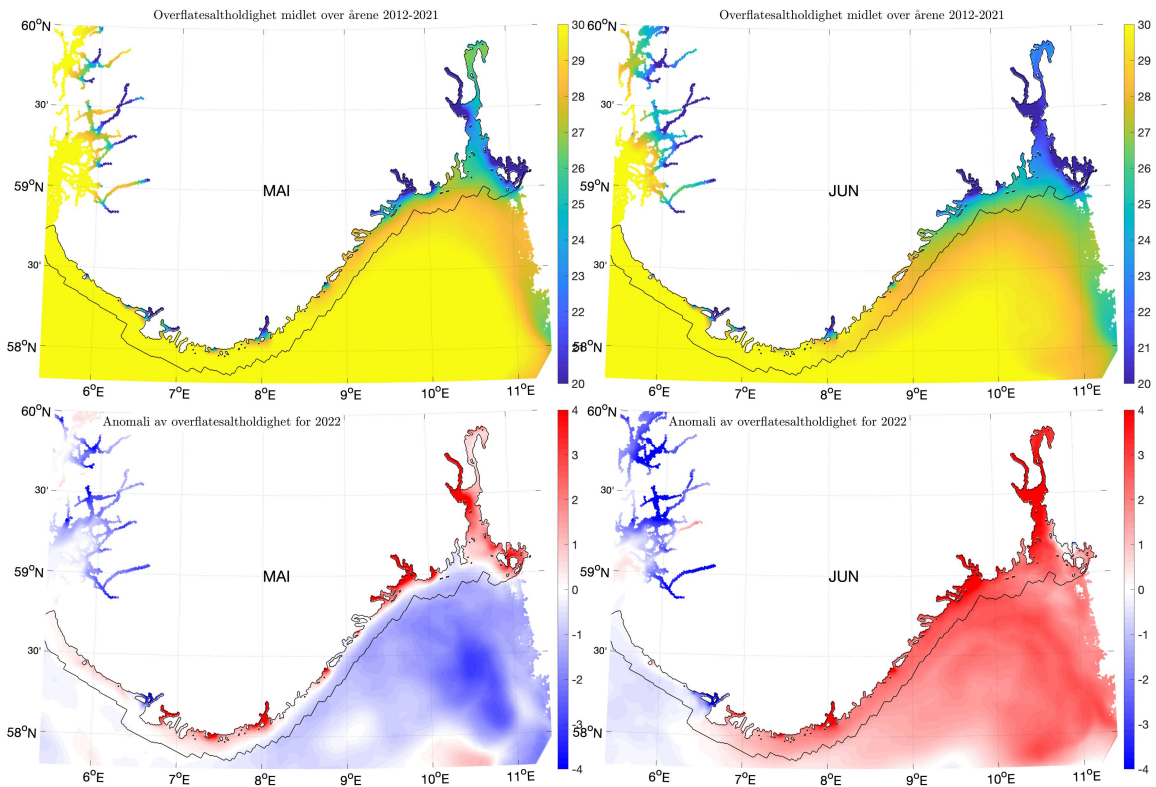
I tillegg til å presentere brakkvannsstyrken som romlig aggregerte tidsserier, presenteres det også romlige kart av overflatesaltholdighet for hvert produksjonsområde. I tillegg til månedsklimatologi (2012-21) for mai og juni vises siste års (2022) avvik fra disse. Denne anomalien er definert ved at negative verdier antyder at det siste året var mindre saltholdig enn årene før, mens positive verdier antyder at det siste året var saltere i overflaten enn de foregående årene.

Ved å sammenlikne 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 saltere vann mot overflaten, eller ved ekstra innsig av saltere vann fra ytre kyst. Kartene med anomalier av overflatesaltholdighet vil i tillegg peke på om der er geografiske forskjeller innen produksjonsområdet.

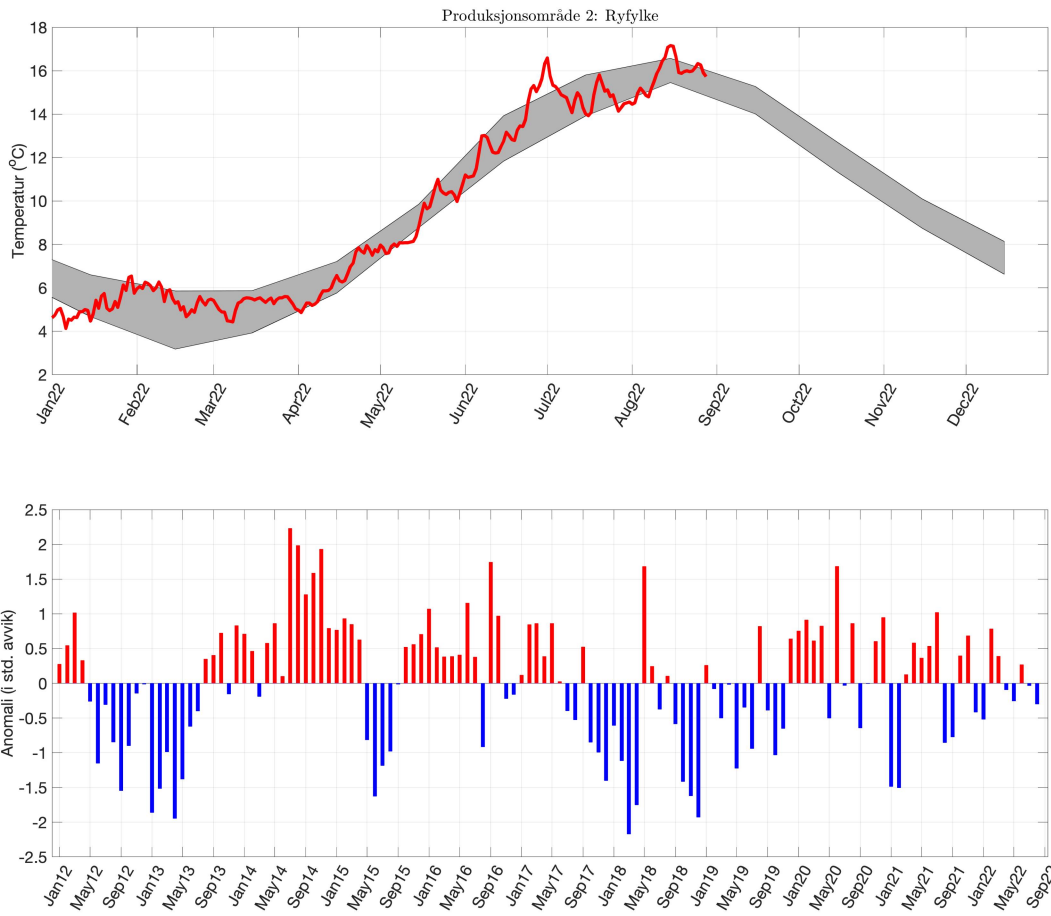
Produksjonsområde 1: Svenskegrensen - Jæren

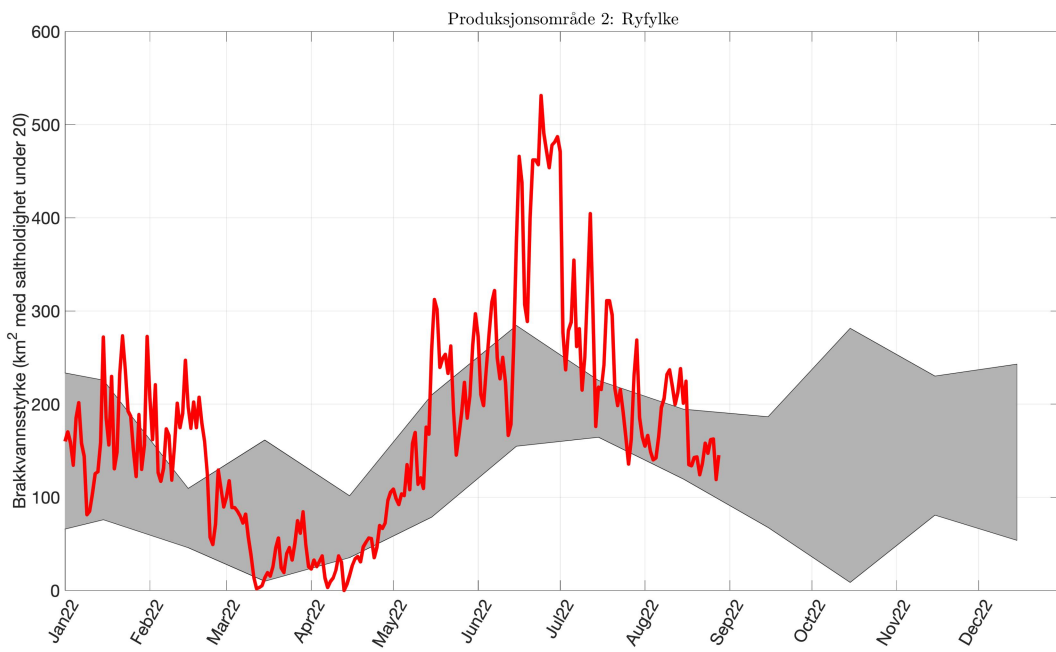
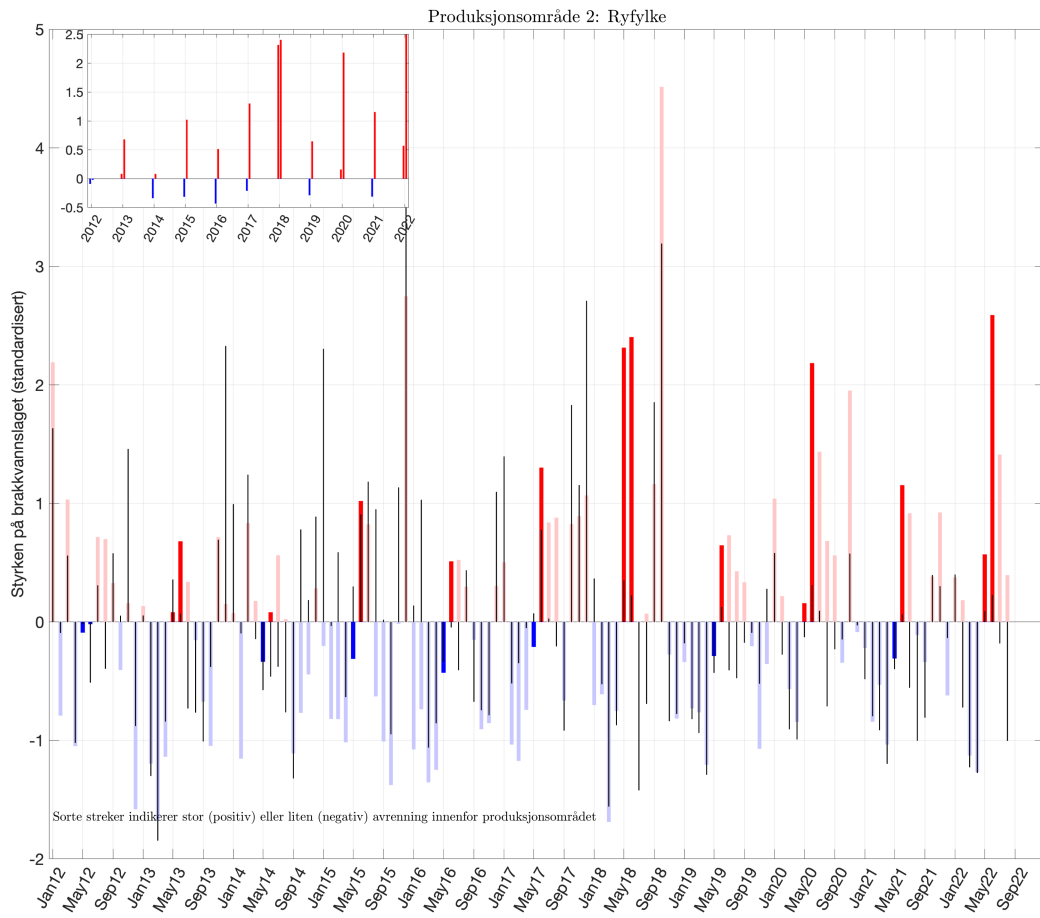


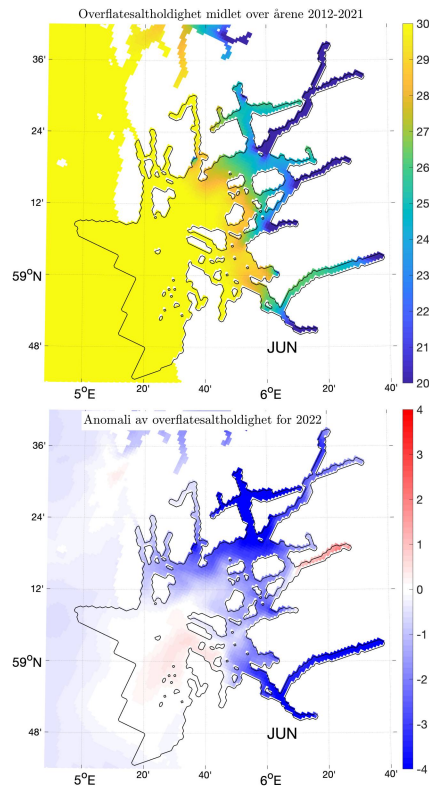
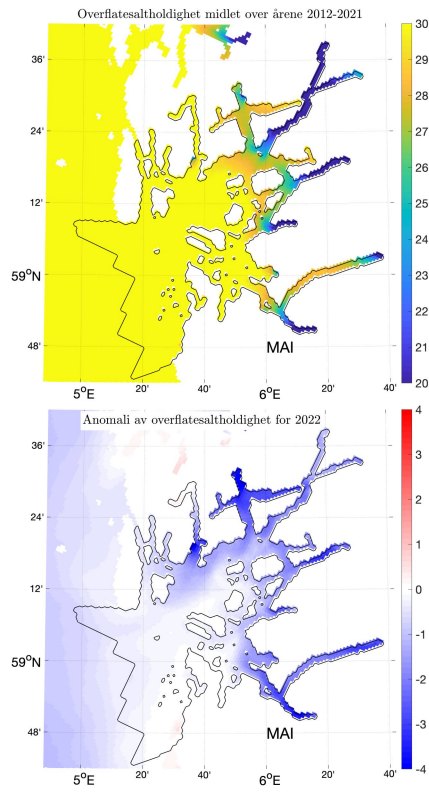




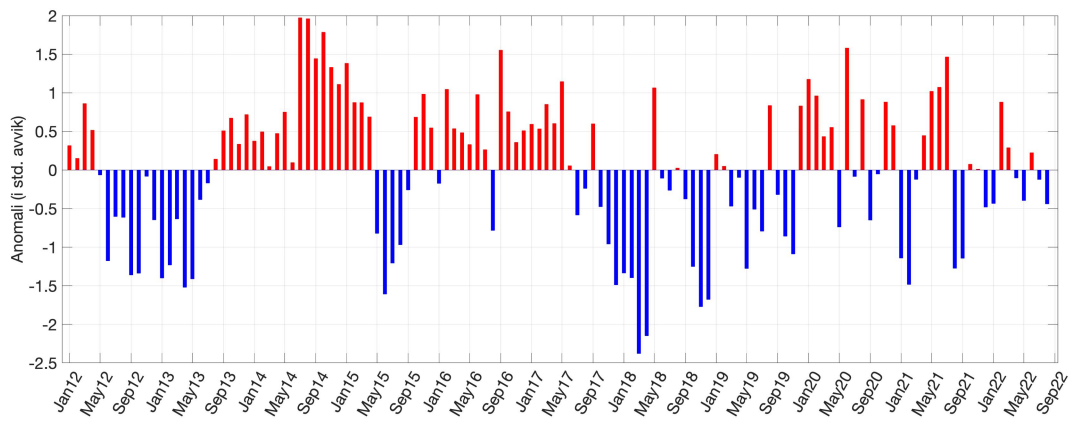
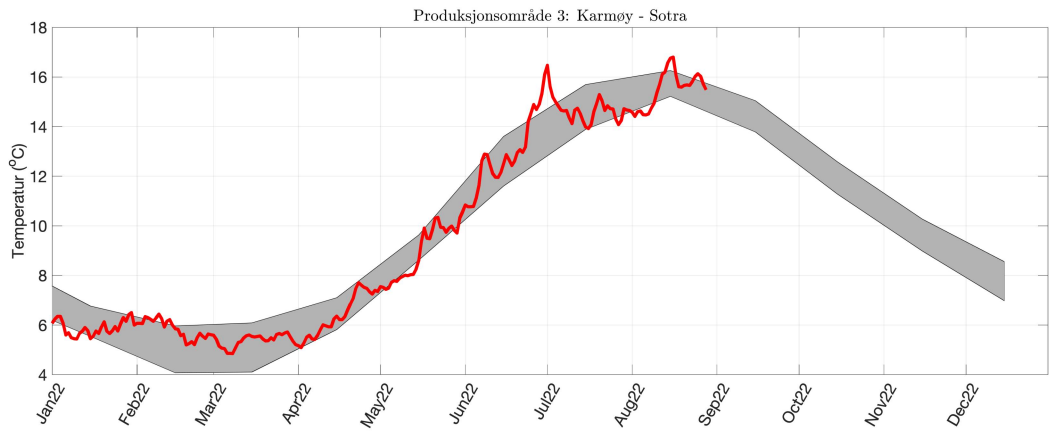
Produksjonsområde 2: Ryfylke

