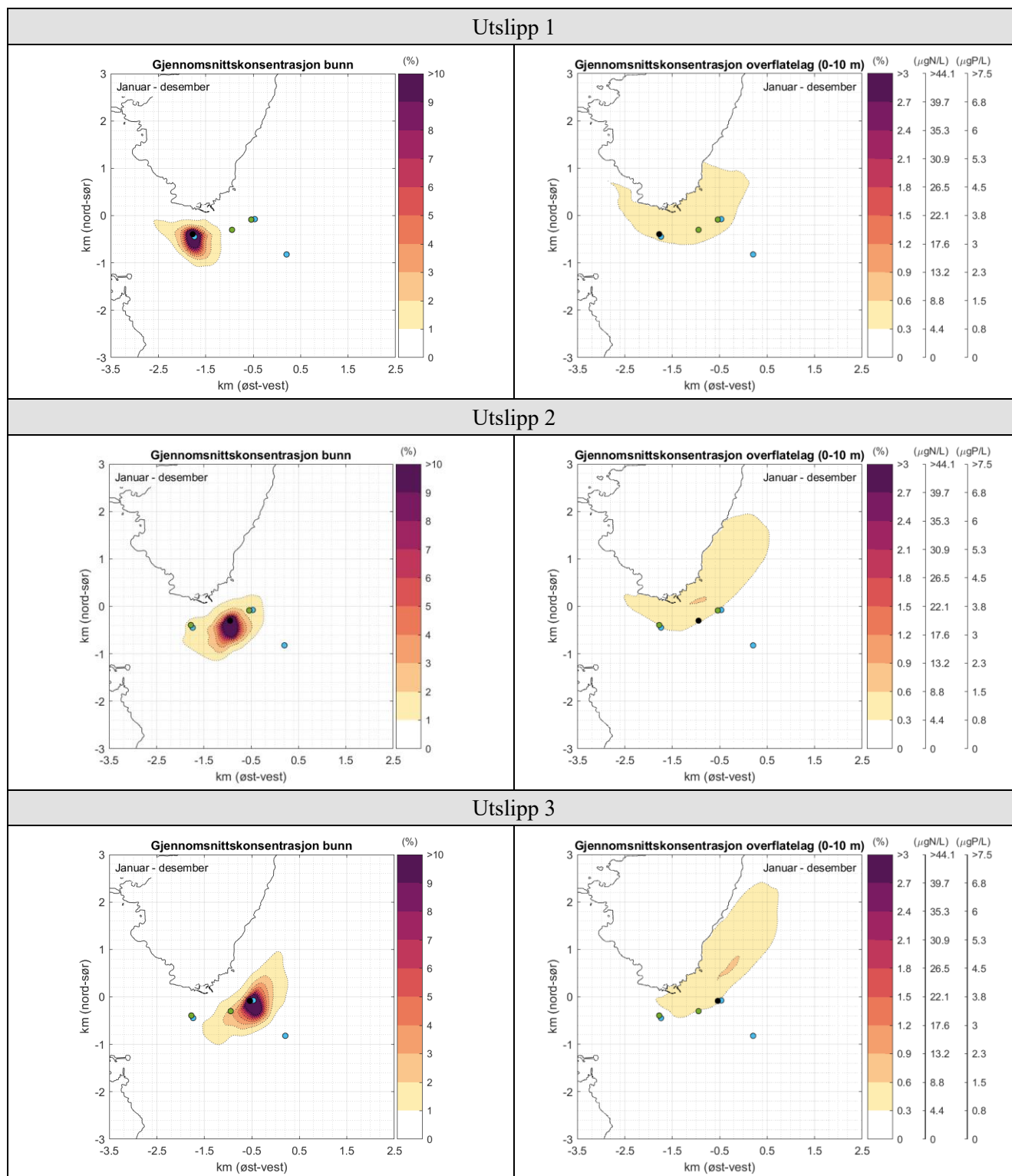


Modellert spredning av utslipp fra Myklebust

Kunde: Ocean Gem AS
Lokalitet: Myklebust

Rapport			
Rapportbeskrivelse og navn		Modellert spredning av utslipp fra Myklebust. SM-OG-Myklebust-110219126-6001-01-004.pdf	
Rapportversjon	Dato	Beskrivelse	
001	06.07.23	Første utgivelse. Utslipp basert på første byggetrinn. Rapportnavn: SM-OG-Myklebust-110206257-04-6001-01-001.	
002	22.09.23	Oppdatering av rapport med utslipp basert på full produksjon. Rapportnavn: SM-OG-Myklebust-110206257-04-6001-01-002.	
003	13.12.23	Oppdatering av rapport med nye utslipp og inntaksposisjoner. Rapportnavn: SM-OG-Myklebust-110206257-04-6001-01-003.pdf.	
004	05.11.25	Oppdatering av rapport med ny rensegrad. Rapportnavn: SM-OG-Myklebust-110206257-04-6001-01-004.pdf.	
Rapportdistribusjon		Innhold fra denne rapporten kan brukes så lenge rapporten oppgis som kilde, og at alt benyttet materiale blir kreditert Åkerblå AS.	
Lokalitet			
Lokalitetsnavn	Myklebust	Lokalitetsnummer	Ny
Kommune	Ålesund	Fylke	Møre og Romsdal
Oppdragsgiver			
Kunde	Ocean Gem AS; Storhaugvegen 45, 6487 HARØY, NORGE		
Kontaktperson	Bård Sindre Skarshaug	baard@skarshauginvest.no	
Oppdragsansvarlig			
Selskap	Åkerblå AS; Nordfrøyveien 413, 7260 SISTRANDA, NORGE Organisasjon nr. 916 763 816		
Rapportansvarlig 001 – 003 004	Mari Sandvik Aleksander Libæk	- Aleksander.Libak@dnv.com	
Kontrollert av 001 002 – 003 004	Lisbeth Håvik Inga Breisnes Utkilen Jie Liu	- - Jie.Liu3@dnv.com	