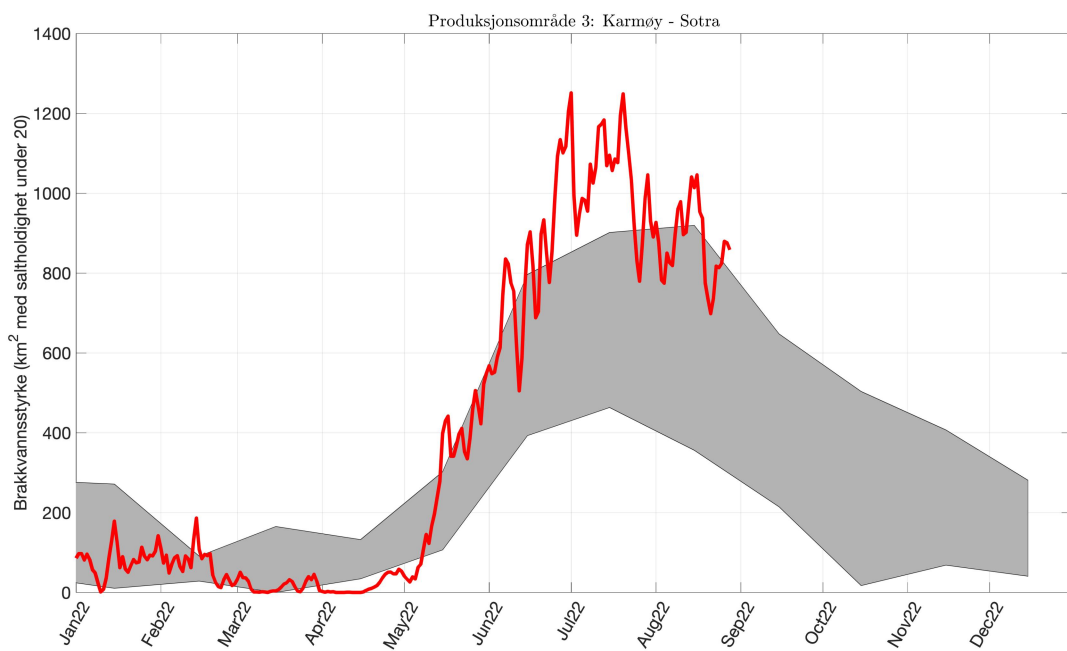
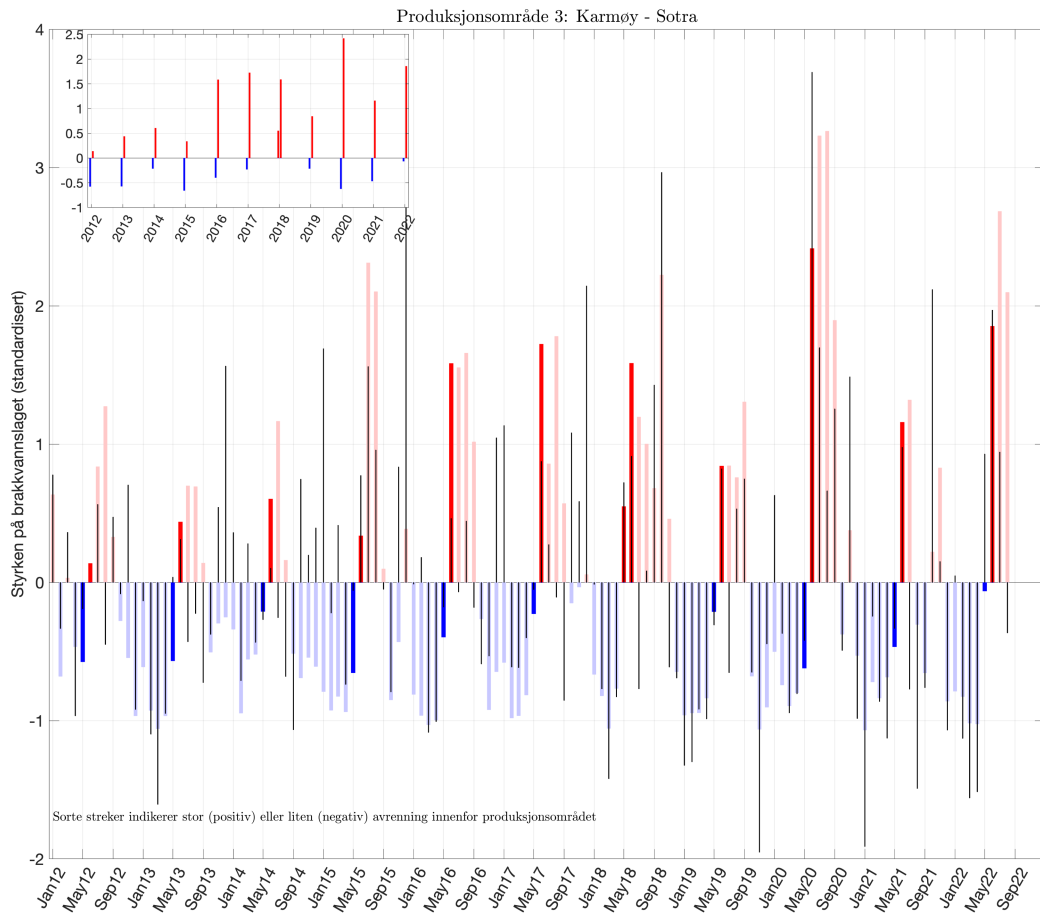


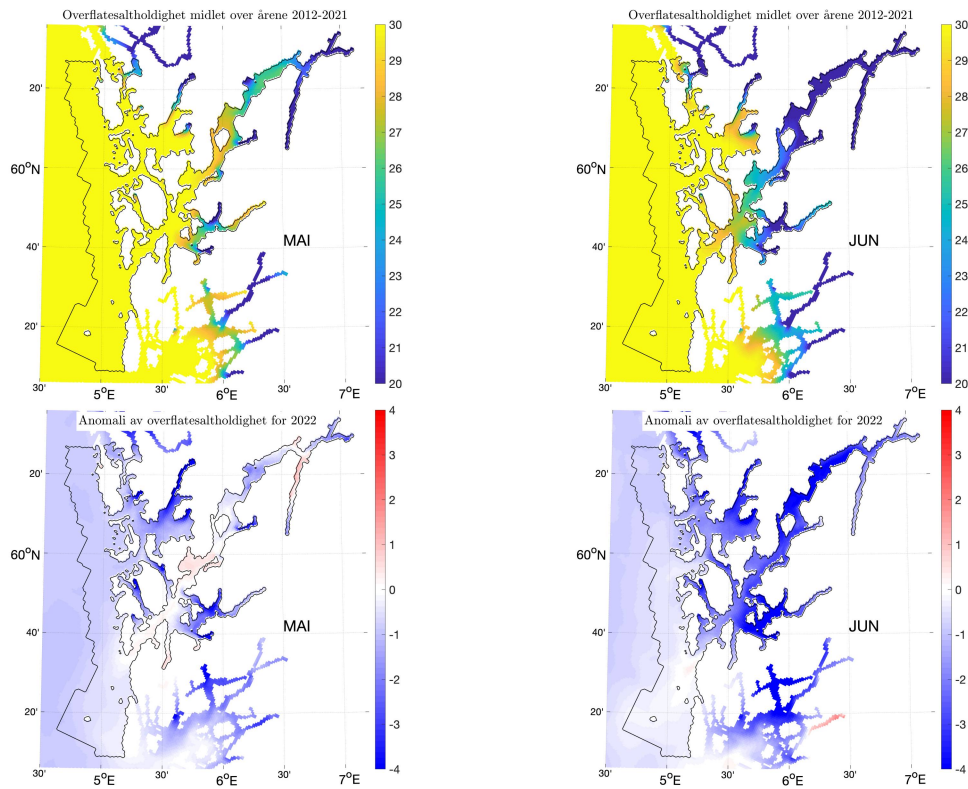




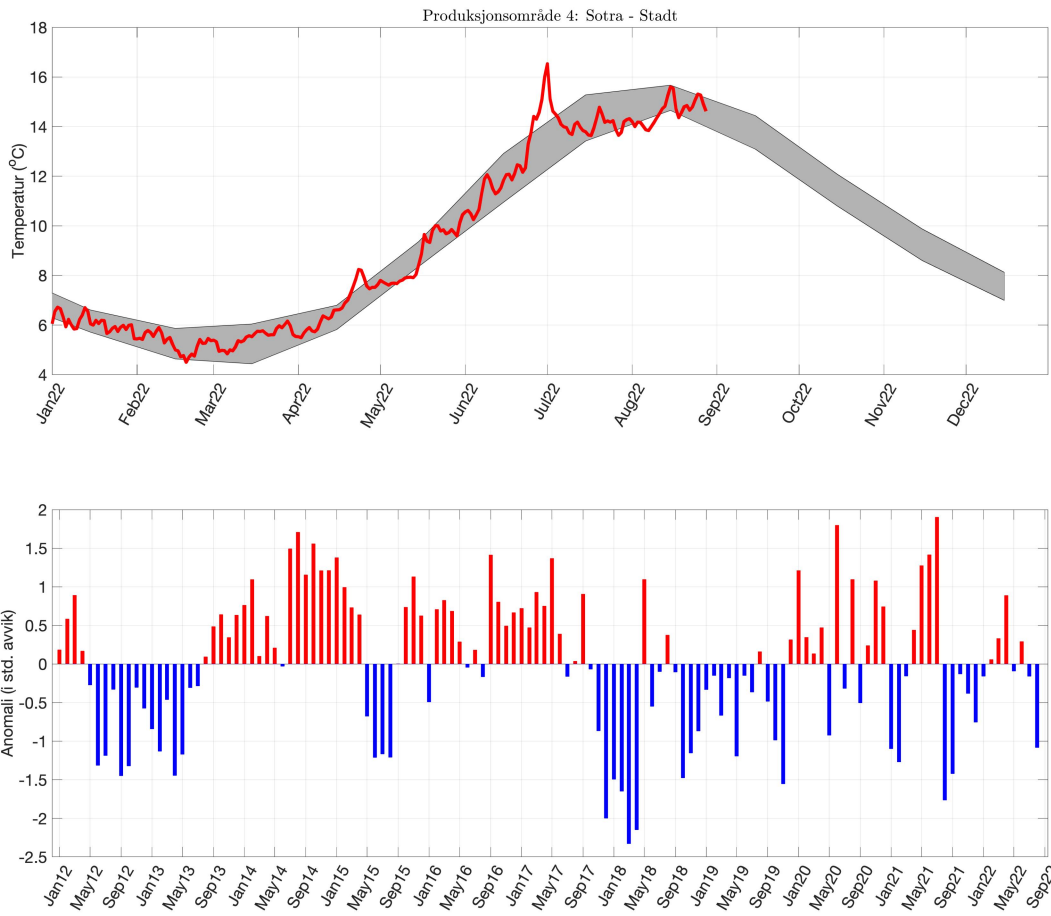
Produksjonsområde 3: Karmøy - Sotra

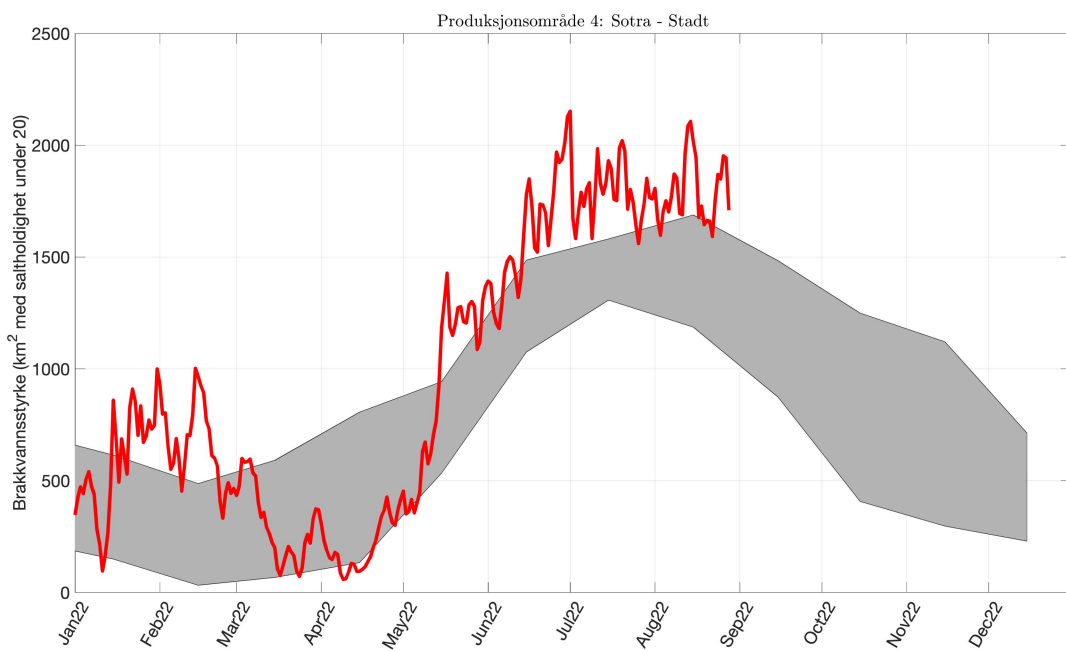
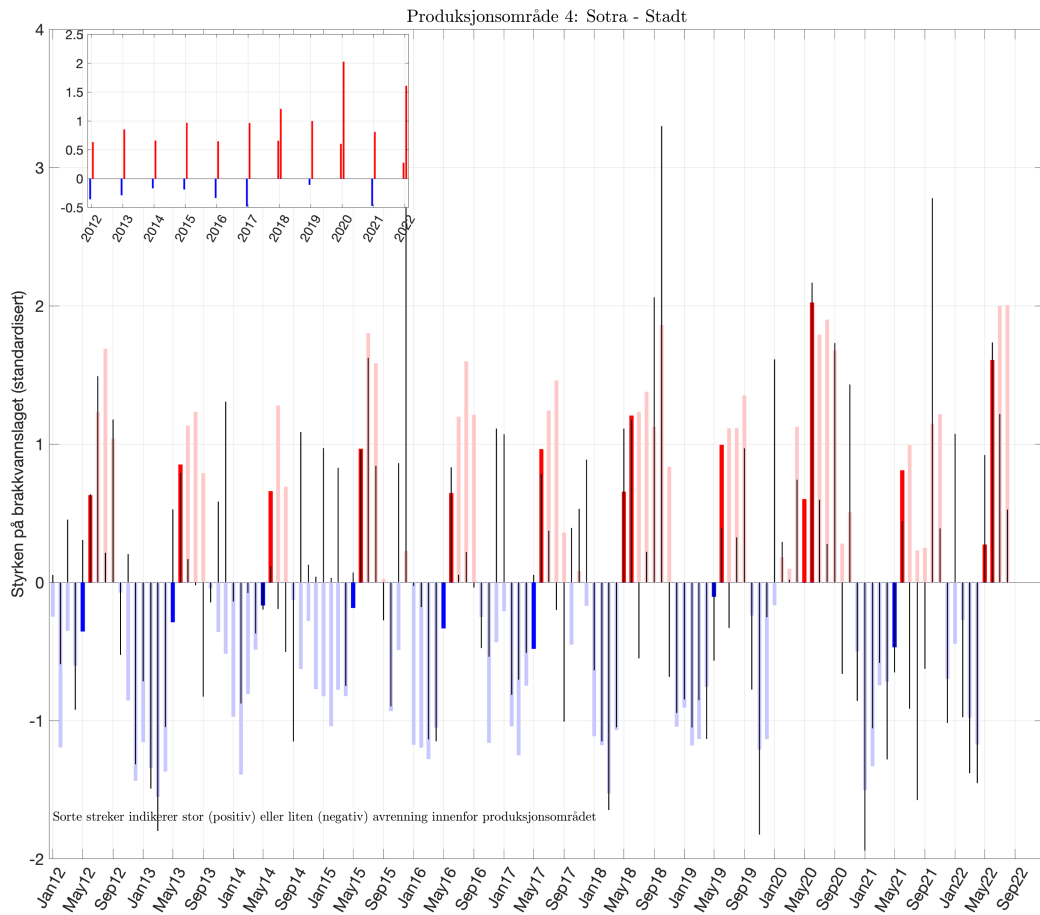


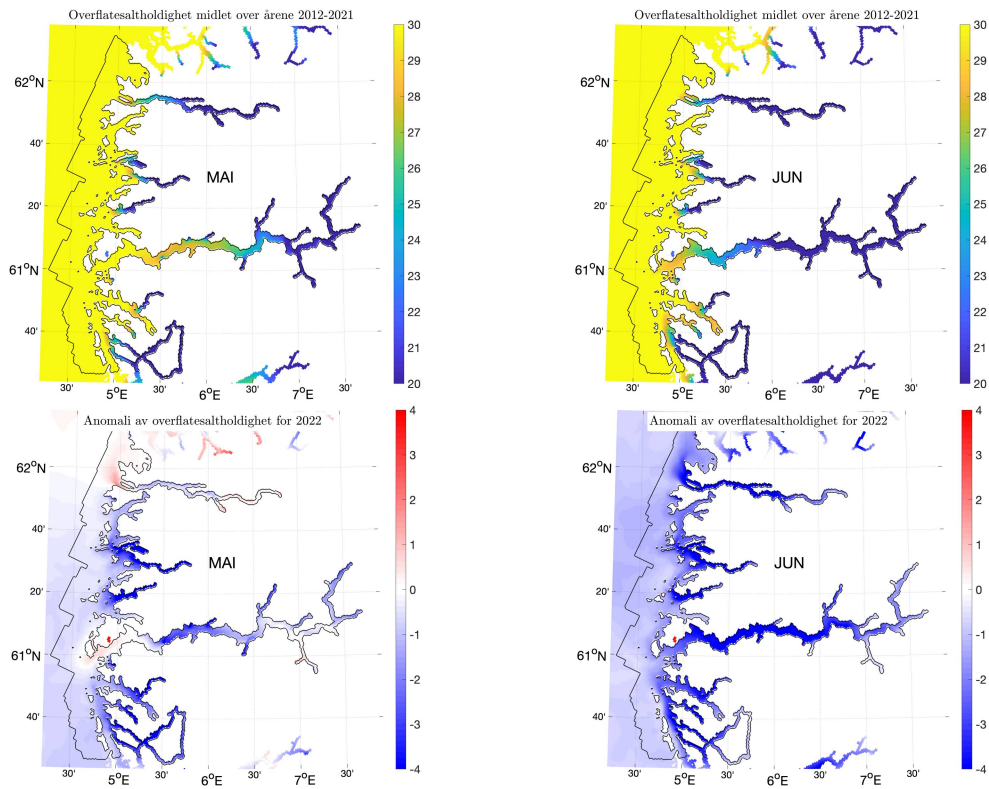




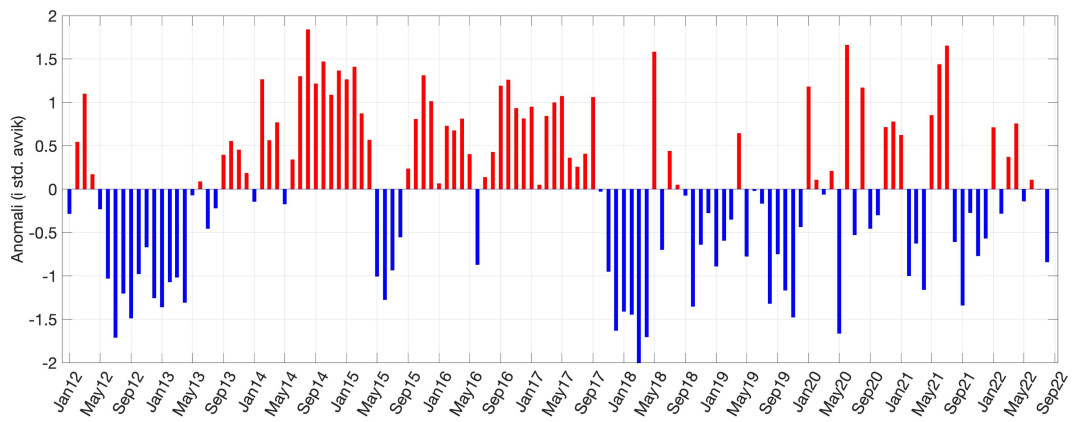
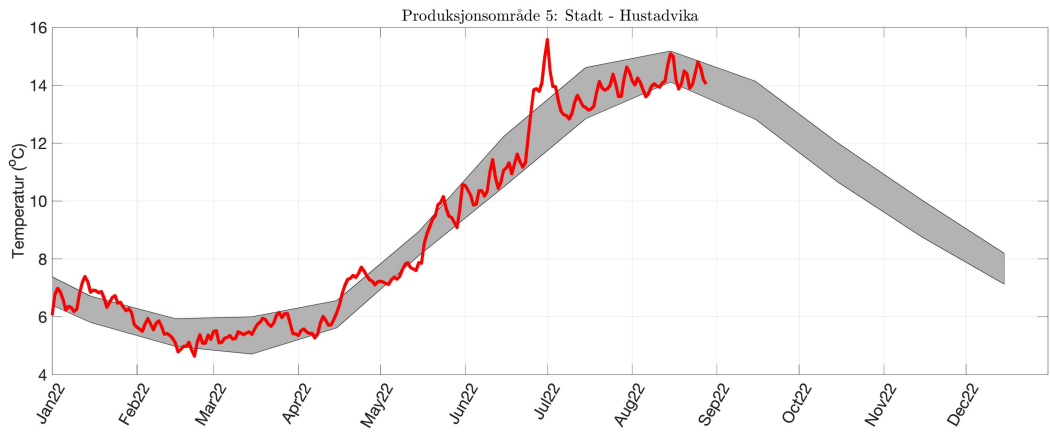
Produksjonsområde 4: Sotra - Stadt

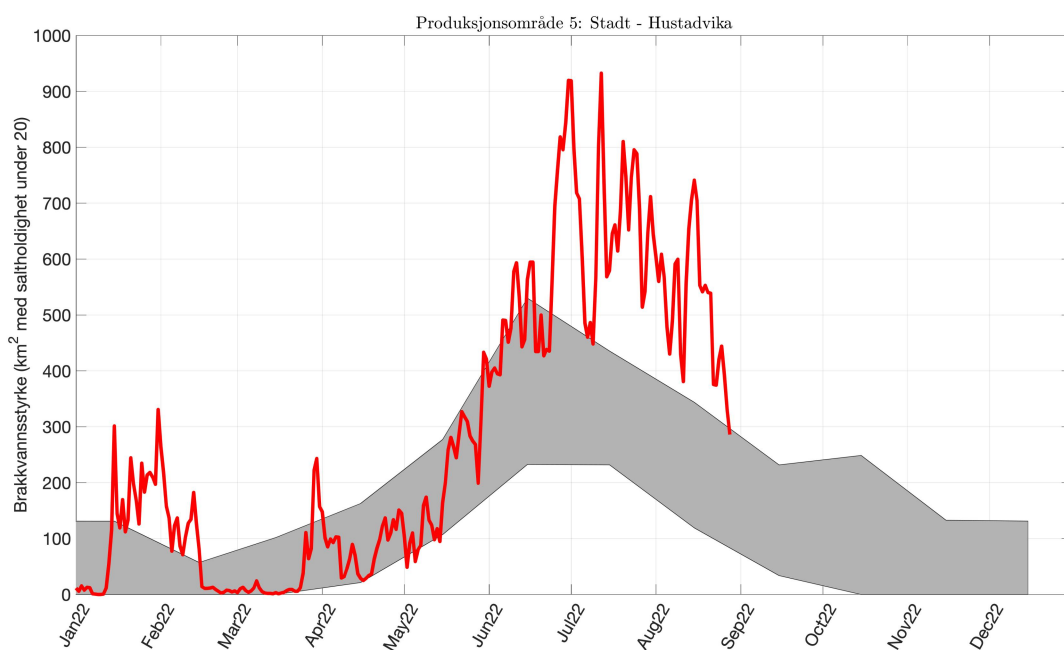
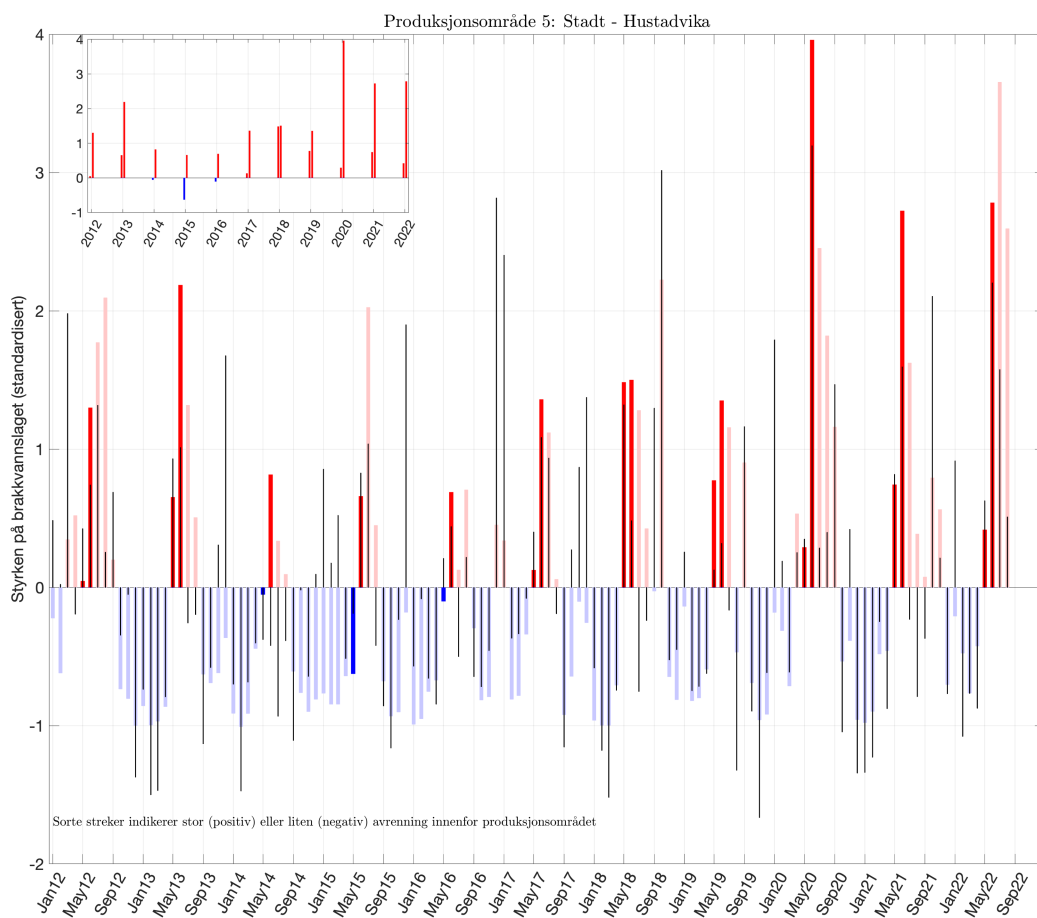


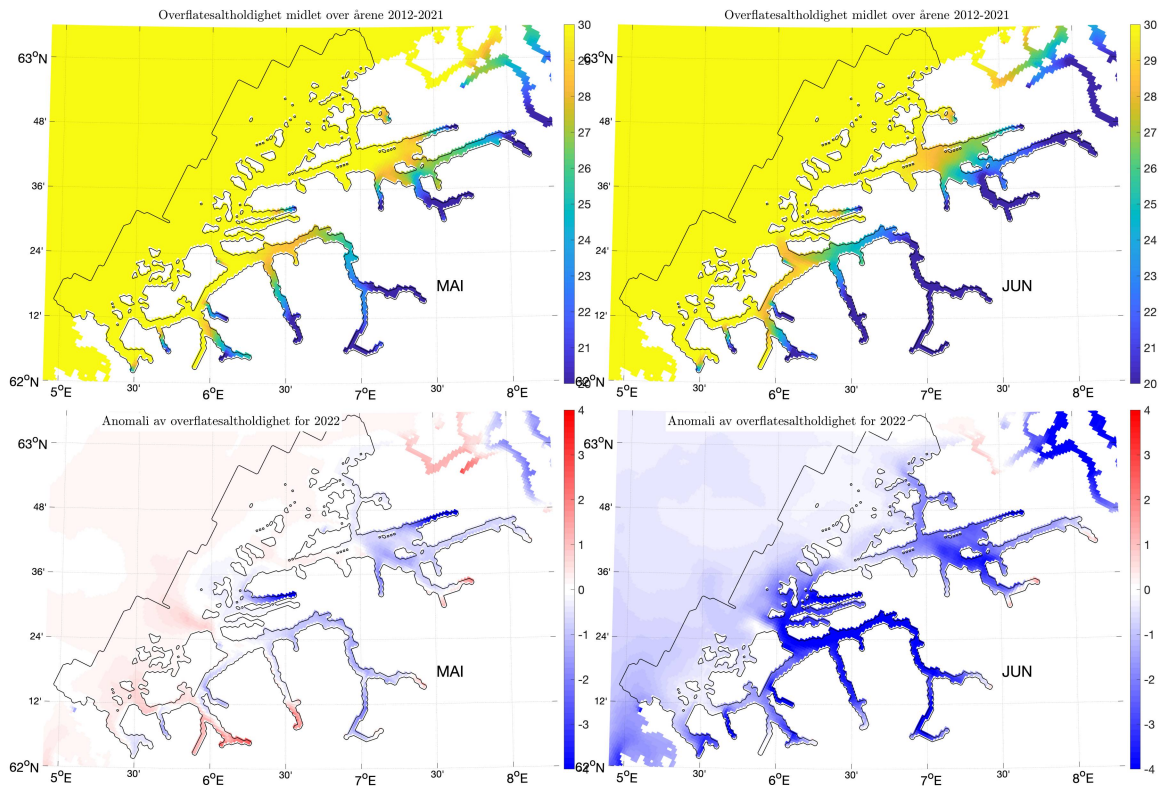




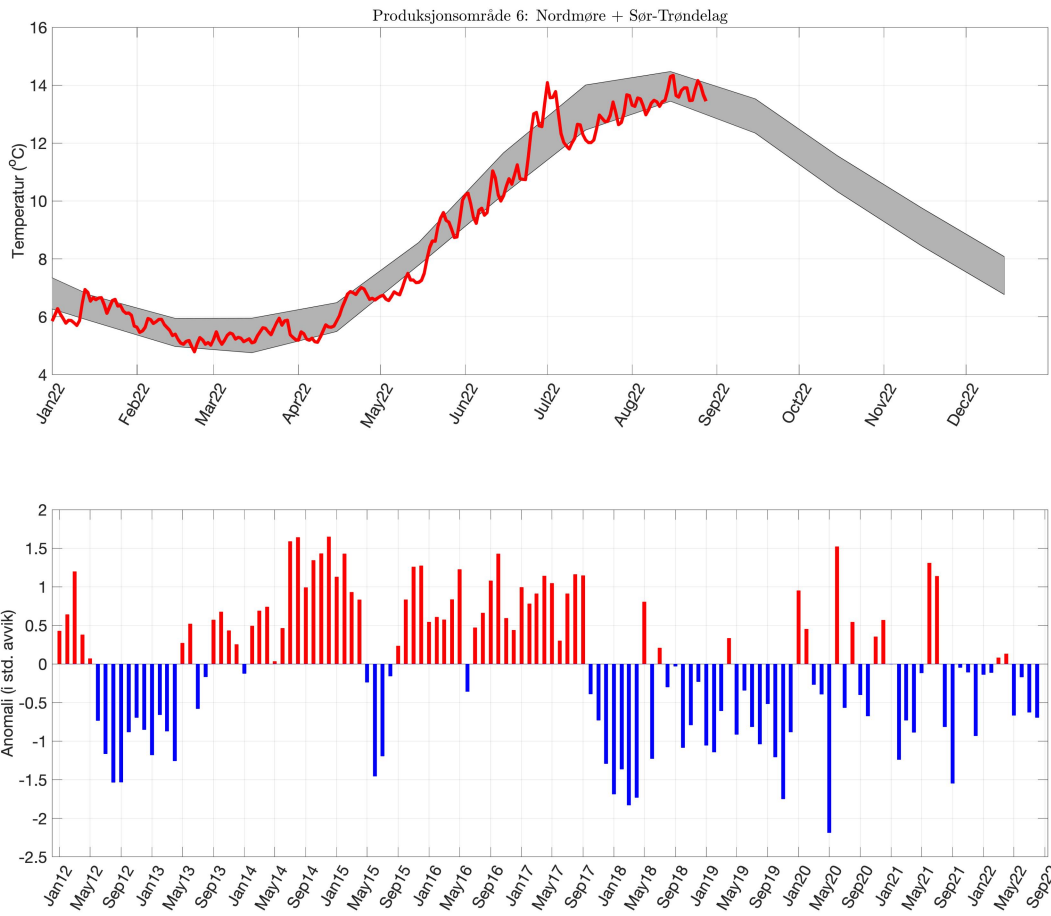
Produksjonsområde 5: Stadt - Hustadvika

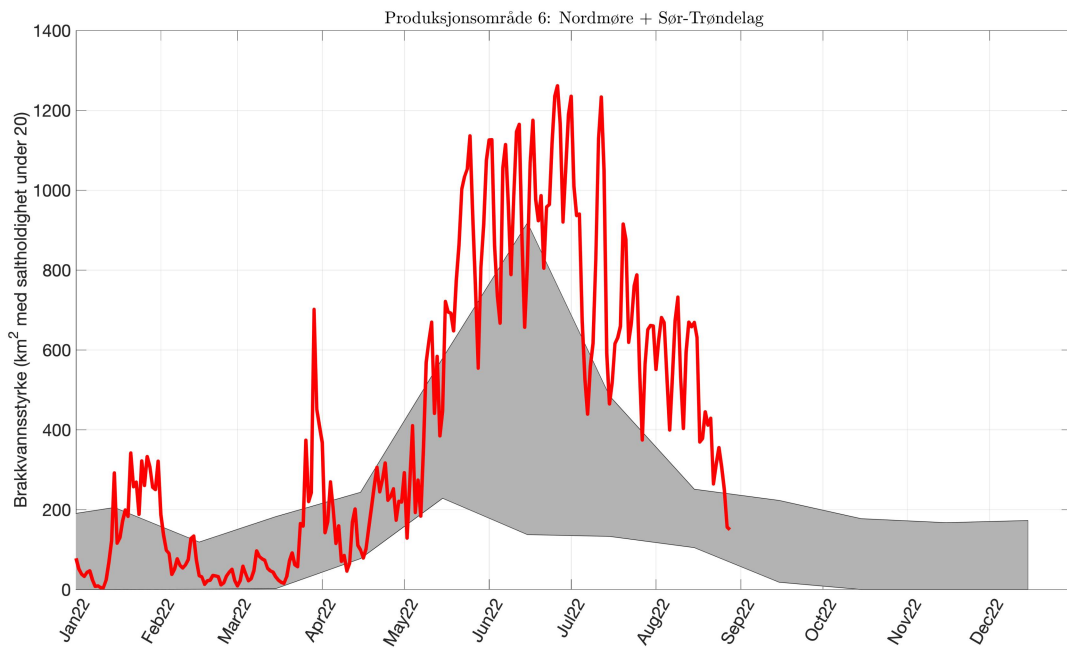
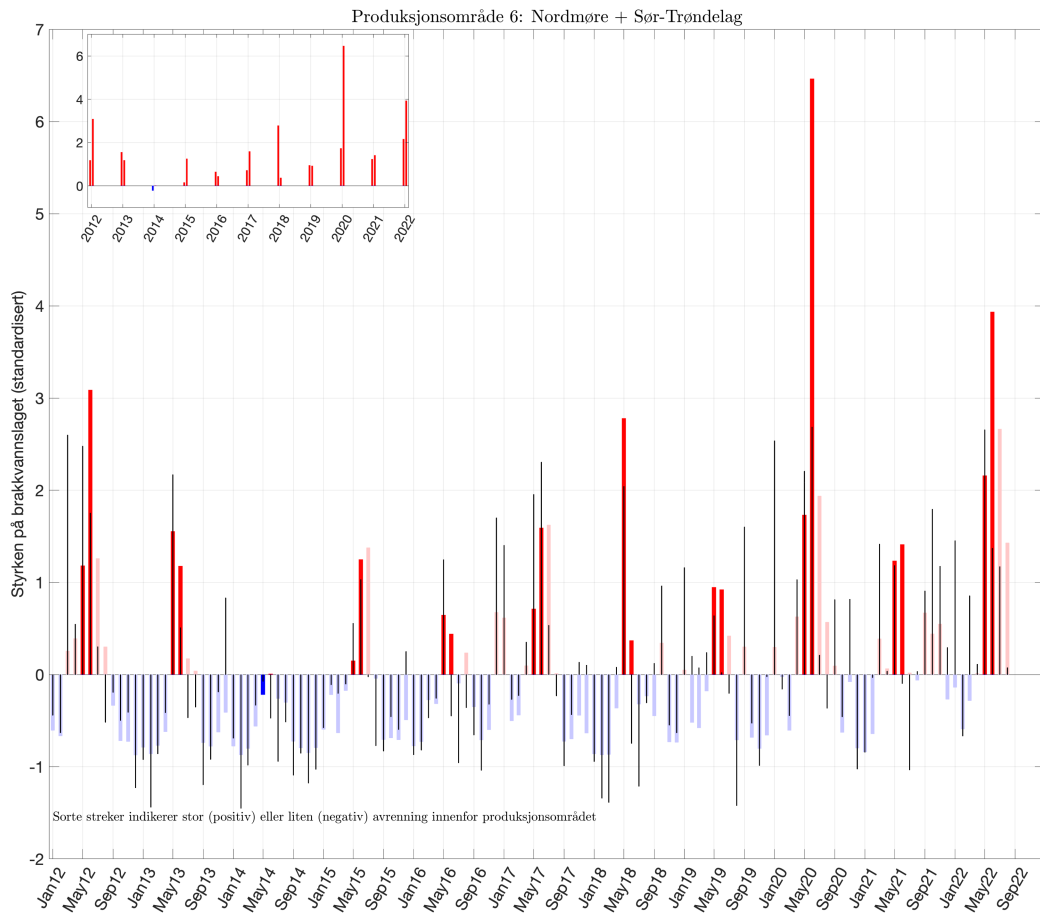