Sammendrag



- Spredning av utslippsvann fra de tre ulike utslippsposisjonene varierer med strømforholdene i krysspunktet mellom Harøyfjorden og Fjørtoftfjorden.
- Bruken av Inntak 1 vil gi minst krysskontaminering ved Myklebust.
- Konsentrasjonene av utslippsvann ved oppdrettslokaliteten Rogne er $\leq 0.2\%$ i hele simuleringsperioden, mens konsentrasjonen ved Hellevika er $< 2\%$.
- Spredning av andelen utslippsvann fra Hellevika mot inntakene ved Myklebust er svært liten, og det er minst krysskontaminering ved Inntak 1.
- Utslipp av flytende næringssalt er ikke ventet å påvirke de naturlige bakgrunnsnivåene i fjorden.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag.....	3
1. Innledning.....	6
2. Områdebeskrivelse	7
3. Metode.....	9
3.1 Spredning og fortynning	9
3.2 Modellering av sekundærfortynning	9
3.3 Modelloppsett og inngangsdata.....	9
3.3.1 Bunndata og modellstørrelse.....	9
3.3.2 Inngangsdata	11
4. Resultat – utslipp fra Myklebust	13
4.1 Gjennomsnittlig påvirkning	13
4.2 Daglig spredning	15
4.3 Konsentrasjon av utslippsvann ved inntakspunkt	19
4.3.1 Inntak 1 (65 m dyp).....	19
4.3.2 Inntak 2 (25 m dyp).....	22
4.3.3 Inntak 3 (25 m dyp).....	26
4.3.4 Oppsummering inntak.....	29
4.4 Konsentrasjon av utslippsvann ved nærliggende lokaliteter	30
4.4.1 Oppdrettslokaliteten Rogne.....	30
4.4.2 Tareanlegget Sponvikfluna	32
4.4.3 Oppdrettslokaliteten Hellevika	34
4.5 Konsentrasjoner av næringssalt.....	36
5. Resultat – utslipp fra nærliggende lokalitet	42
5.1 Gjennomsnittlig påvirkning	42
5.2 Daglig spredning	43
5.3 Andel av utslippsvann ved inntakspunkt.....	44
6. Oppsummering.....	49
6.1 Utslipp fra Myklebust	49
6.2 Utslipp fra nærliggende lokalitet.....	49
7. Vedlegg – Utvidet varighetsanalyse.....	51
7.1 Inntak 1.....	51
7.2 Inntak 2.....	53

7.3	Inntak 3.....	54
8.	Vedlegg – Resultater fra strømmodellering	55
8.1	Strømresultater	55
8.2	Simulert strøm i området rundt lokaliteten	57
8.3	Modellert strøm sammenlignet med målinger	59
9.	Vedlegg - Havnivå	61
10.	Vedlegg - Usikkerhetsvurdering	63
10.1	Inngangsdata for strømmodell.....	63
10.2	Strømmodell.....	63
11.	Referanser.....	64

1. Innledning

Åkerblå AS har på oppdrag fra Ocean Gem utført modellering av fortynning og spredning av utslippsvann ved det planlagte landbaserte oppdrettsanlegget ved Myklebust i Ålesund kommune.

I versjon 1 av rapporten ble tall på utslippet basert på verdier fra første byggetrinn. Det simulerte utslippet var da på 3.33 m³/s. Her ble det testet tre mulige utslippsposisjoner og tre mulige inntakspunkt for å beregne spredning og fortynning av utslippsvann, og bestemme graden av krysskontaminering. Utslippsvannets konsentrasjoner ved nærliggende lokaliteter Rogne (oppdrett) og Sponvikfluna (tare) ble også kvantifisert og analysert. Disse resultatene er presentert i versjon 1 av rapporten.

I versjon 2 av rapporten er utslippet basert på full produksjon ved det planlagte landbaserte oppdrettsanlegget. Posisjonene for utslipp og inntak er endret for å minske krysskontamineringen mellom utslipp og inntak, og det er kun brukt to utslipps- og inntaksposisjoner. Det er også inkludert analyser av krysskontaminering mellom Myklebust og nærliggende lokaliteter Rogne, Sponvikfluna og den planlagte lokaliteten Hellevika (torsk). Det ble også utført en varighetsanalyse av temperaturen ved den dypeste inntaksposisjonen ved Myklebust for posisjonene i versjon 2. Disse resultatene er presentert i versjon 2 av rapporten.

I versjon 3 av rapporten er det testet med tre nye posisjoner for inntak og utslipp. Det er også inkludert analyser av krysskontaminering mellom Myklebust og nærliggende lokaliteter Rogne, Sponvikfluna og den planlagte lokaliteten Hellevika (torsk).

I versjon 4 av rapporten er utslippsberegningen av nitrogen og fosfor utenført med ny rensegrad. I tidligere versjon av rapporten har rensegraden hvert på 15 % for nitrogen og 44 % for fosfor. Den nye rensegraden er satt til 11.0 % for nitrogen og 28.0 % for fosfor.

Formålet med rapporten er å beregne spredning og fortynning av utslippsvann ved full produksjon fra to mulige utslippsposisjoner, og vurdere vannkontakten mellom utslipp og inntak ved Myklebust. Det er simulert med et utslipp på 12.0 m³/s. Utslippsvannet vil ha en saltholdighet som er uendret fra inntak og dermed nær saltholdigheten i resipienten og det er vurdert at innlagringsdypet vil være på bunnen. Resultatene presenteres som konsentrasjoner og alder på utslippsvann ved de to ulike inntakspunktene og ved nærliggende lokaliteter. Det er også gjort en varighetsanalyse for de ulike posisjonene. Resultatene fra disse analysene kan bli brukt videre i en biosikkerhetsvurdering.

Det er også gjort en vurdering av vannkontakt fra det planlagte torsk oanlegget Hellevika, mot inntaksposisjonene ved Myklebust.