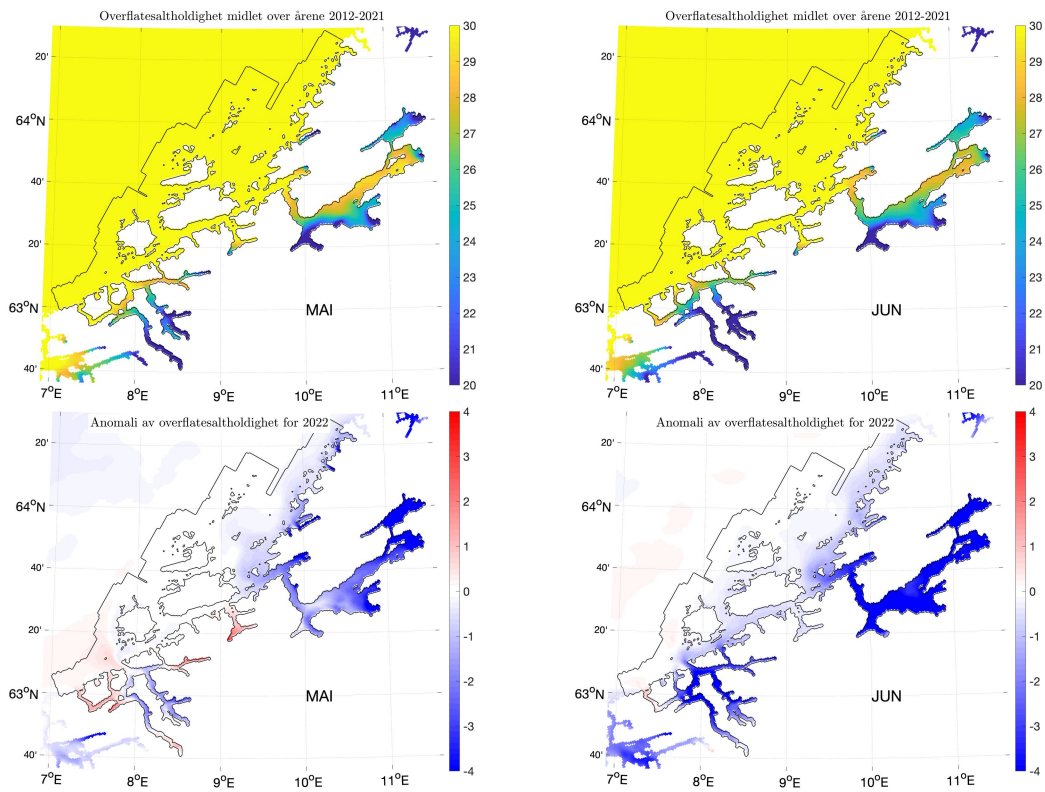




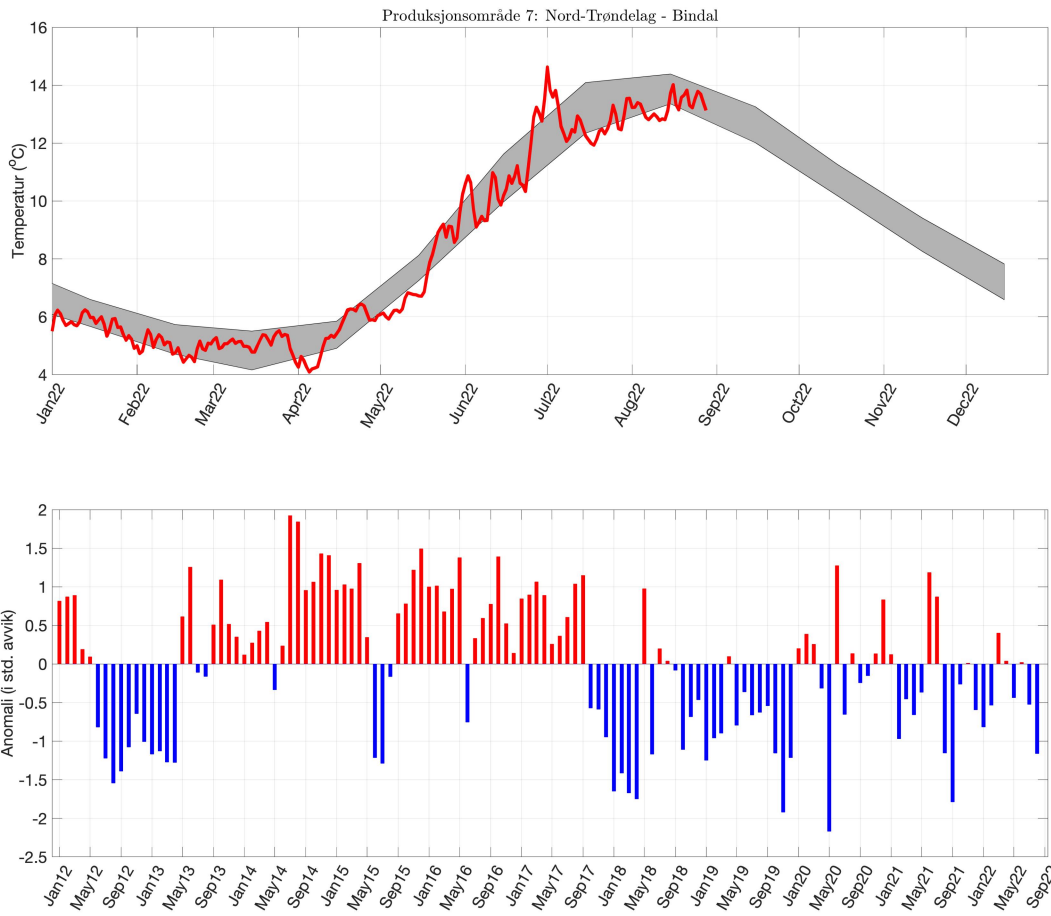
Produksjonsområde 6: Nordmøre - Sør-Trøndelag

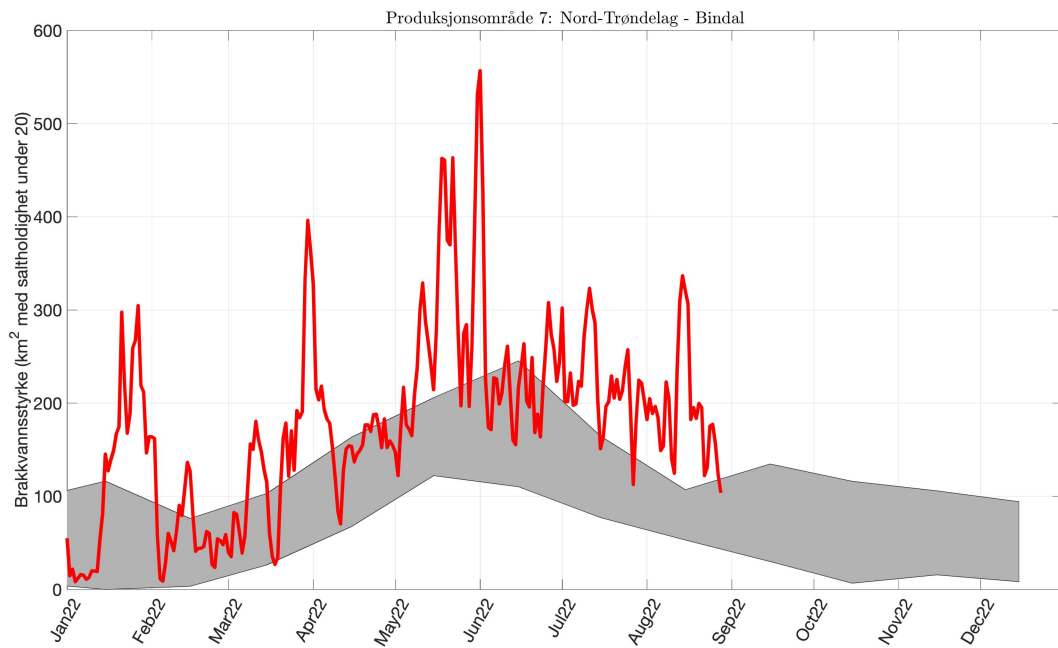
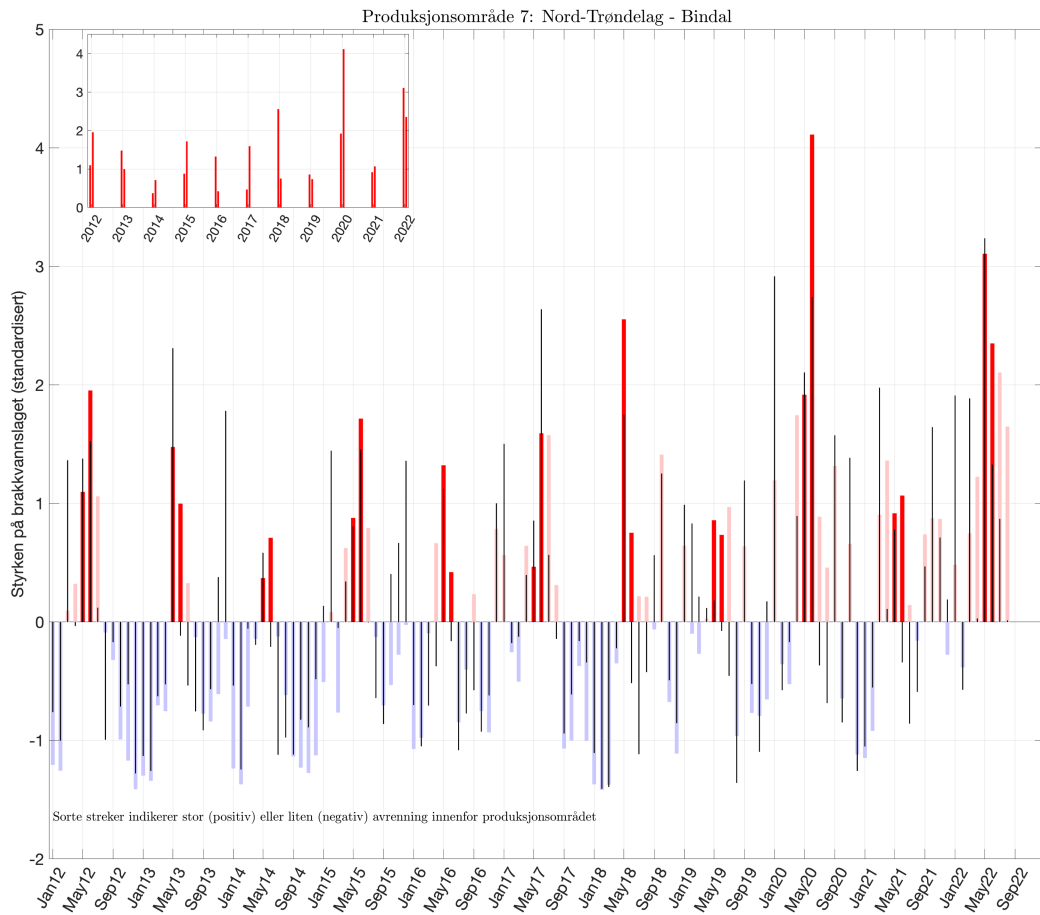


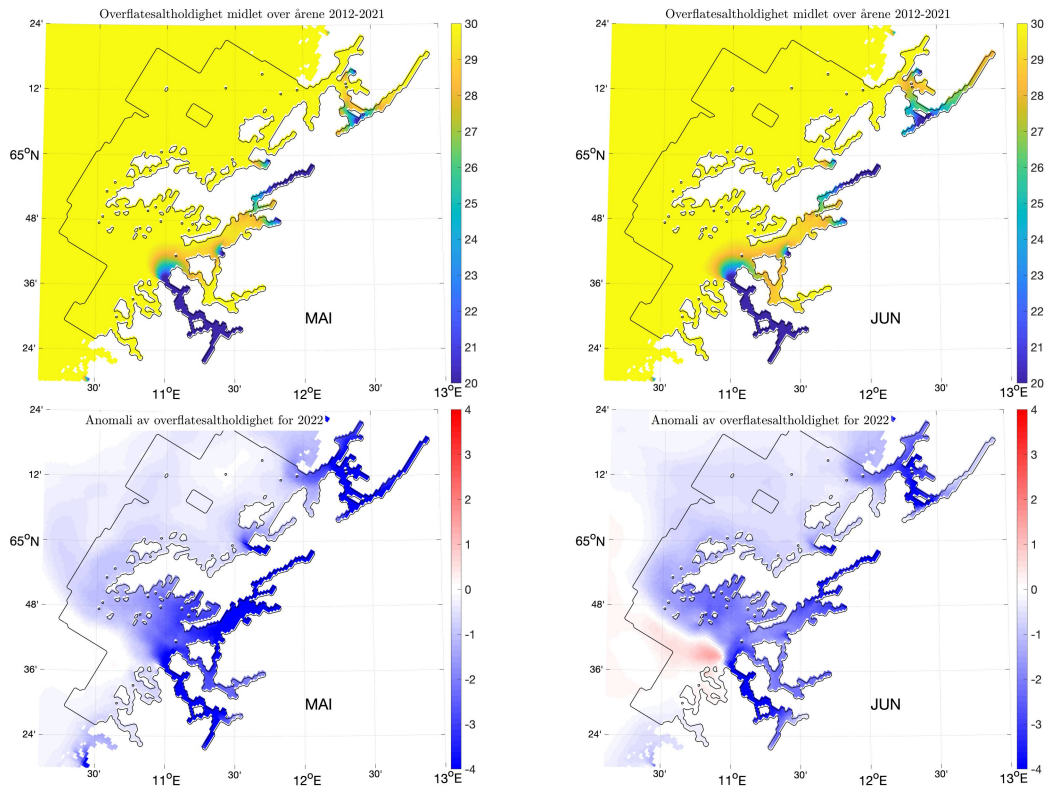




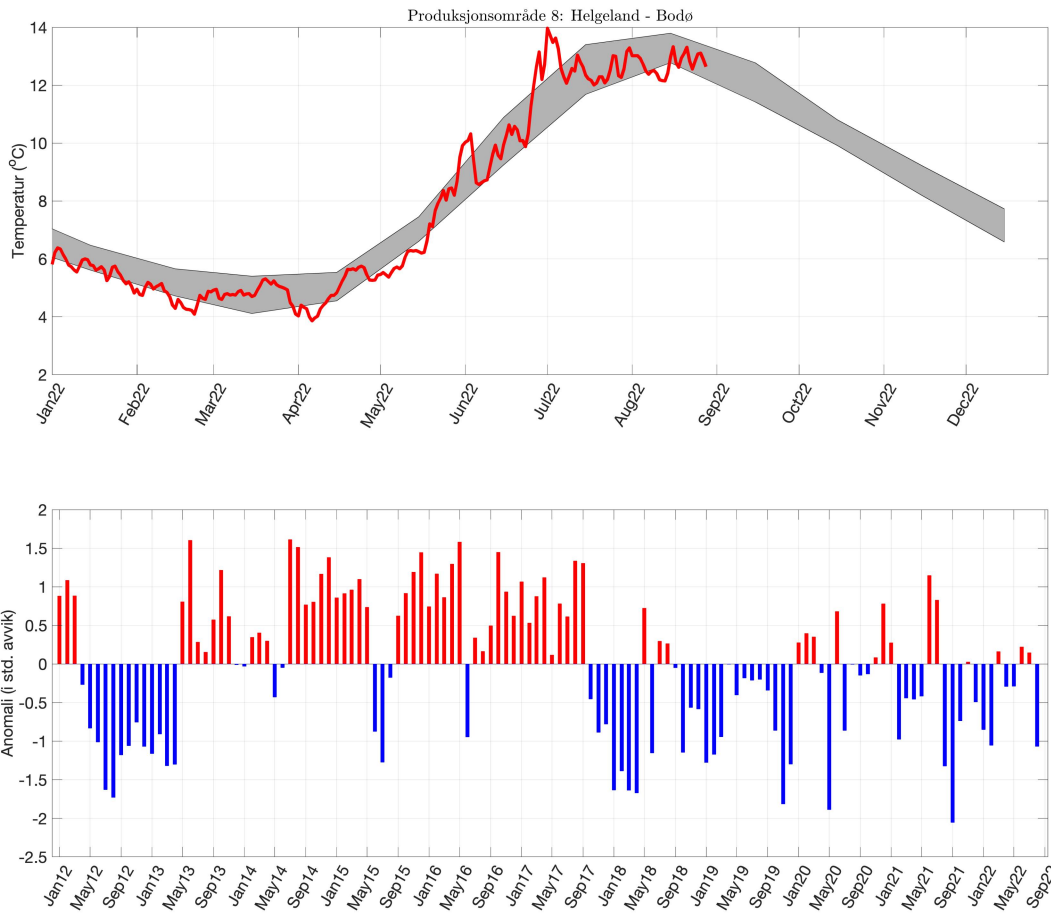
Produksjonsområde 7: Nord-Trøndelag - Bindal

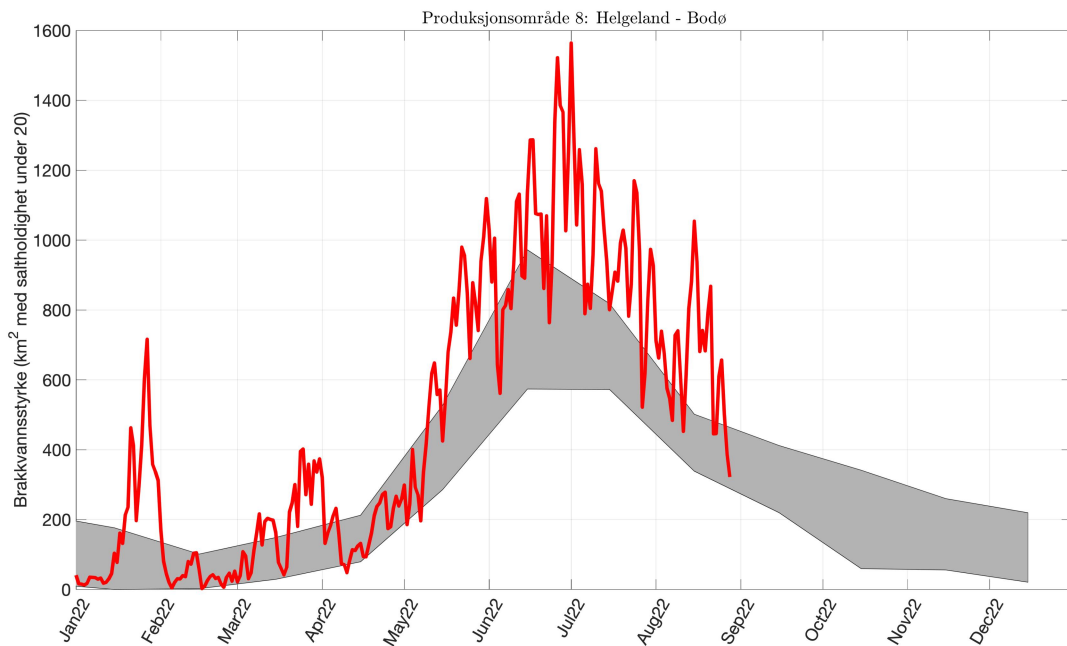
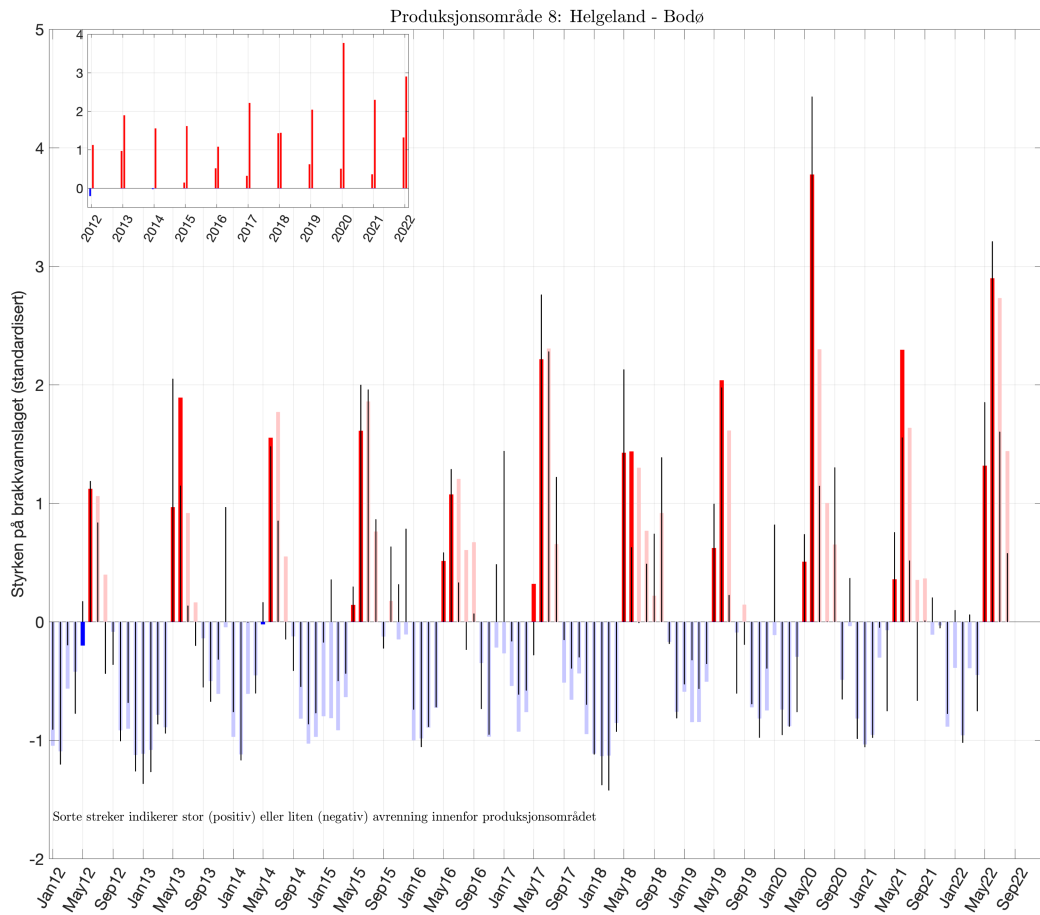


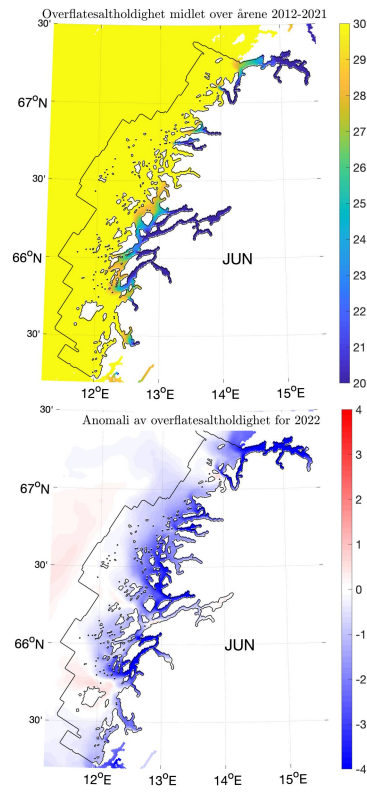
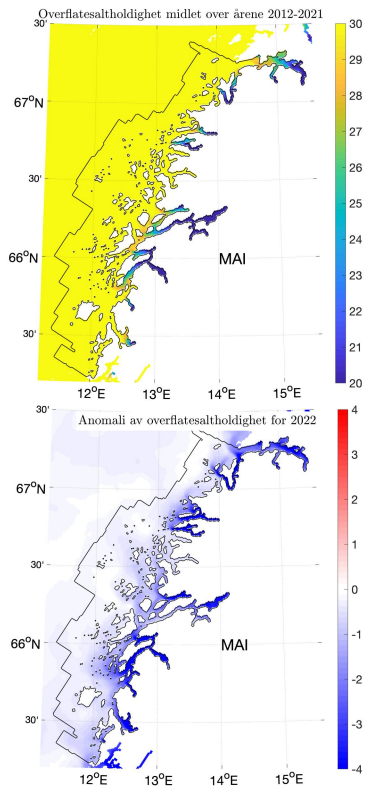




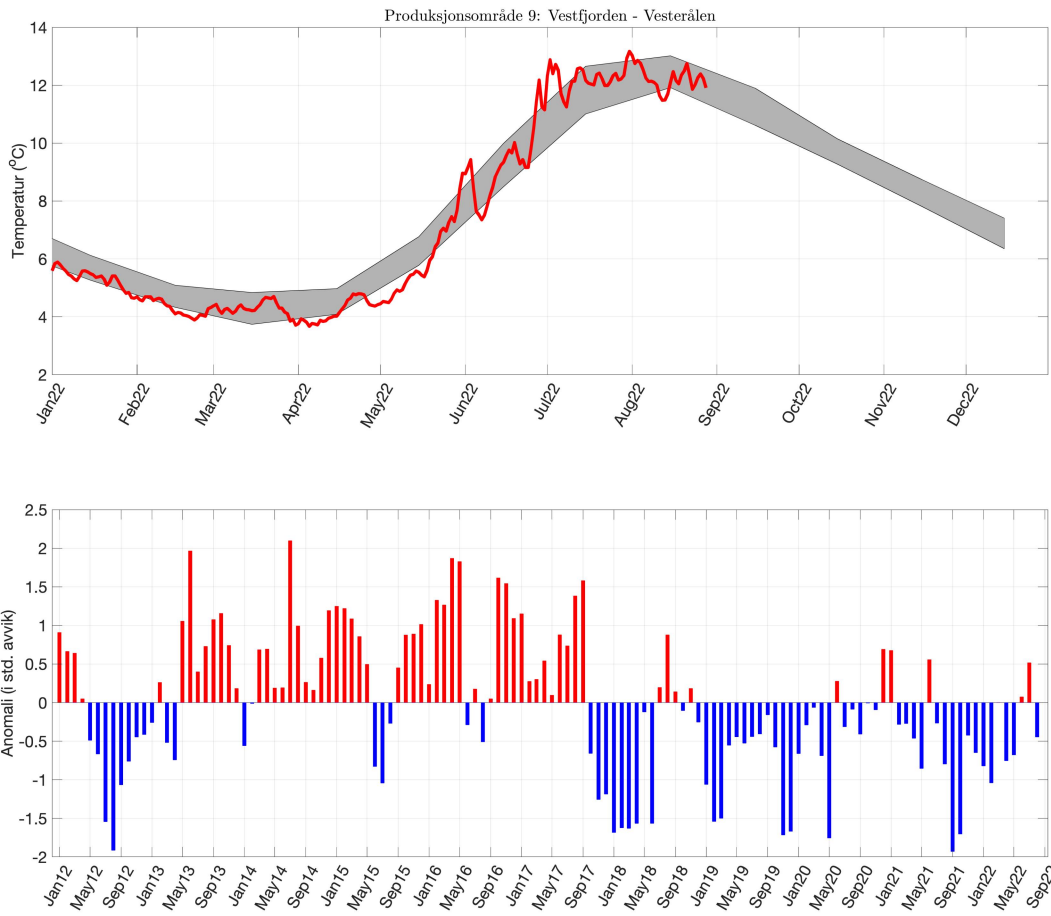
Produksjonsområde 8: Helgeland - Bodø

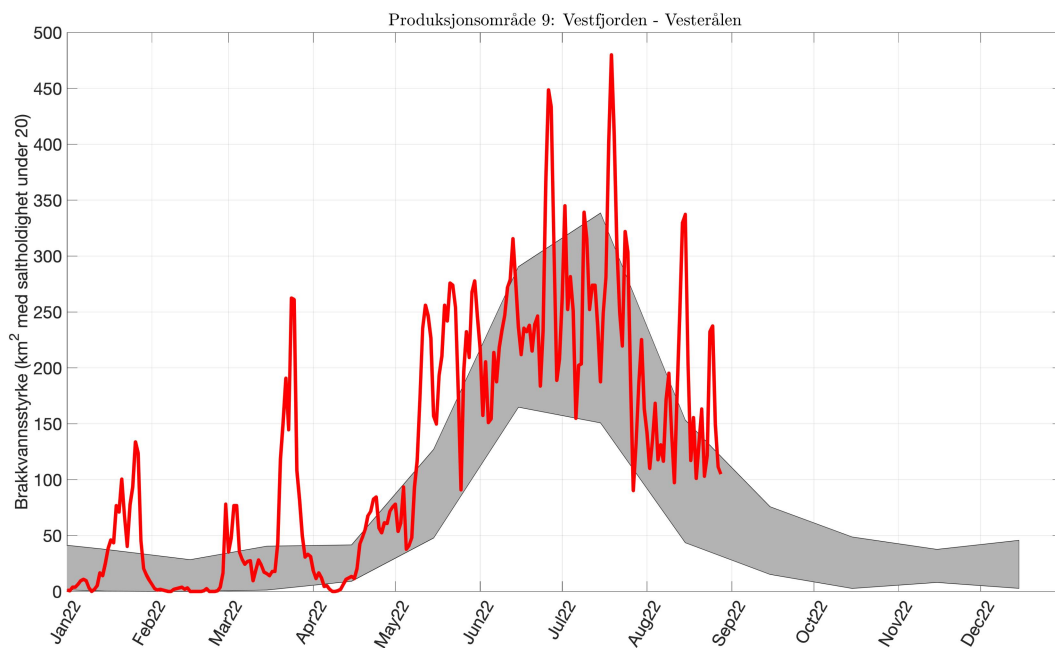
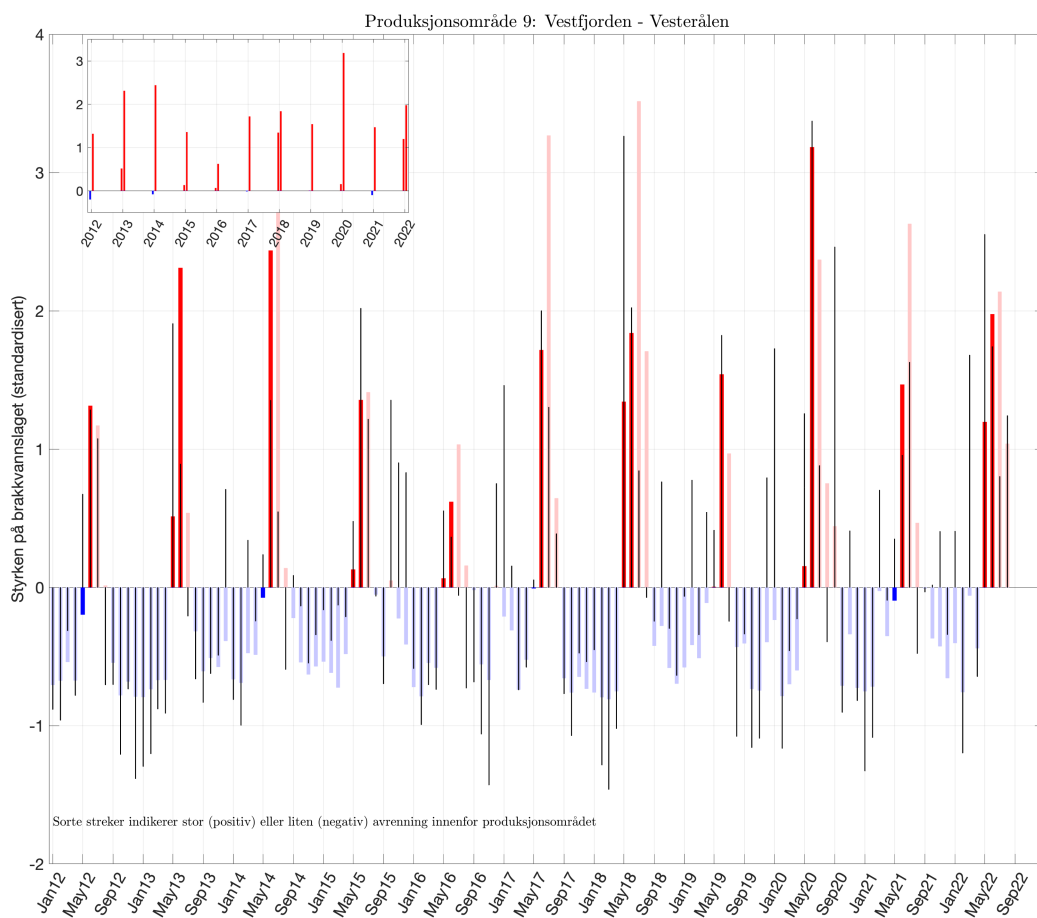


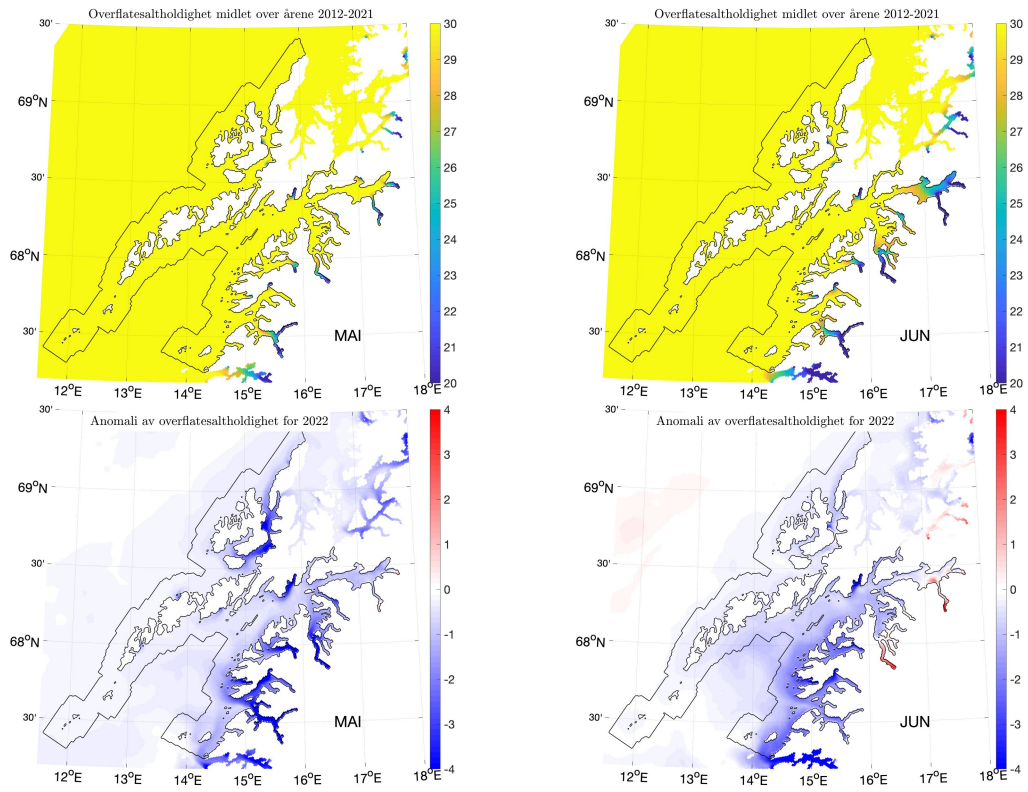




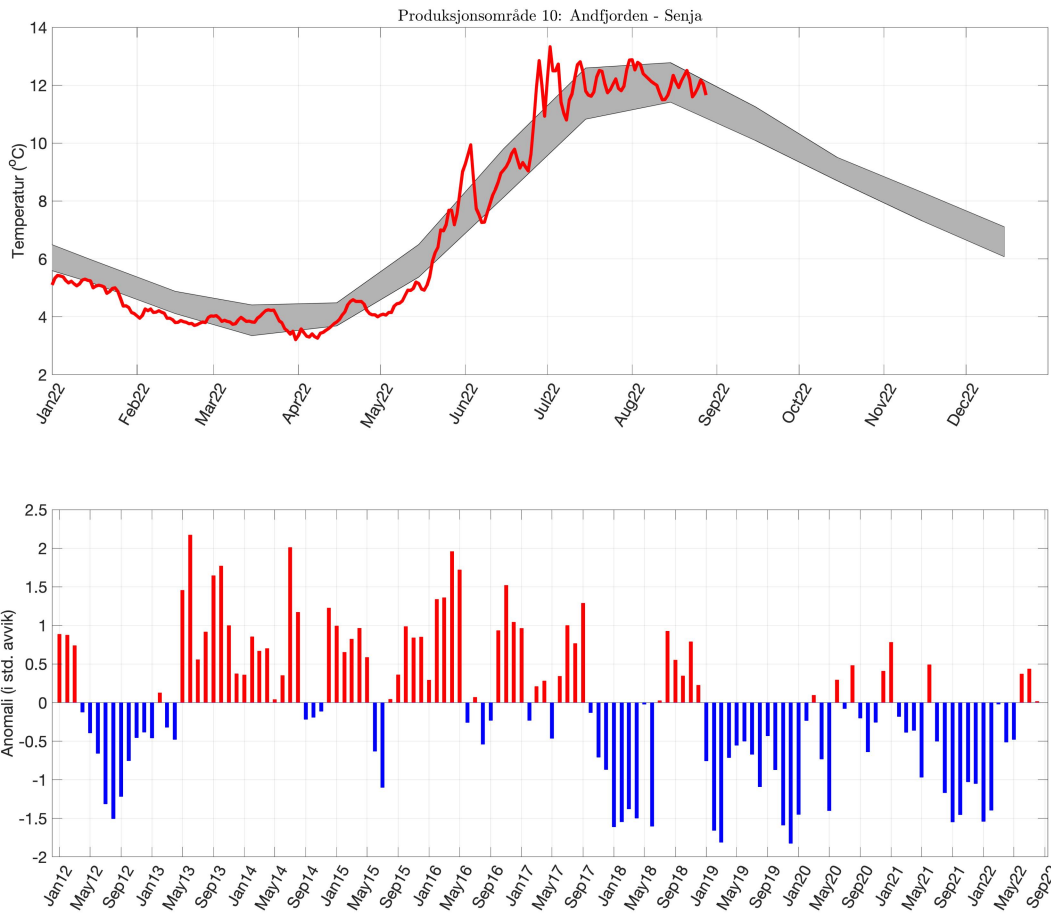
Produksjonsområde 9: Vestfjorden - Vesterålen

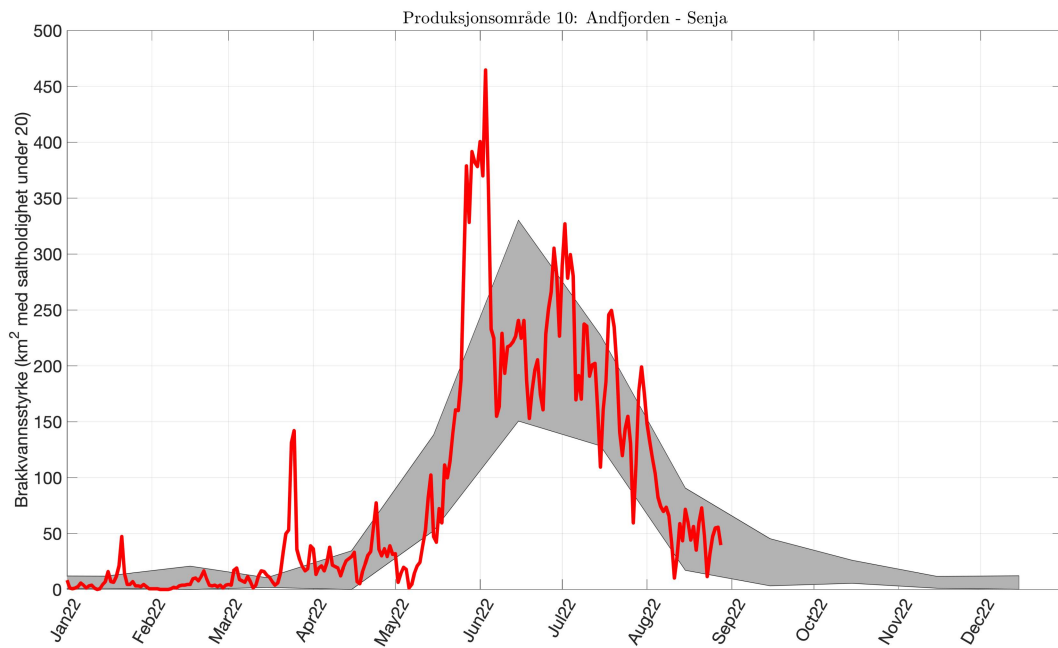
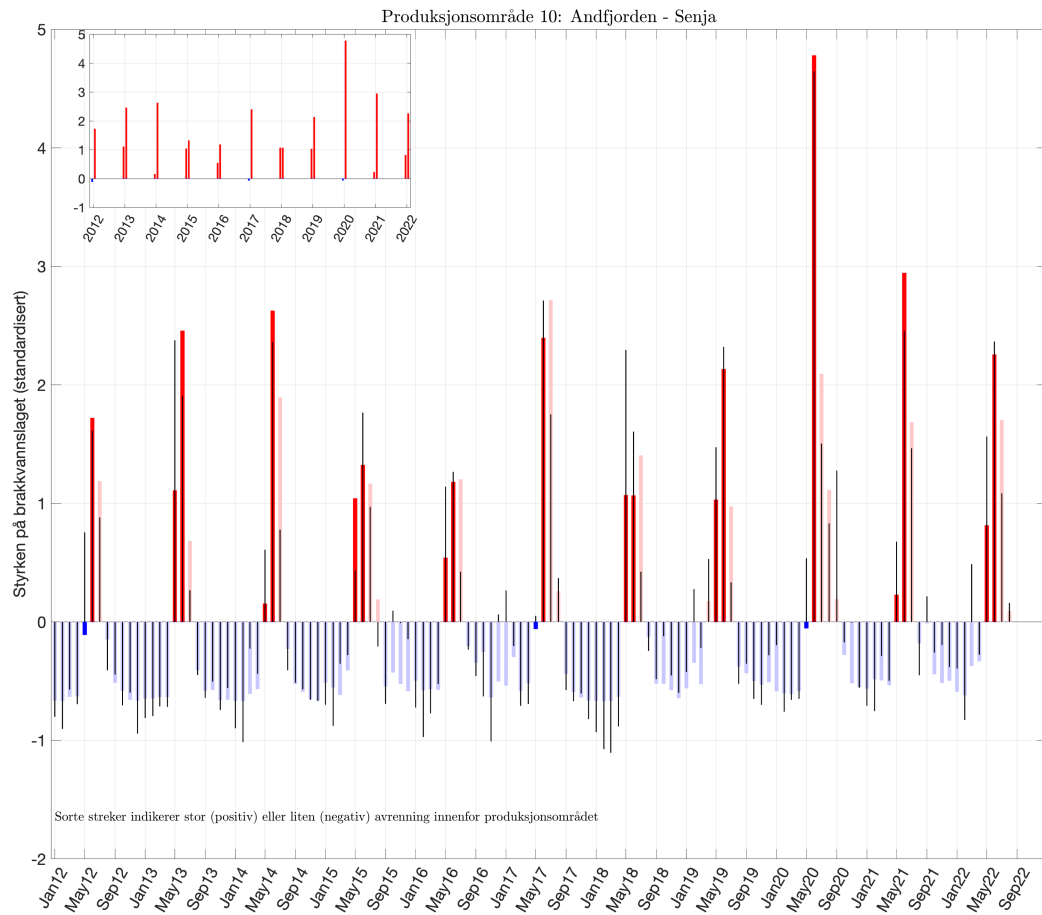