I modelleringen simuleres påvirkningen fra utslippet på vannforekomsten Harøyfjorden ved å estimere konsentrasjoner av tilført fosfor og nitrogen. Dette vurderes opp mot klassegrensene i Miljødirektoratets veileder for klassifisering av miljøtilstand i vann (Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018).

Modelleringen presenterer en tilnærming av forholdene basert på inngangsdata. Resultater bør også vurderes ut fra lokalkunnskap og erfaring.

2. Områdebeskrivelse

Myklebust ligger på sørsiden på Harøya i Ålesund kommune i Møre og Romsdal. Den planlagte lokaliteten ligger på vestsiden av Harøyfjorden og er åpen mot Fjørtoftfjorden i vest (Figur 2.1). Ved lokaliteten øker dypet ned til omtrent 80 – 90 m dyp sørøst/sør for lokaliteten før batymetrien flater ut.

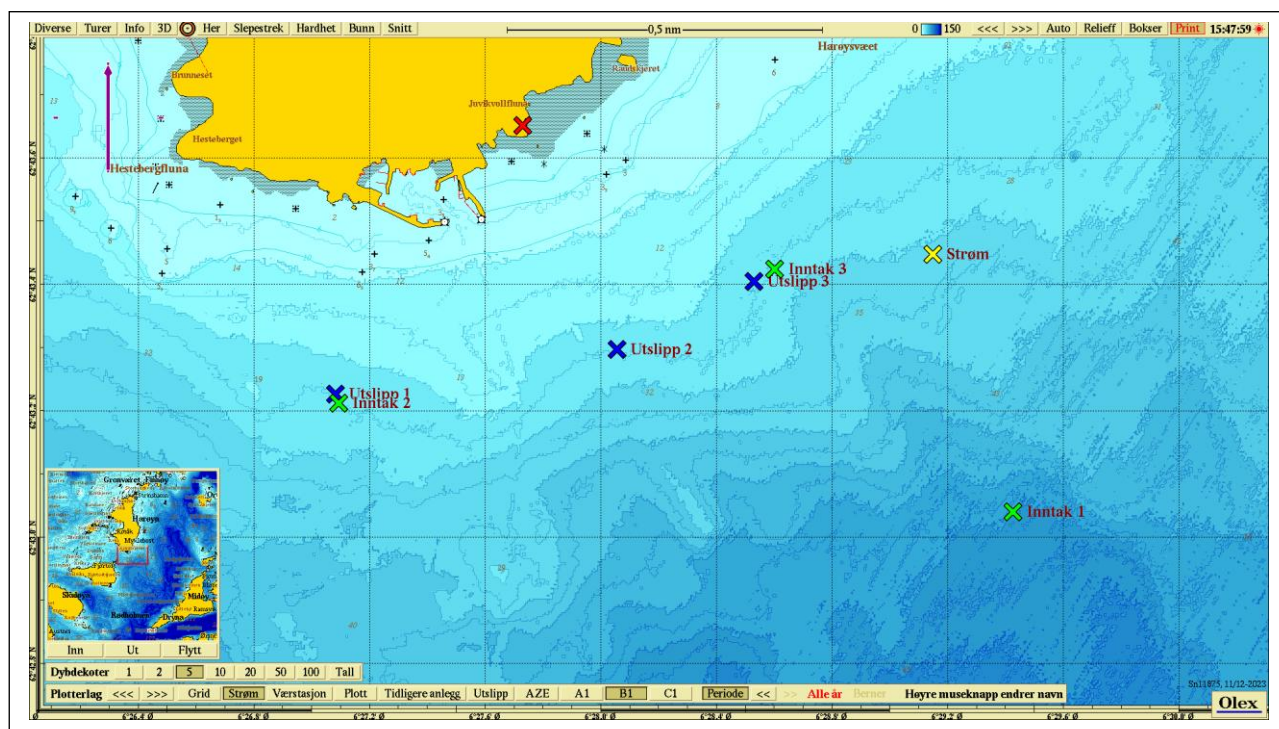
Utslipp- og inntaksposisjonene for det planlagte landbaserte oppdrettsanlegget ligger på vestsiden av Harøyfjorden, sørøst/sør/sørvest for anleggsposisjonen (Figur 2.2). Det er simulert utslipp fra tre ulike utslippsposisjoner (markert med blå kryss i Figur 2.2) på omkring 25 m dyp (Tabell 3.3.3). De tre inntakspunktene ligger på bunnen og er markert med grønne kryss i Figur 2.2. Inntak 1 er på omkring 65 m dyp sørøst for Myklebust. Det andre inntakspunktet, Inntak 2, ligger i omtrent samme posisjon som Utslipp 1 på omkring 25 m dyp sørvest for Myklebust. Inntak 3 ligger i omtrent samme posisjon som Utslipp 3 på omkring 25 m dyp sørøst for Myklebust. På grunn av den korte avstanden mellom Inntak 2 og Utslipp 1, og Inntak 3 og Utslipp 3 er ikke disse kombinasjonene simulert i modellsimuleringen.

Oppdrettslokaliteten Rogne (markert med oransje kryss i Figur 2.1) ligger ca. 8.4 km sørvest for Myklebust på nordøstsidan av Skuløya. Lokaliteten ligger åpent til mot Nogvafjorden i nordvest og Harøyfjorden i øst. Tareanlegget Sponvikfluna (markert med grønt kryss i Figur 2.1) ligger omtrent 3.6 km nordøst for Myklebust på østsiden av Harøya. Det planlagte torskeoppdrettet Hellevika (markert med lilla kryss i Figur 2.1) ligger ca. 2.7 km sørvest/vest for Myklebust på nordsiden av øya Fjørtofta.



Figur 2.1: Oversiktskart over området rundt Myklebust (markert med ). De mest nærliggende lokalitetene er vist i kartet. Oppdrettslokaliteten Rogne er markert med . Tareanlegget Sponvikfluna er markert med . Torskelokaliteten Hellevika er markert med . Kartet er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy. Kartdatum: WGS84.

Ved Myklebust er det gjort en strømmåling av Åkerblå AS (2023). Strømmålingen er målt på 29 m (gult kryss i Figur 2.2) for å gi en beskrivelse av strømforholdene ved bunnen i området.



Figur 2.2: Oversiktskart over området ved Myklebust. Blå kryss viser utslippsposisjoner benyttet i modelleringen. Grønne kryss viser inntakposisjonene benyttet i modelleringen. Posisjonen for strømmålingen er vist med gult kryss (Åkerblå AS 2023). Kartet er hentet fra Fiskeridirektoratet. Kartdatum: WGS84.

3. Metode

3.1 Spredning og fortynning

Ved utslipp til en resipient er det vanlig å skille mellom to prosesser; primærfortynning og sekundærfortynning (Miljødirektoratet 2013). I den umiddelbare nærheten av utslippet foregår primærfortynningen. Her skjer fortynningen som regel raskt ved turbulent horisontal og vertikal bevegelse drevet av utslippsvannets hastighet ut av utslippsrøret og tetthetsforskjeller mellom utslippsvann og resipient. Når utslippsvannet fortynnes og tetthetsforskjellen er utjevnet, vil den vertikale bevegelsen opphøre og utslippet har da nådd innlagingsdypet. Etter innlagring starter sekundærfortynningen som hovedsakelig er et resultat av horisontal spredning i resipienten. Sekundærfortynningen er avgjørende for hvor stort område som påvirkes av utslippet og om f.eks. strandsoner kan bli påvirket.

Utslipet ved Myklebust vil bestå av sjøvann som vil bli sluppet ut på 25 m. I modellen er inntakspunktene plassert på 25 m og 65 m. Basert på CTD-profiler i området (Åkerblå AS 2023, ICES 2023) øker tettheten til vannet med dypet og vannsøylen er stabil. Det er dermed ikke ventet stor vertikalbevegelse ved utslippspunktene. Det er derfor ikke utført en beregning av innlagingsdypet med modellen Visual Plumes da det er vurdert at innlagingsdypet vil være på bunnen ved utslippspunktene, og kun sekundærspredningen er modellert. Utslippsvannet vil i sekundærspredningen følge strømmen i fjorden og gradvis fortynnes videre.

3.2 Modellering av sekundærfortynning

For å bestemme transport og sekundærspredning av utslippet er det laget en strøm- og spredningsmodell for lokaliteten ved hjelp av programvaren Delft3D-FLOW (Deltares, 2018). Delft3D-FLOW er en tredimensjonal, hydrodynamisk modell som gir strømfelt over et stort område og flere dybdenivå. I modellen løses Navier-Stokes-ligningene for strømmen basert på Boussinesq-tilnærmelsen (Lesser, et al. 2004), sammen med ligninger som beskriver temperatur, saltholdighet og spredning av utslipp. Det at modellen omfavner et stort område og kan kjøres for lange tidsperioder, gjør at man får med variasjoner og unike forhold ved hver enkelt lokalitet. Tidssteget i modellen er satt til 1 minutt, og turbulensparametrene er tilpasset området for å få en realistisk beskrivelse av strømmen.

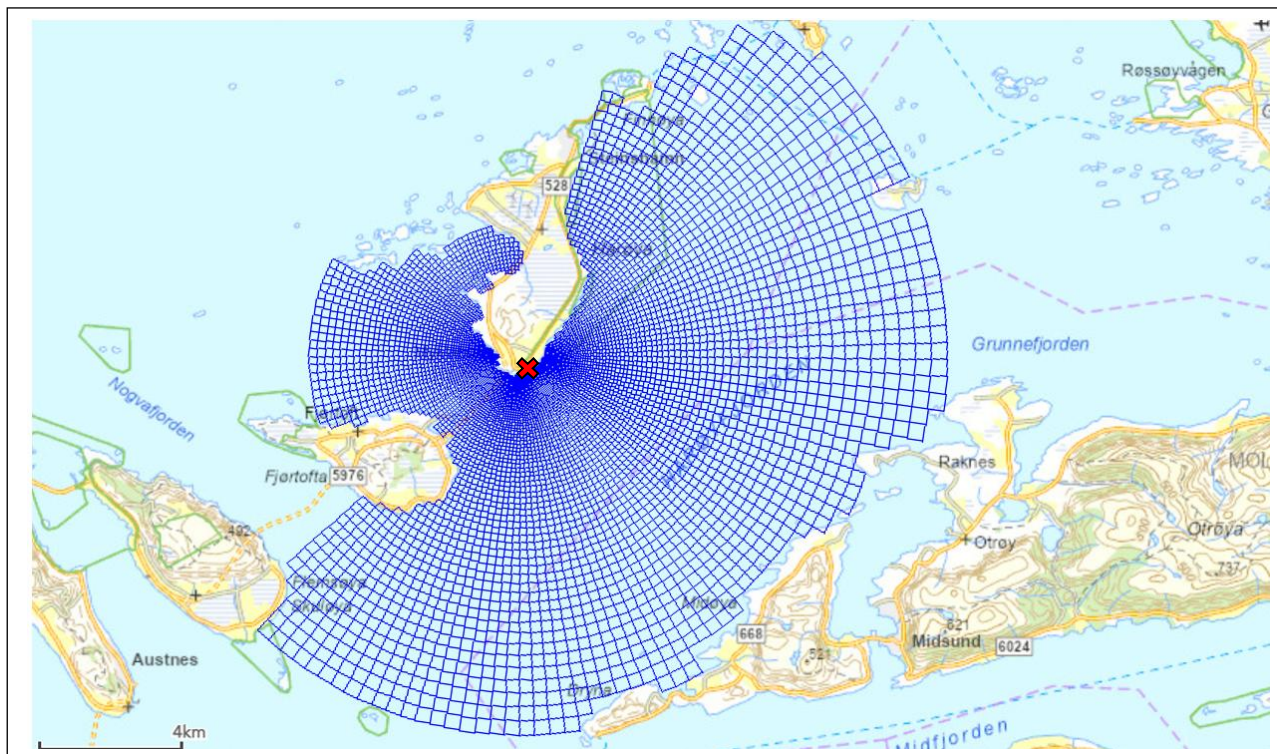
Delft3D-FLOW benytter inngangsdata fra atmosfæren, havet og ferskvannstilsig til å beregne strømmen i tre dimensjoner (Delft3D-FLOW 2018). Den vertikale bevegelsen antas å være liten i forhold til den horisontale slik at vertikal akselerasjon kan neglisjeres. Bevegelsen styres av trykkgradienter beregnet fra variasjon i havnivå, temperatur og saltholdighet. Effektene fra jordrotasjon er inkludert ved hjelp av Corioliskraften. Turbulensen i strømmen er i modellen tatt hensyn til ved bruk av en såkalt k-epsilonmodell.