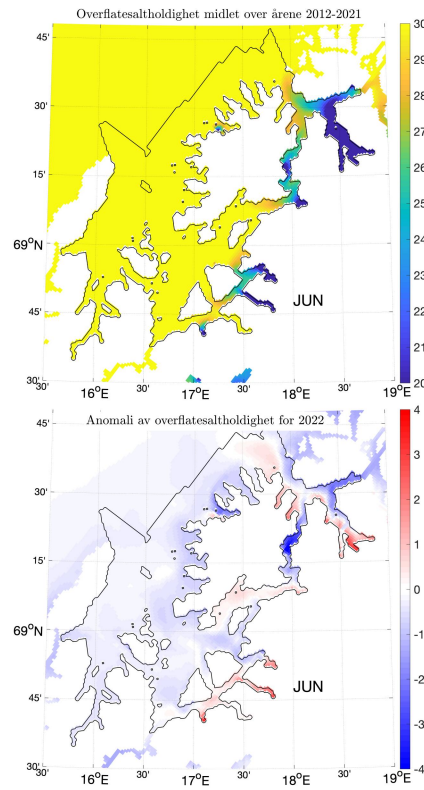
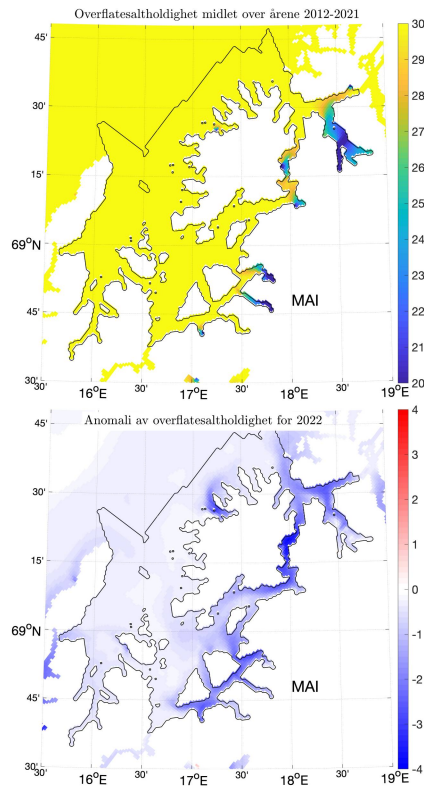




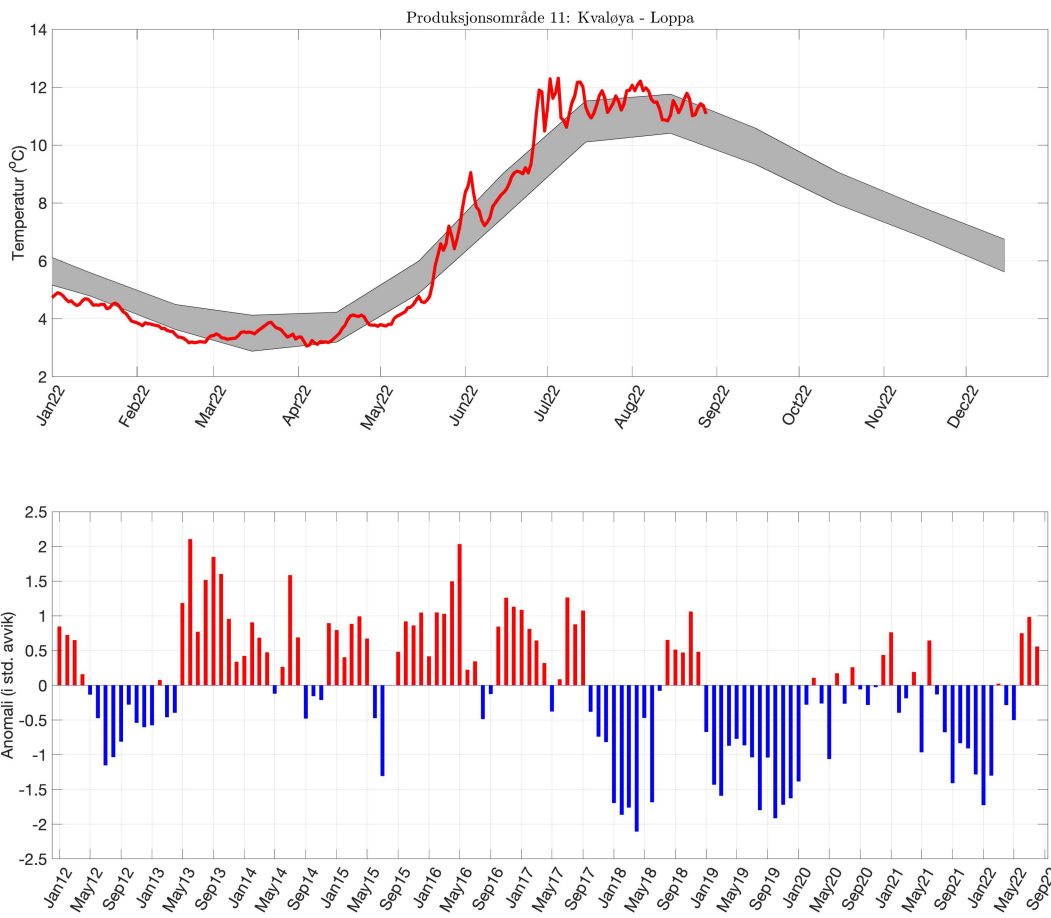
Produksjonsområde 10: Andfjorden - Senja

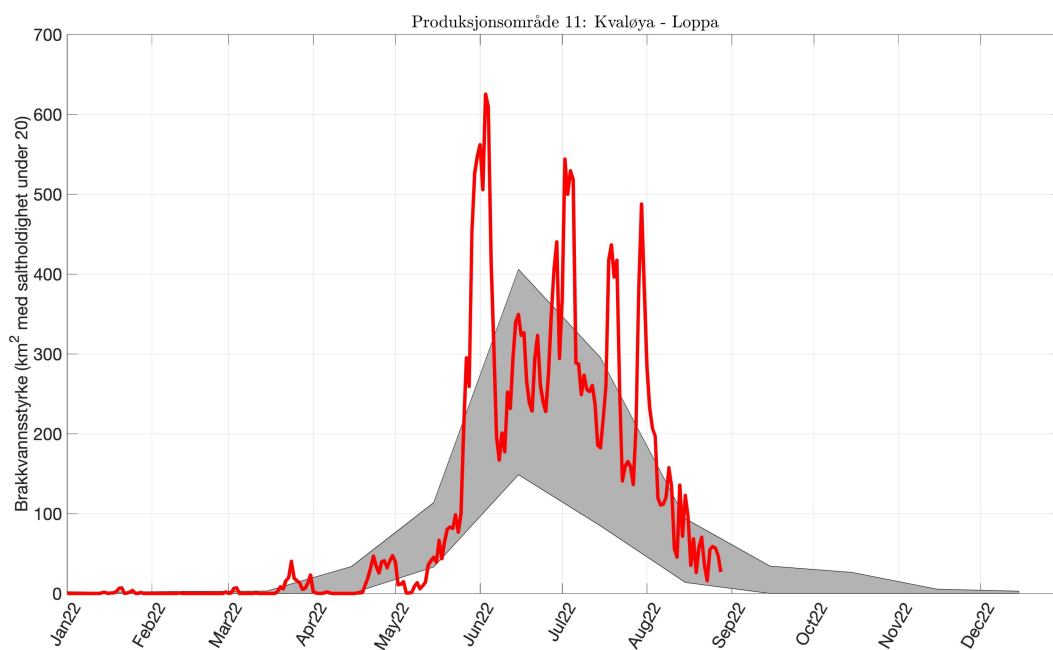
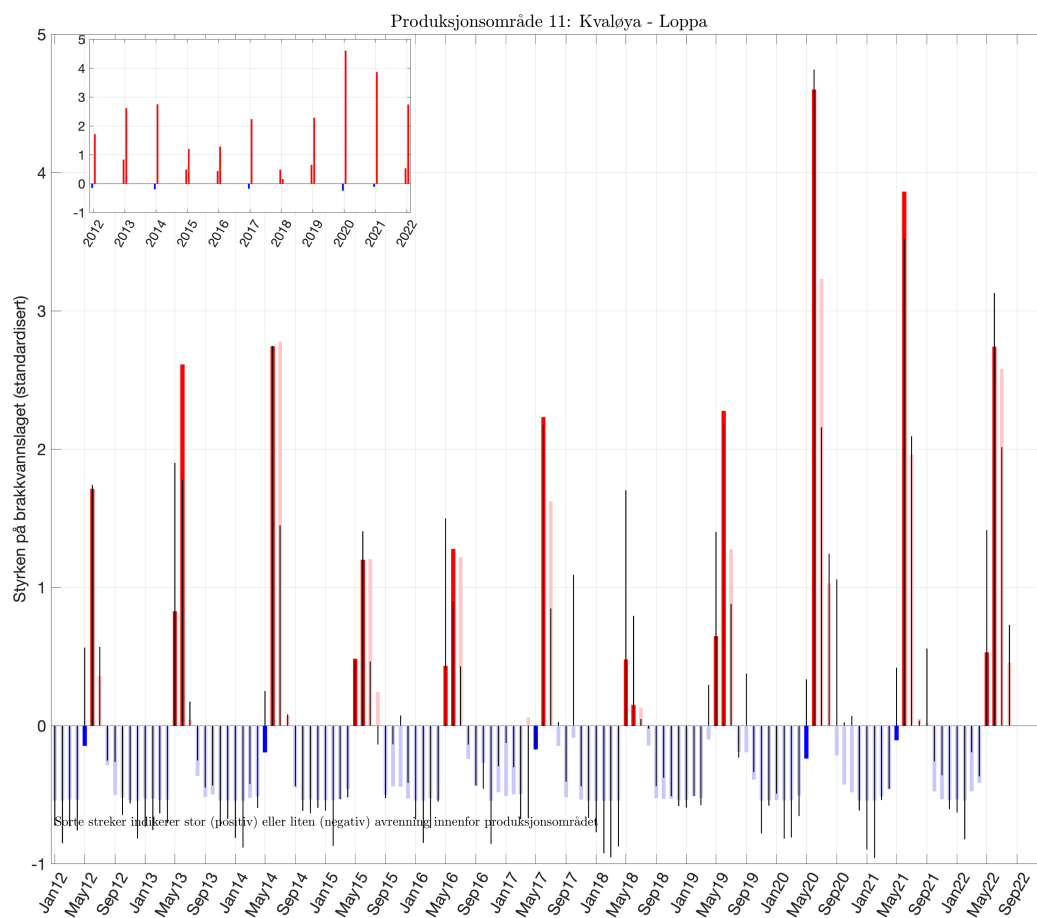