3.3 Modelloppsett og inngangsdata

3.3.1 Bunndata og modellstørrelse

Den tredimensjonale strømmodellen som er laget for området dekker Harøyfjorden fra Sandøya i nord til Dryna i sør (Figur 3.3.1). Dette tilsvarer et modellområde som strekker seg omkring 12 km nord for og 10 km sør for lokaliteten. Modellen har et horisontalt rutenett med oppløsning på rundt $45 \text{ m} \times 45 \text{ m}$ ved utslipp- og inntakspunktene og avtagende oppløsning utover til maksimalt $460 \text{ m} \times 460 \text{ m}$ ved randsonen i nordøst og øst.

For å beskrive variasjon i dybden er det valgt en såkalt sigmamodell med 18 dybdelag. Dybdelagene følger terrenget og varierer i tykkelse proporsjonalt med dypet (se Tabell 3.3.1). Bunndata brukt i modellen er hentet fra Kartverket, og tilpasset oppløsningen i modellen ved hjelp av interpolasjon. I grenseområdene i Nogvafjorden og Fjærtøftfjorden i vest, og i nordøst, øst og sør i Harøyfjorden er bunntopografien tilpasset dybdenivået i modellen NorKyst800, for å få en konsistent beskrivelse i randsonene.



Figur 3.3.1: Rutenett benyttet for å modellere spredning fra Myklebust (markert med rødt kryss). Kartet er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy, med kartdatum: WGS84.

Tabell 3.3.1: Fordeling og prosentvis tykkelse av vannlag i modellen for et valgt dyp på 100 m.

Vannlag	Tykkelse (%)	Tykkelse ved 100 m dyp (m)	Dybde (m)
1	2	2	0 - 2
2	3	3	2 - 5
3	4	4	5 - 9
4	5	5	9 - 14
5	6	6	14 - 20
6 – 7	14	14	20 - 34
8 – 11	32	32	34 - 66
12 – 13	14	14	66 - 80
14	6	6	80 - 86
15	5	5	86 - 91
16	4	4	91 - 95
17	3	3	95 - 98
18	2	2	98 - 100

3.3.2 Inngangsdata

Informasjon om utslippet er listet i Tabell 3.3.2. Konsentrasjonen av næringssaltene nitrogen og fosfor er oppgitt av kunde, og tilsvarer 11 % rensegrad for nitrogen og 28 % rensegrad for fosfor. Verdiene er oppgitt per utslippspunkt.

Tabell 3.3.2: Data om utslippet fra Myklebust som er benyttet i modelleringen.

Inngangsdata for primærfortynning	
Vannføring	12.0 m ³ /s
Konsentrasjon av nitrogen i utslippsvannet	1.47 mg/L
Konsentrasjon av fosfor i utslippsvannet	0.25 mg/L

Den hydrodynamiske modellen er drevet av randbetingelser, det vil si tidevann, vind og varmeutveksling med atmosfæren, samt ferskvannstilførsel. Inngangsdata for havet hentes fra havmodellen NorKyst800 (Meteorologisk Institutt 2020, Albretsen, et al. 2011). Dette er timesdata med oppløsning på 800 m × 800 m, som omfatter havnivå, strømhastighet, temperatur og saltholdighet. Dataene interpoleres for å tilpasses gitternettet med høyere oppløsning i Delft3D-FLOW.

Atmosfæriske data er hentet fra Meteorologisk institutt, MEPS (Met.no 2020). Dette er data for vind, temperatur, lufttrykk, luftfuktighet og skydekke, og er gitt med intervall på 3 timer og med oppløsning på 2.5 km × 2.5 km. Også disse dataene interpoleres for å tilpasses gitternettet i strømmodellen.

Fordi modellområdet ligger relativt langt fra fastland og områder med stort ferskvannstilsig, er ferskvannstilsig neglisjert i denne modellen. Dermed er det bare saltholdigheten og temperaturen i inngangsdataene som styrer lagdelingen i overflatelaget.

For å unngå ustabilitet i starten av modellkjøringen er modellen først kjørt med en oppstartsperiode på en måned (desember 2021). Resultatene fra denne kjøringen er deretter brukt som inngangsverdi for den endelige modellkjøringen. Etter oppstartsperioden er strømmodellen kjørt for januar 2022 til og med desember 2022.

Posisjonene som er brukt i simulasjonen av utslippsvann ved Myklebust er vist i Figur 2.2 og i Tabell 3.3.3. Utslippet på hvert av de tre utslippspunktene ved Myklebust er simulert med utslippsrate på 12.0 m³/s (Tabell 3.3.2).

Utslippet fra Hellevika (Figur 2.1 og Tabell 3.3.3) på 1 L/s fra midten av anlegget er satt til 100 % i området for utslippet. Det vil si at andelen utslipp ved utslippspunktet ved Hellevika er 100 %. Dersom 1/4 av utslippet når et gitt punkt, er andelen av utslippet i det punktet 25 %.

Tabell 3.3.3: Utslipps- og inntaksposisjoner for Myklebust, og utslipp fra den planlagte torskeoppdrettslokaliteten Hellevika. Siste kolonne viser utslippsdyp for utslippsposisjonene og bunndyp for inntaksposisjonene.

	Posisjon (N)	Posisjon (Ø)	Utslippsdyp / bunndyp (m)
Utslipp 1	62° 43.226'	006° 27.083'	25
Utslipp 2	62° 43.296'	006° 28.056'	25
Utslipp 3	62° 43.404'	006° 28.530'	25
Inntak 1	62° 43.039'	006° 29.425'	65
Inntak 2	62° 43.211'	006° 27.094'	25
Inntak 3	62° 43.423'	006° 28.601'	25
Hellevika	62° 43.078'	006° 24.878'	15

4. Resultat – utslipp fra Myklebust

Det er foretatt simulering av spredning og fortynning av utslipp fra de tre ulike utslippsposisjonene for hele 2022 (Figur 2.2). Utslippsraten er satt til 12.0 m³/s. Utslippsmengdene er oppgitt av Ocean Gem.

Resultatene er vist med konsentrasjon av utslippsvann på utvalgte dager i løpet av året, og med gjennomsnittsverdi av konsentrasjon for hele året. Spredningen er vist ved overflaten og ved bunnen med konsentrasjonsnivå opp til 10 %. Merk at nær utslippspunktene vil det kunne være korte perioder med høyere nivå. Konsentrasjonen er volumandelen (%) av utslippsvann i resipienten.

Gjennomsnittskonsentrasjonene er lavere enn 2 % ved de tre inntakspunktene. Til sammenligning vil 1 teskje vann (5 ml) måtte blandes ut i 0.5 L vann for å gi en konsentrasjon på 1 %.

For å vurdere potensiell krysskontaminering mellom utslippet og inntakspunktene til Myklebust, vises det tidsserier av konsentrasjon utslippsvann og fordelingen av konsentrasjon utslippsvann ved inntakspunktene. I tillegg er det utført en varighetsanalyse for å evaluere hvor lenge det er ventet å være ulike konsentrasjoner av utslippsvann ved inntakspunktene. Merk at det ikke er modellert kombinasjonene av utslippspunkt og inntakspunkt som ligger rett ved siden av hverandre.

Det er også beregnet konsentrasjoner av utslippsvann ved lokalitetene Hellevika, Rogne og Sponvikfluna, sørvest, sør og nord for Myklebust.

Spredningen av nitrogen og fosfor er vist som gjennomsnitt over de øverste 10 m. Ut fra innholdet av oppløst nitrogen og fosfor i utslippet og fortynningsgraden av utslippsvannet, er tilført mengde av disse stoffene i resipienten beregnet (Tabell 3.3.2). Konsentrasjonene vil bli vurdert opp mot Tabell 9.26 i «Klassifisering av miljøtilstand i vann» (Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018).