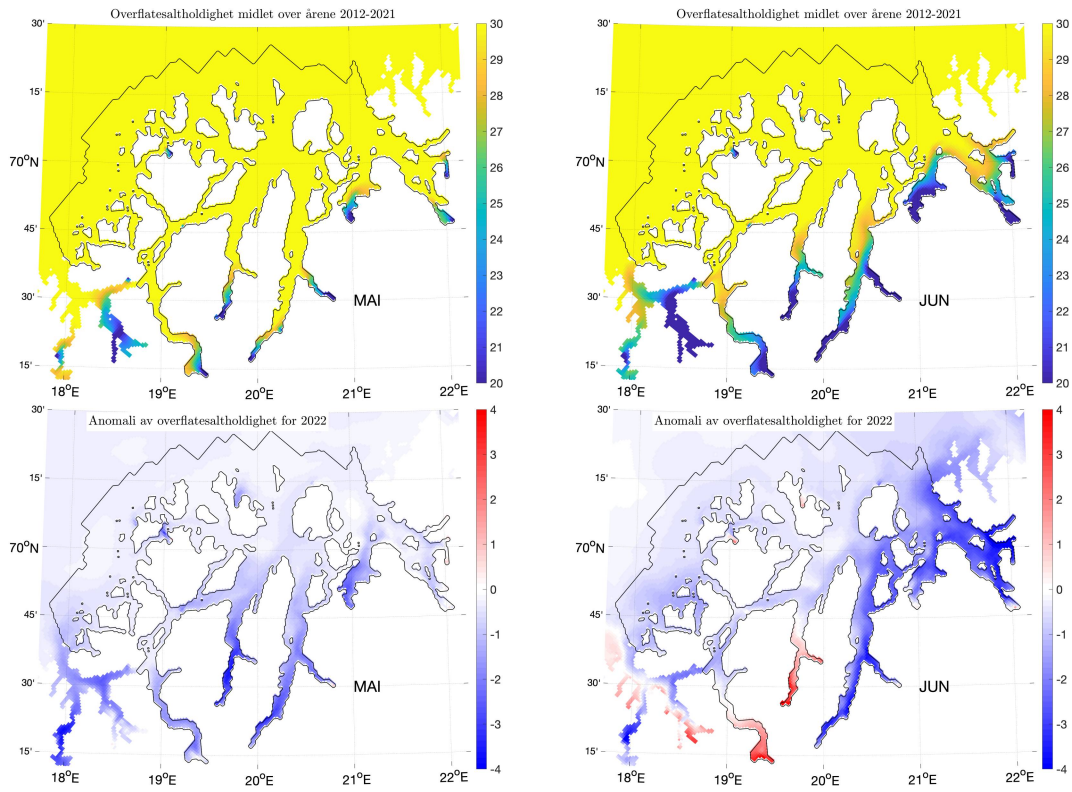




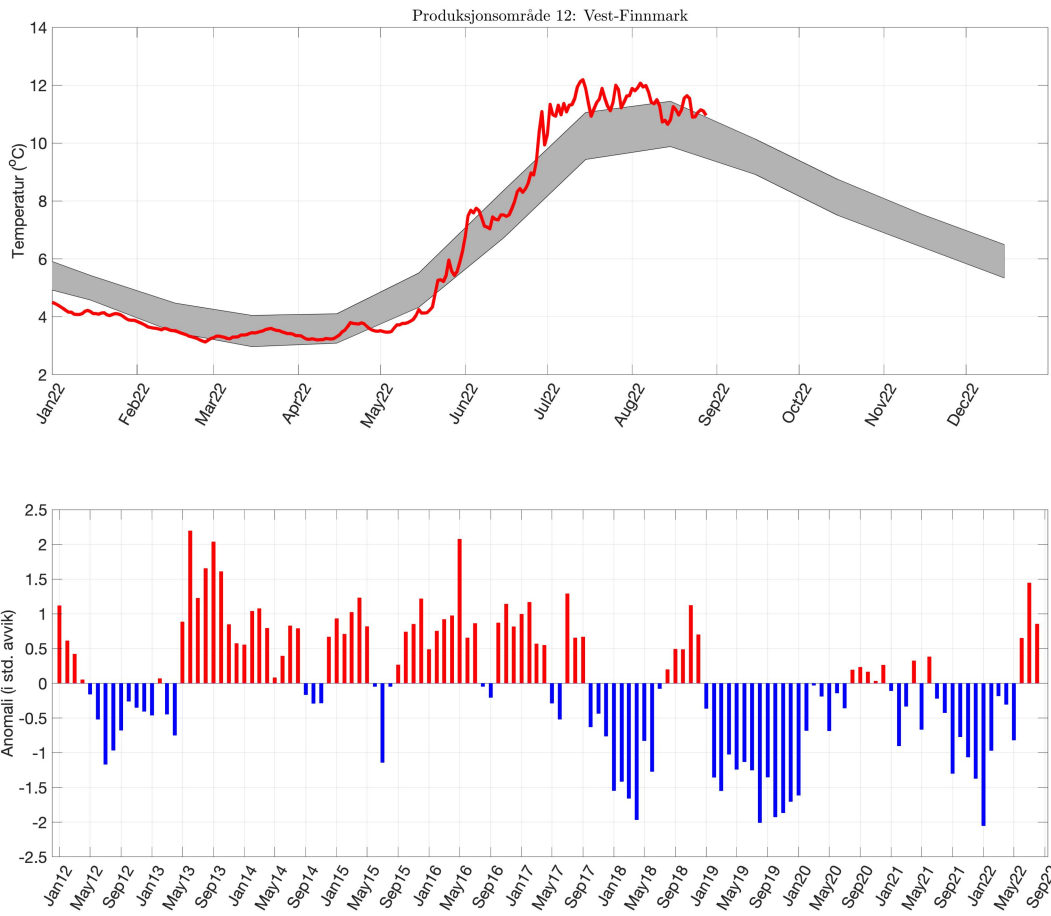
Produksjonsområde 11: Kvaløya - Loppa

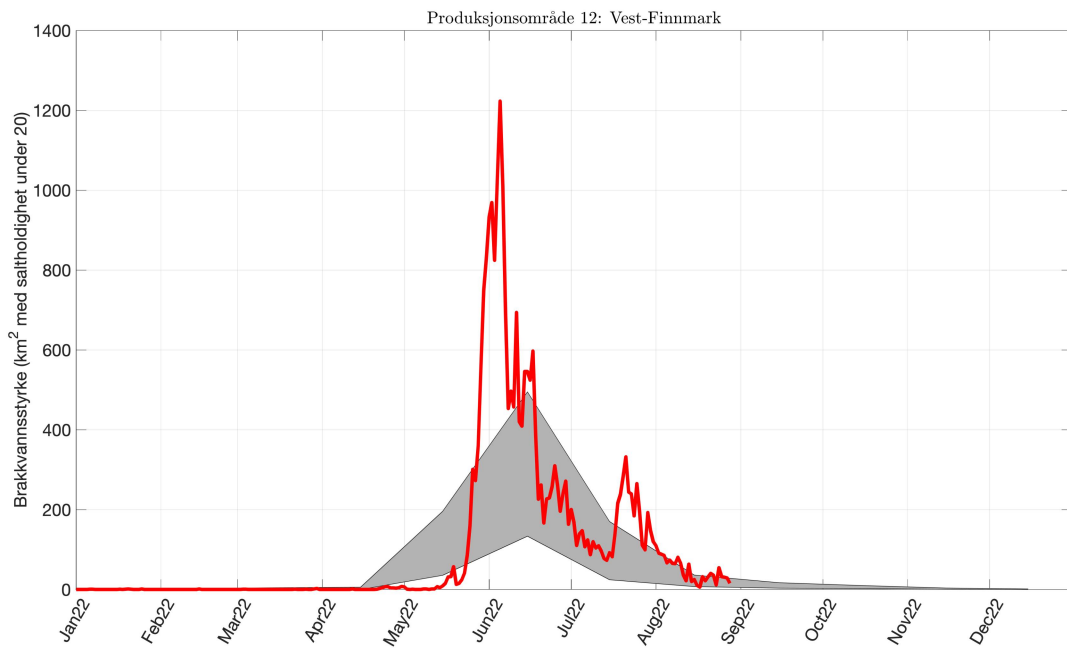
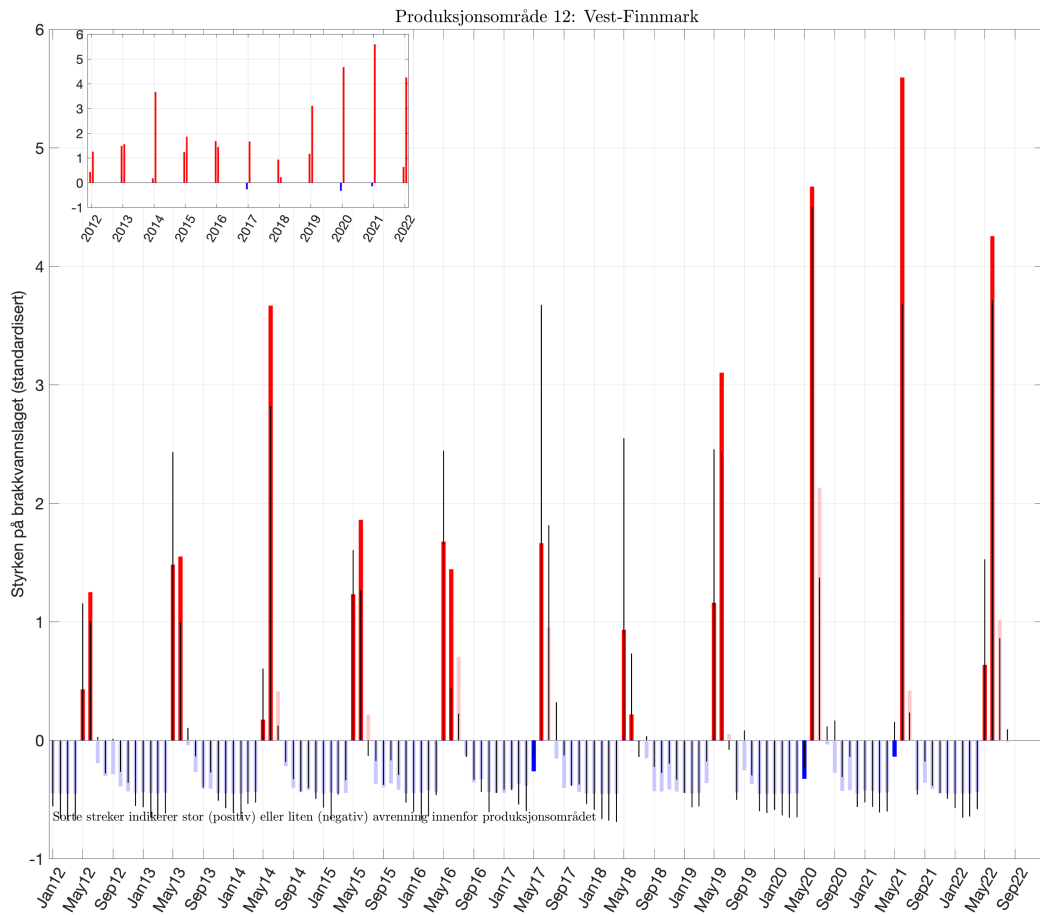


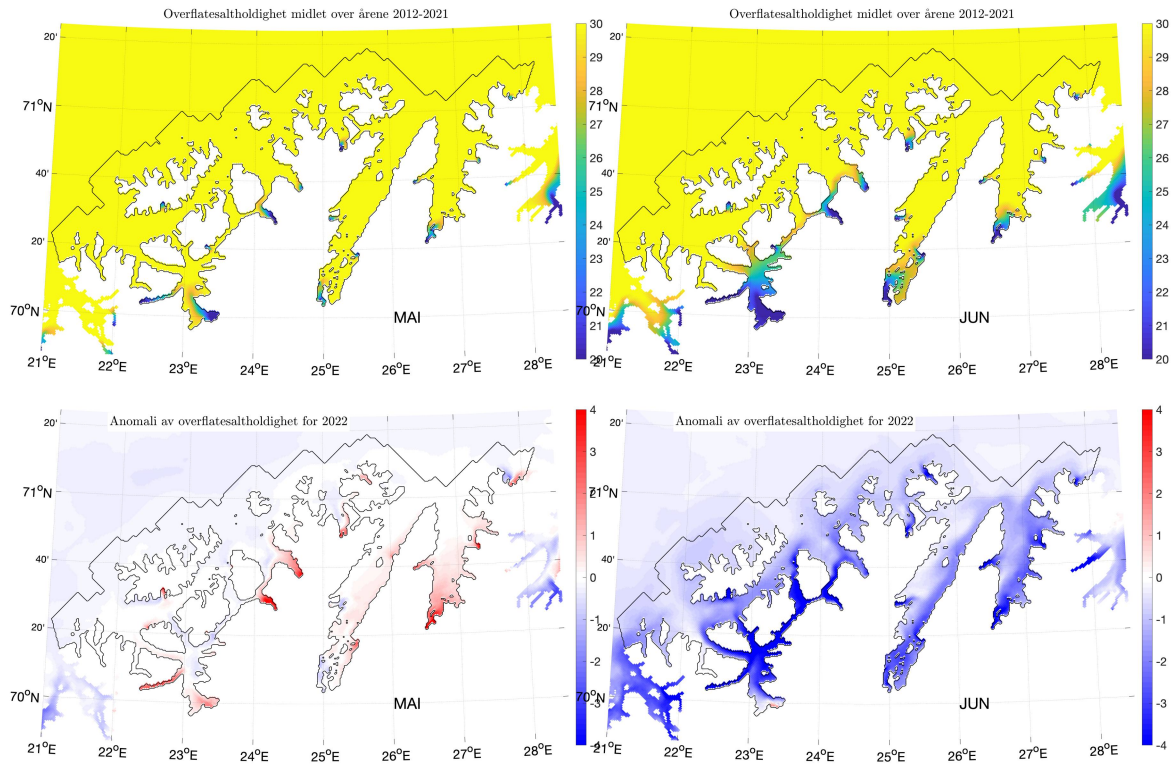




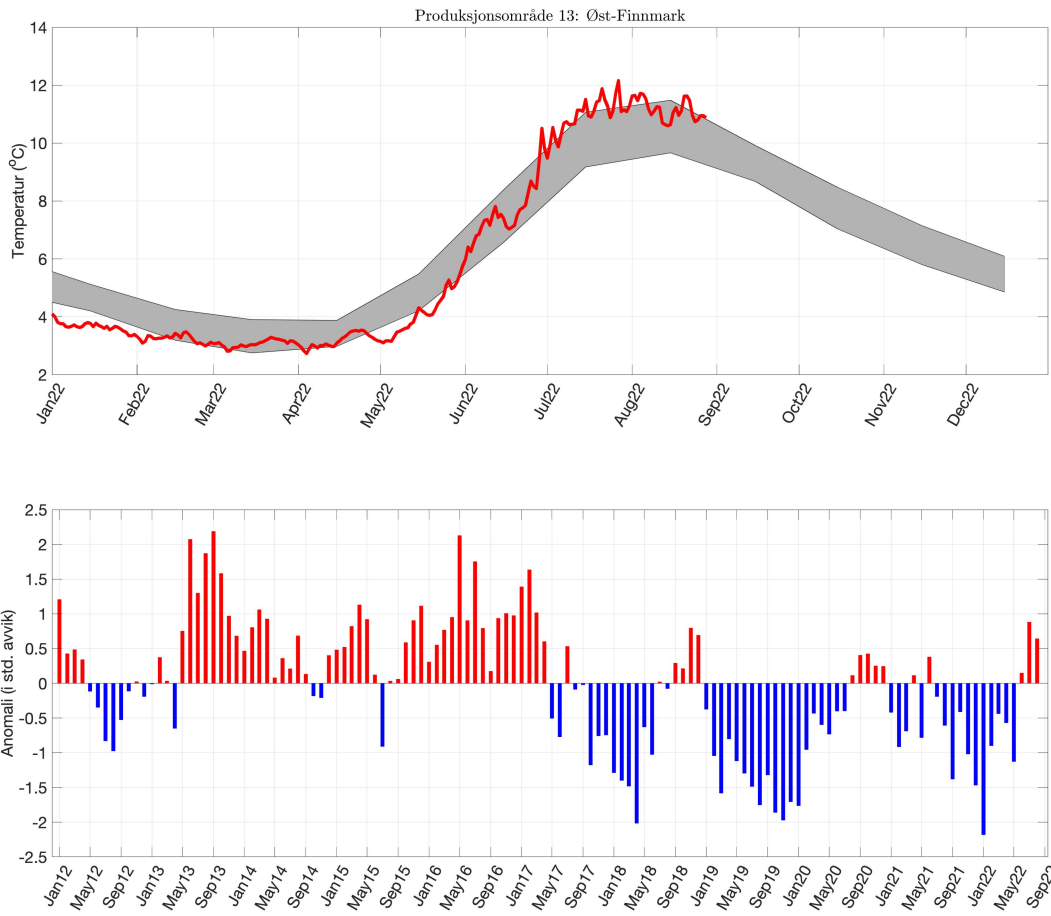
Produksjonsområde 12: Vest-Finmark

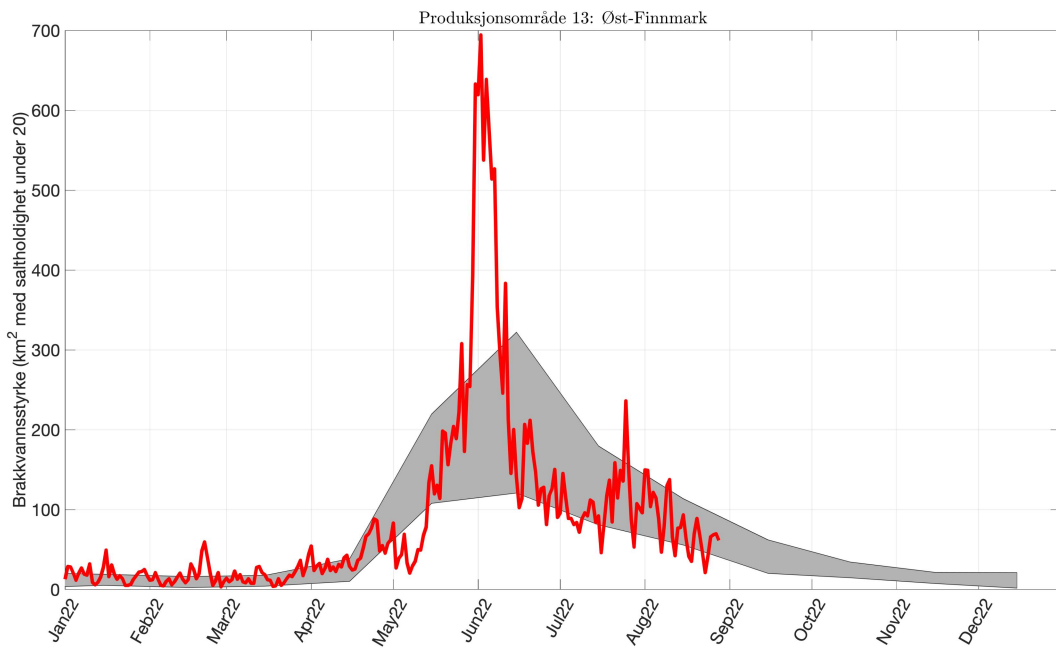
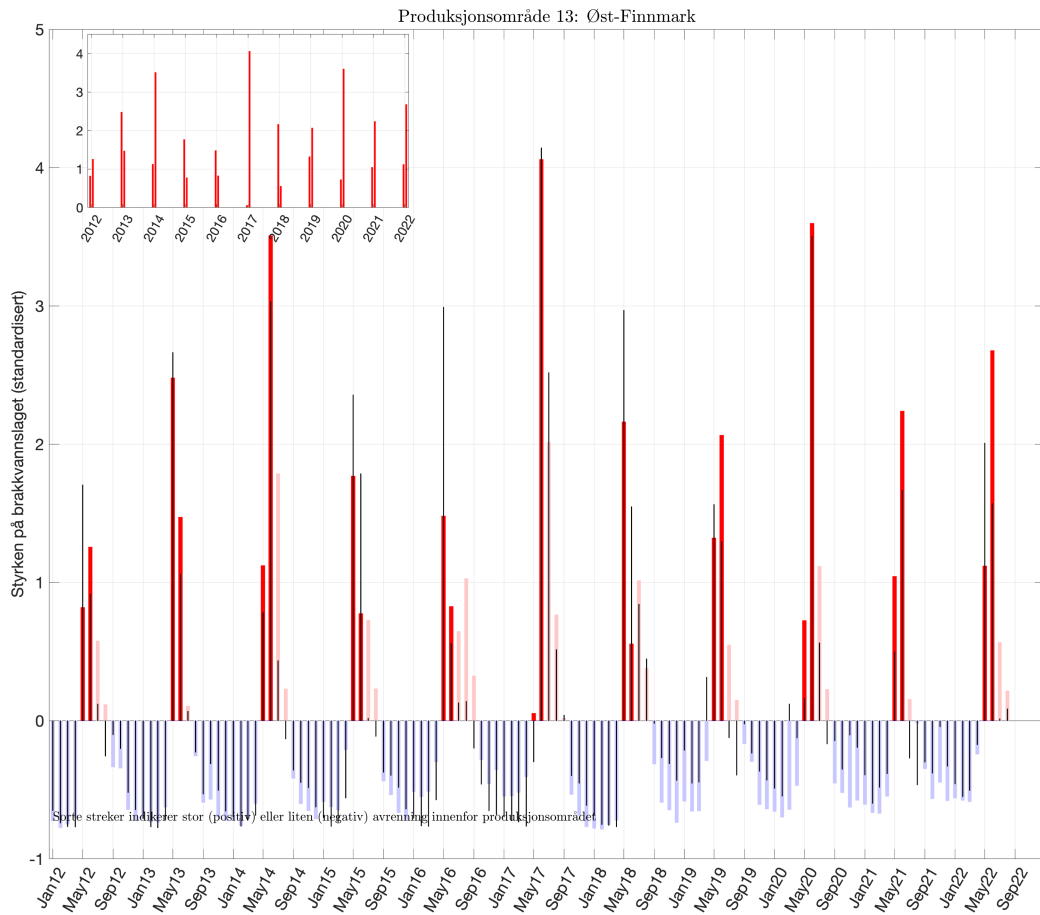


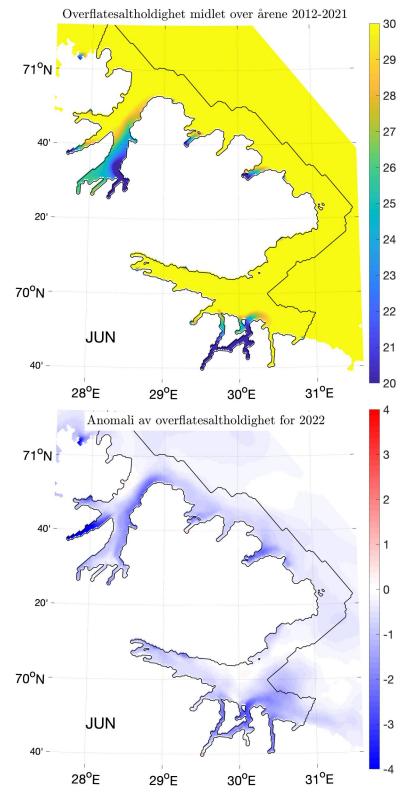
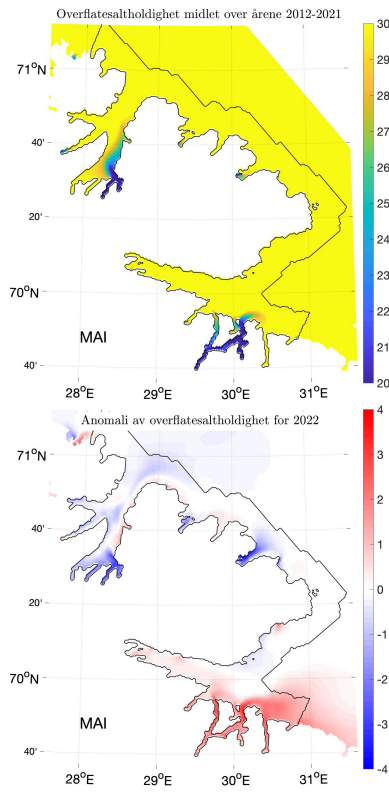




Produksjonsområde 13: Øst-Finmark







Appendiks B

Her vises supplerende figurer som illustrerer andelen tid som netto vannstrøm går innover i sentrale fjorder (Figur B1-B7), unntatt for Hardangerfjorden og Sognefjorden som er vist i Figur 6 og 7 i kapittel 2. Tidsserie av langsgående strømhastighet for de samme fjordene for perioden april-juni 2022 er vist i Figur B8-B14, mens tilsvarende for Hardangerfjorden og Sognefjorden er vist hhv. i Figur 8 og 9 i kapittel 2.



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) og juni (oransje) for årene 2012-2022. Andelen tid med utstrømning vil da være resten av tiden.



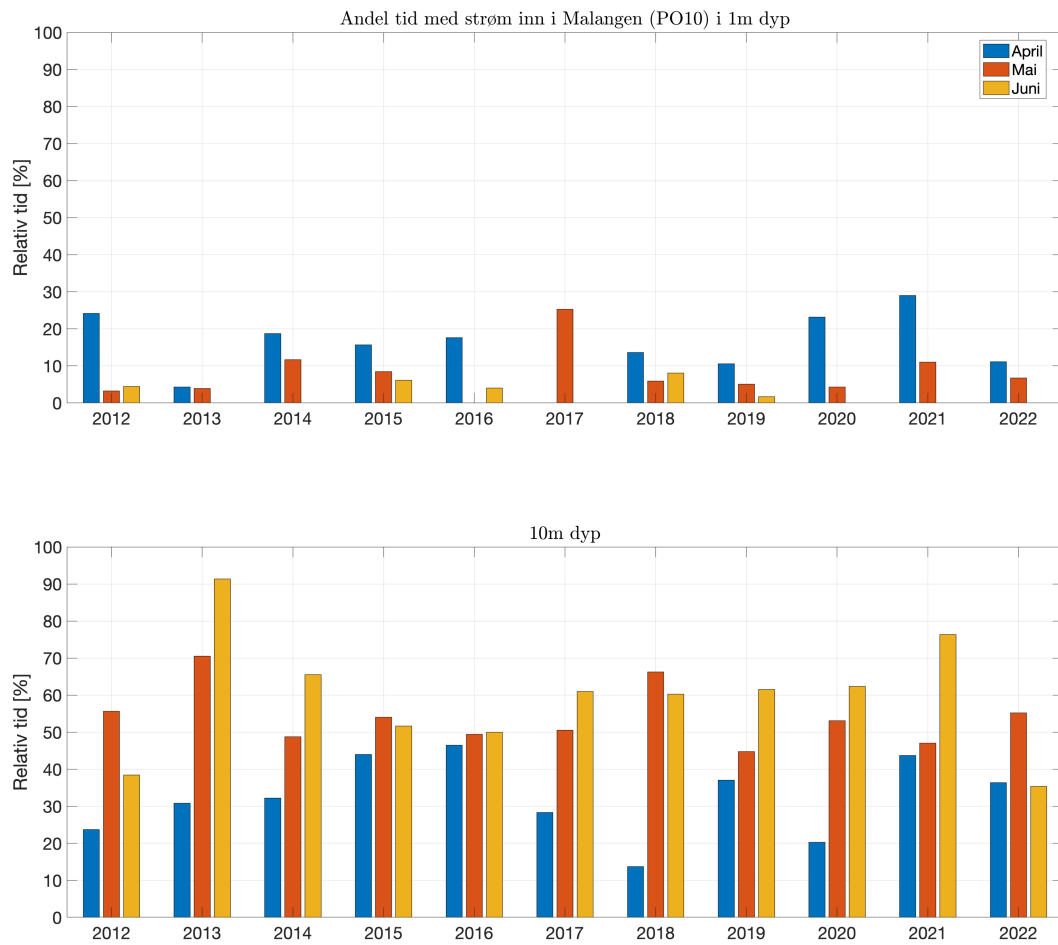
Figur B2. Søylediagram tilsvarende Figur B1 som viser andelen tid (i %) som netto vannstrøm går inn utenfor Isefjorden i Nordfjord i PO4.