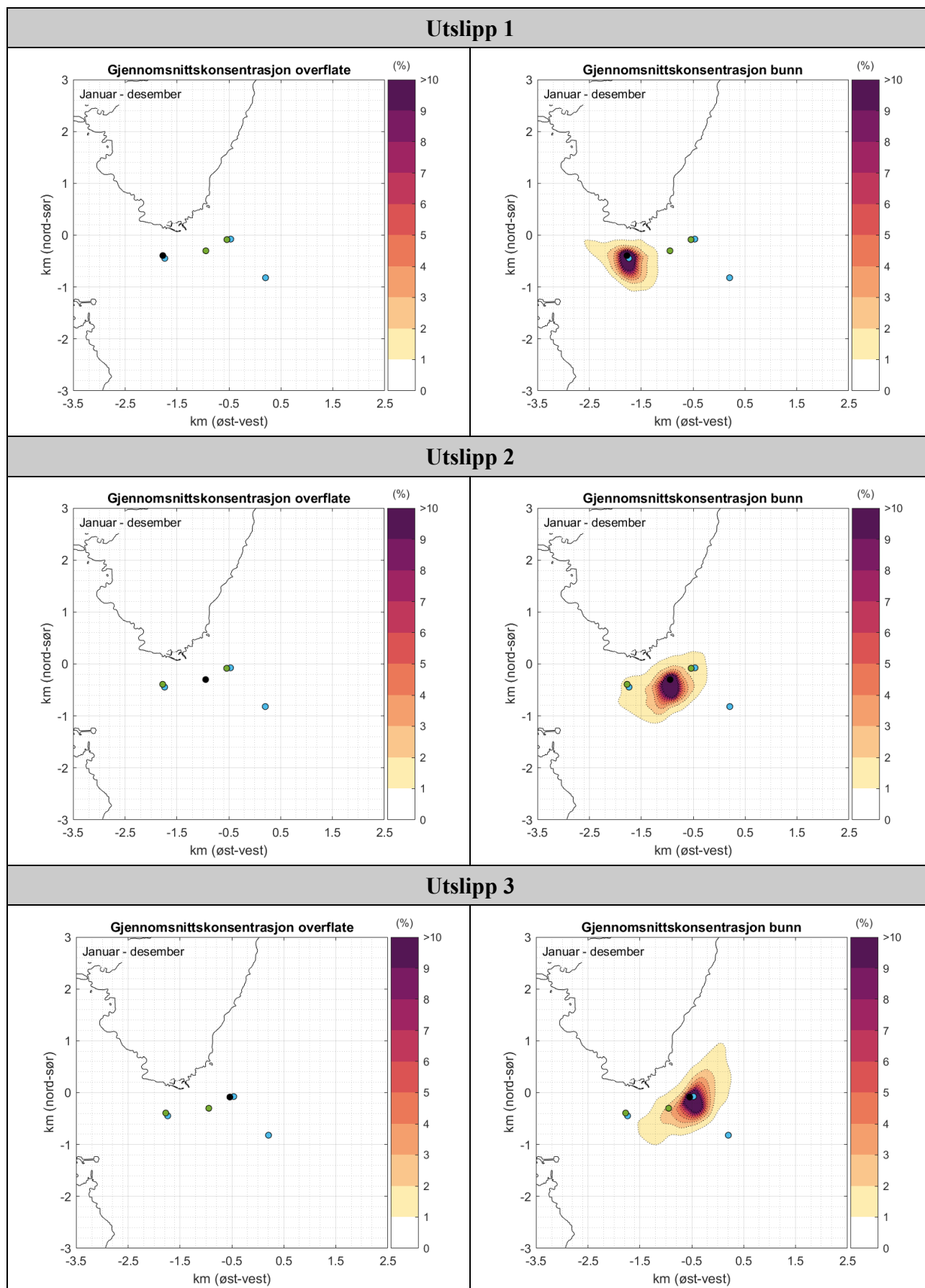
4.1 Gjennomsnittlig påvirkning

Spredningen av utslipp varierer i løpet av døgnet og påvirkes av tidevannet og vindpådraget. For å finne ut hvilket område som kan bli påvirket av utslippet, er gjennomsnittlig konsentrasjon over hele modellområdet i løpet av året beregnet. Dette viser også i hvor stor grad de ulike inntaksposisjonene blir berørt av utslippet. Merk at den gjennomsnittlige påvirkningen kan avvike betydelig fra typiske øyeblikksbilder av spredningen (Kapittel 4.2).

Gjennomsnittskonsentrasjonene fra de tre utslippsposisjonene; Utslipp 1, Utslipp 2 og Utslipp 3, er under 1 % i overflaten i området rundt Myklebust (Figur 4.1.1), og er dermed ikke synlig i figuren.

For de tre utslippsposisjonene er de høyeste gjennomsnittskonsentrasjonene ved bunnen sentrert rundt selve utslippspunktet (Figur 4.1.1). Gjennomsnittskonsentrasjonene fra Utslipp 2 er under 2 % ved Inntak 2 og Inntak 3 ved bunnen (Figur 4.1.1). Med utslipp fra de to andre utslippsposisjonene, er konsentrasjonen ved inntaksposisjonene under 1 % i alle tilfeller.

Utslippet fra de tre utslippsposisjonene har ulik horisontal utstrekning ved bunnen. Påvirkningsområdet strekker seg rundt 1.5 km i retning vest/nordvest – øst/sørøst fra Utslipp 1, rundt 1.9 km i retning sørvest/vest – nordøst/øst fra Utslipp 2 og rundt 2.4 km i retning sør/sørvest – nord/nordøst fra Utslipp 3 (Figur 4.1.1).



Figur 4.1.1: Gjennomsnittlig konsentrasjon gjennom 2022, i overflaten (til venstre) og ved bunnen (til høyre) for de tre ulike utslippsposisjonene. Konsentrasjoner av utslippsvann har fargeskala fra 0 til 10 %. Utslippspunktet er vist med svart prikk, og de andre utslippsposisjonene med grønne prikker. Lyseblå prikker viser inntakspunktene.