Figur B3. Søylediagram tilsvarende Figur B1 som viser andelen tid (i %) som netto vannstrøm går inn utenfor Sekken i Romsdalsfjorden i PO5.



Figur B4. Søylediagram tilsvarende Figur B1 som viser andelen tid (i %) som netto vannstrøm går inn ved Otterøya i Namsenfjorden i PO7.



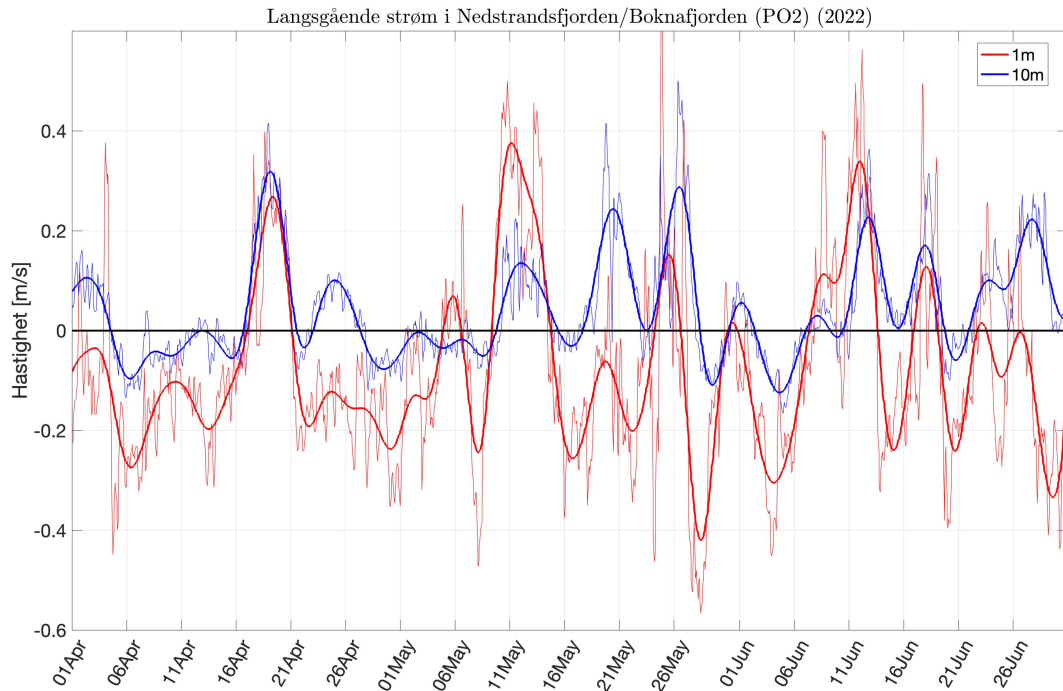
Figur B5. Søylediagram tilsvarende Figur B1 som viser andelen tid (i %) som netto vannstrøm går inn i Malangen i PO10.



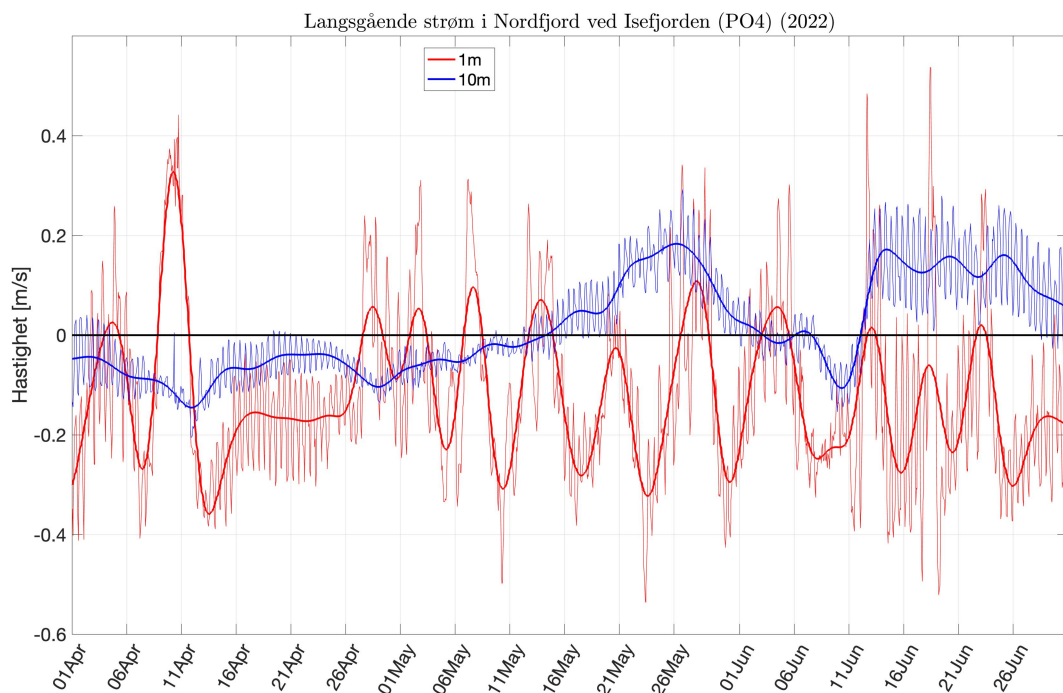
Figur B6. Søylediagram tilsvarende Figur B1 som viser andelen tid (i %) som netto vannstrøm går inn i Kvæningen i PO11.



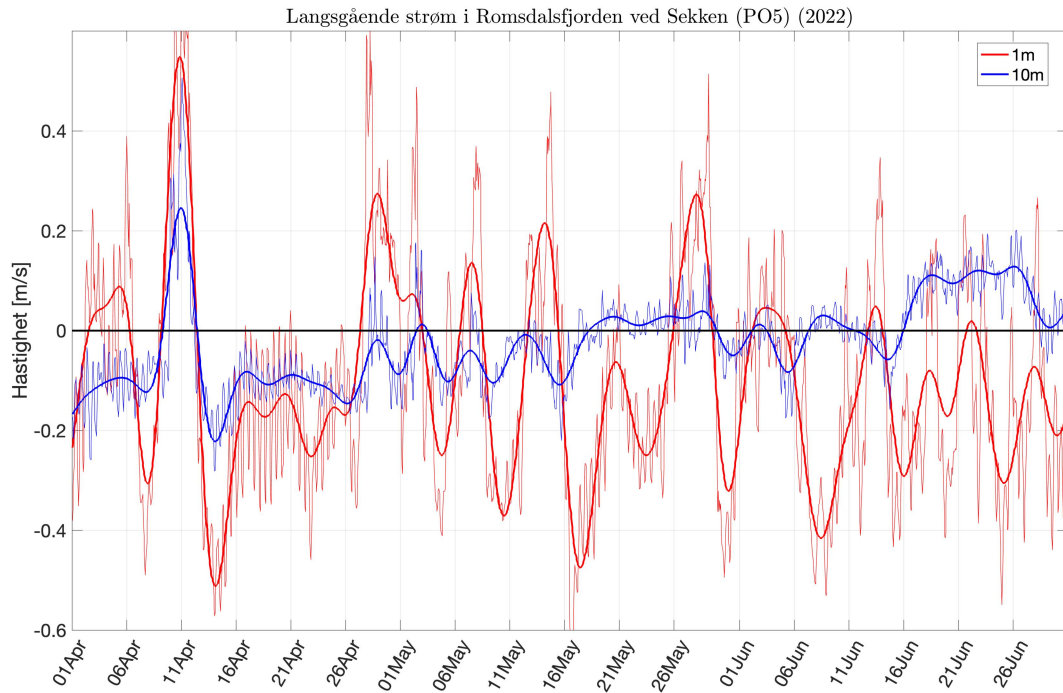
Figur B7. Søylediagram tilsvarende Figur B1 som viser andelen tid (i %) som netto vannstrøm går inn i Altafjorden i PO12.



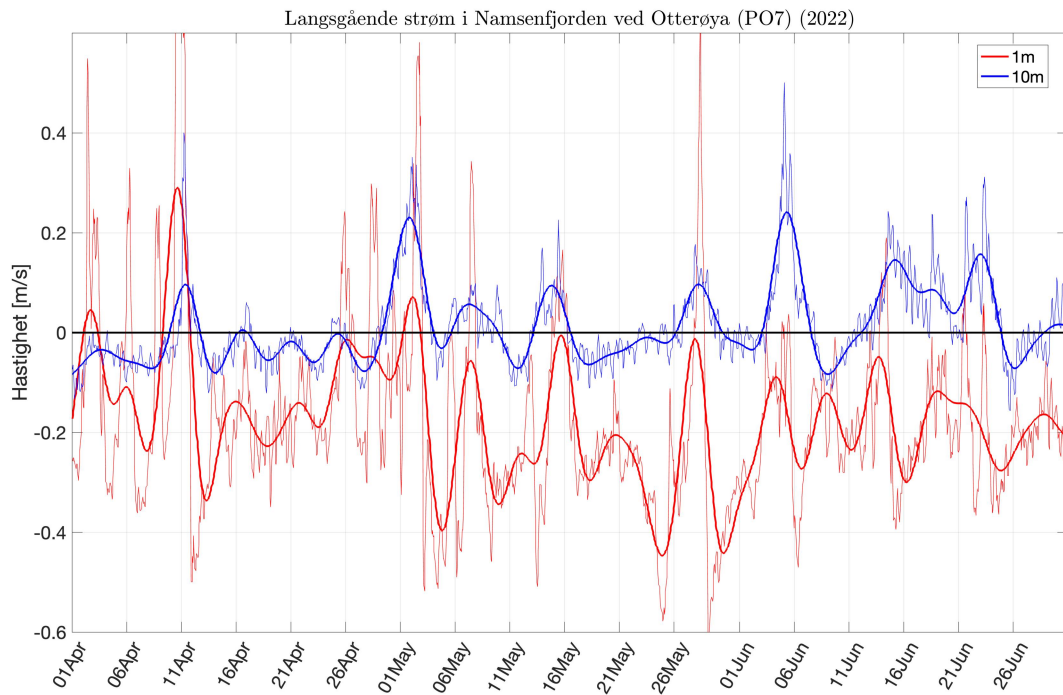
Figur B8. Tidsserier av langsgående strøm i 1 (rød) og 10m (blå) dyp ved lokaliteten i Nedstrandfjorden/Boknafjorden (PO2) (se kartet i Figur 5) for perioden april-juni 2022 fra NorKyst800. Tynn linje er timesverdier, mens tykk linje er 4-dagers lavpassfiltrede tidsserie.



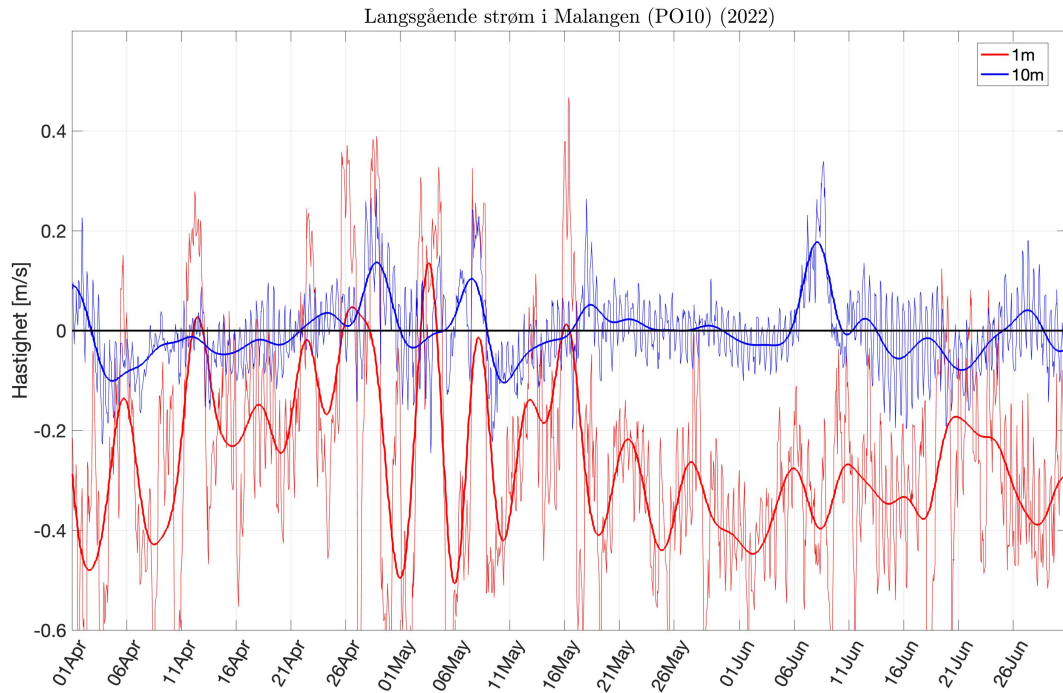
Figur B9. Samme som Figur B8, men her fra Nordfjord (PO4).



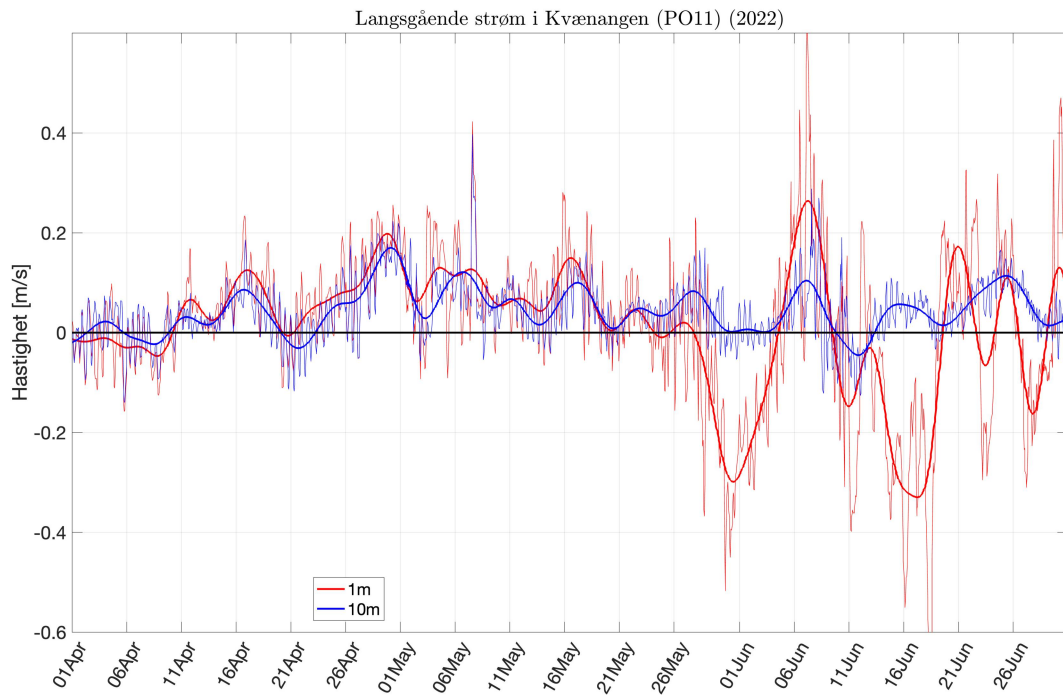
Figur B10. Samme som Figur B8, men her fra Romsdalsfjorden (PO5).



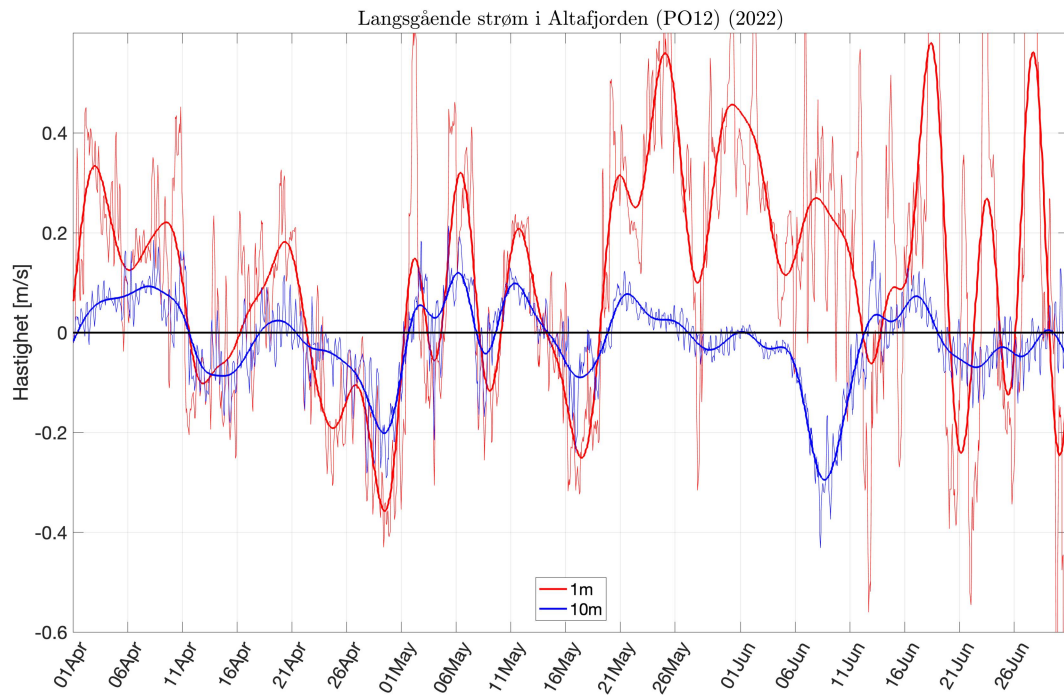
Figur B11. Samme som Figur B8, men her fra Namsenfjorden (PO7).



Figur B12. Samme som Figur B8, men her fra Malangen (PO10).



Figur B13. Samme som Figur B8, men her fra Kvænangen (PO11).



Figur B14. Samme som Figur B8, men her fra Altafjorden (PO12).



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Postboks 1870 Nordnes

5817 Bergen

Tlf: 55 23 85 00

E-post: post@hi.no

www.hi.no