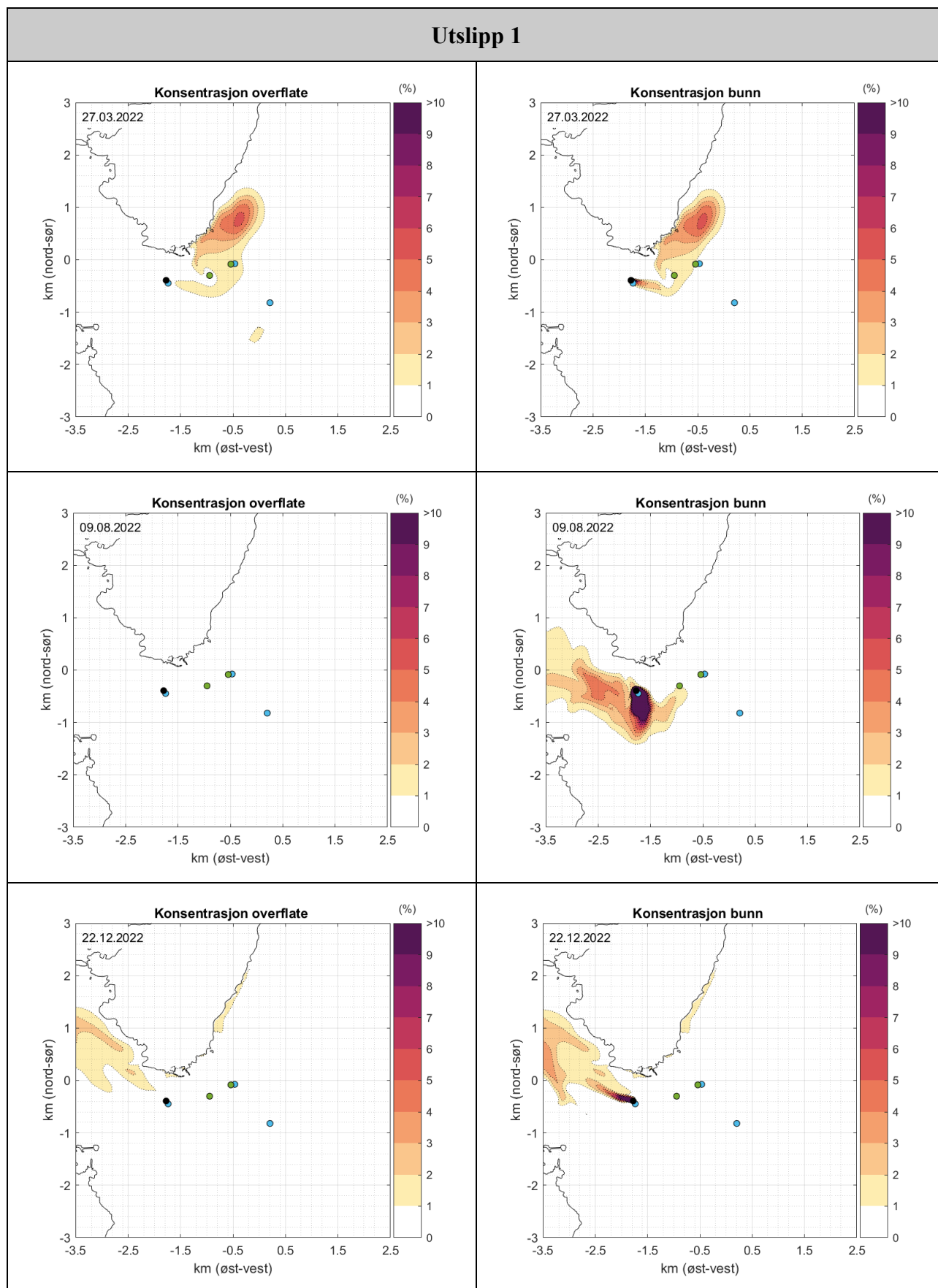
4.2 Daglig spredning

Spredningen av utslipp varierer i løpet av den simulerte perioden og påvirkes av tidevannet og direkte påvirkning fra vind i overflaten. Figur 4.2.1 - Figur 4.2.3 viser konsentrasjonen av utslippsvann i overflaten og på bunnen for 3 utvalgte dager gjennom året for hver av de tre utslippspunktene. Disse dagene er valgt grunnet ulike strømforhold og spredning. Konsentrasjonen er volumandelen (%) av utslippsvann i resipienten.

Det variere hvilket av utslippsposisjonene som har størst påvirkning ved overflaten (Figur 4.2.1 - Figur 4.2.3).

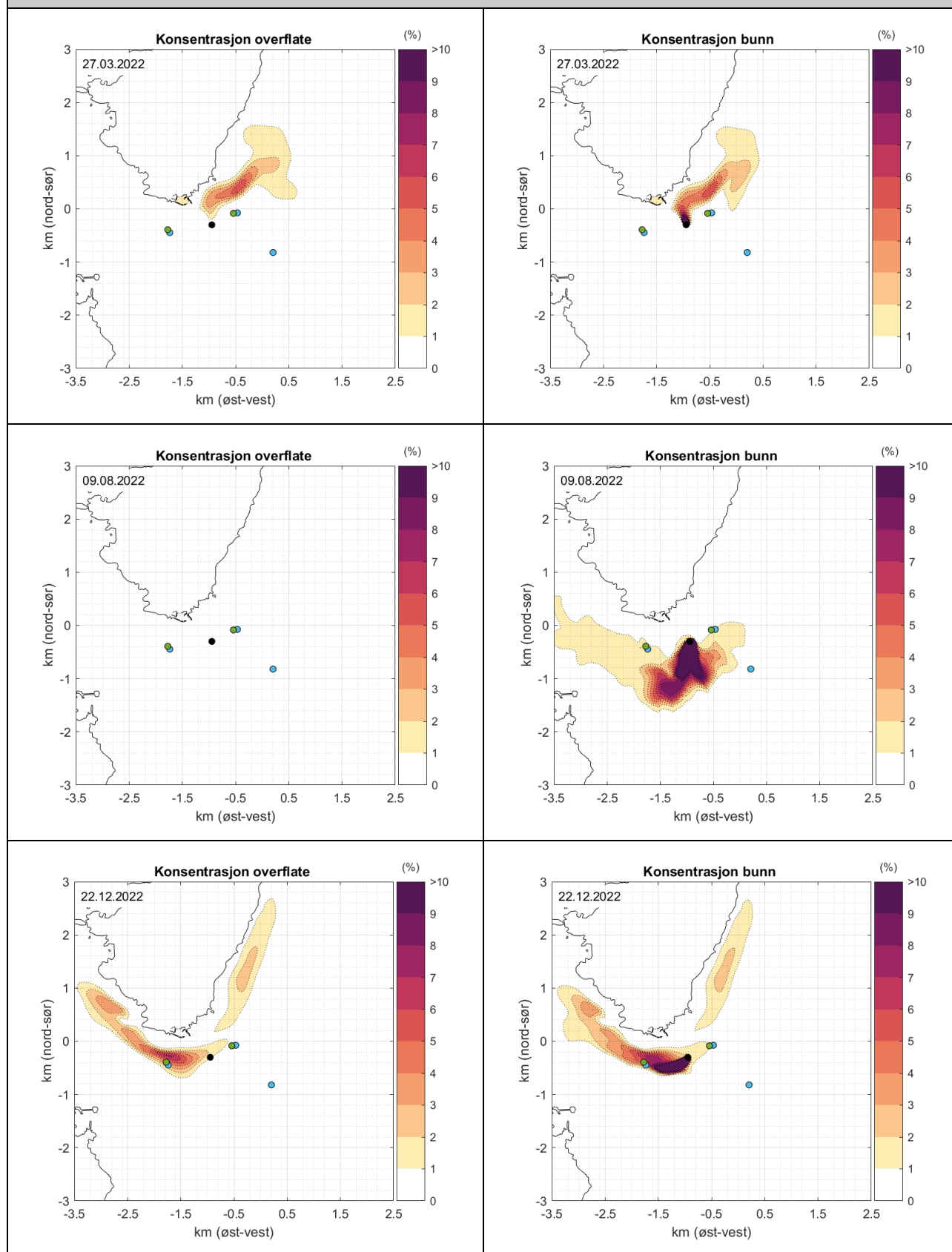
Felles for de tre utslippsposisjonene er at de har høyeste konsentrasjoner ved bunnen i nærheten av utslippspunktet (Figur 4.2.1 - Figur 4.2.3). Fra alle utslippsposisjoner veksler utslippet mellom å spres langs bunn mot nord/nordøst i Harøyfjorden, mot nordvest ut Fjørtoftfjorden og i mye mindre grad mot sørøst/sør til sørlige delen av Harøyfjorden (Figur 4.2.1 - Figur 4.2.3). Dette samsvarer med forventet strømmønster i krysningen mellom to fjorder.

For de tre utslippspunktene er konsentrasjonene av utslippsvann under 10 % ved Inntak 1 (Figur 4.2.1). Inntak 2 og Inntak 3 har konsentrasjoner av utslippsvann over 10 % fra de utslippsposisjonene som ligger nærme inntaksposisjonene (Figur 4.2.2 - Figur 4.2.3).



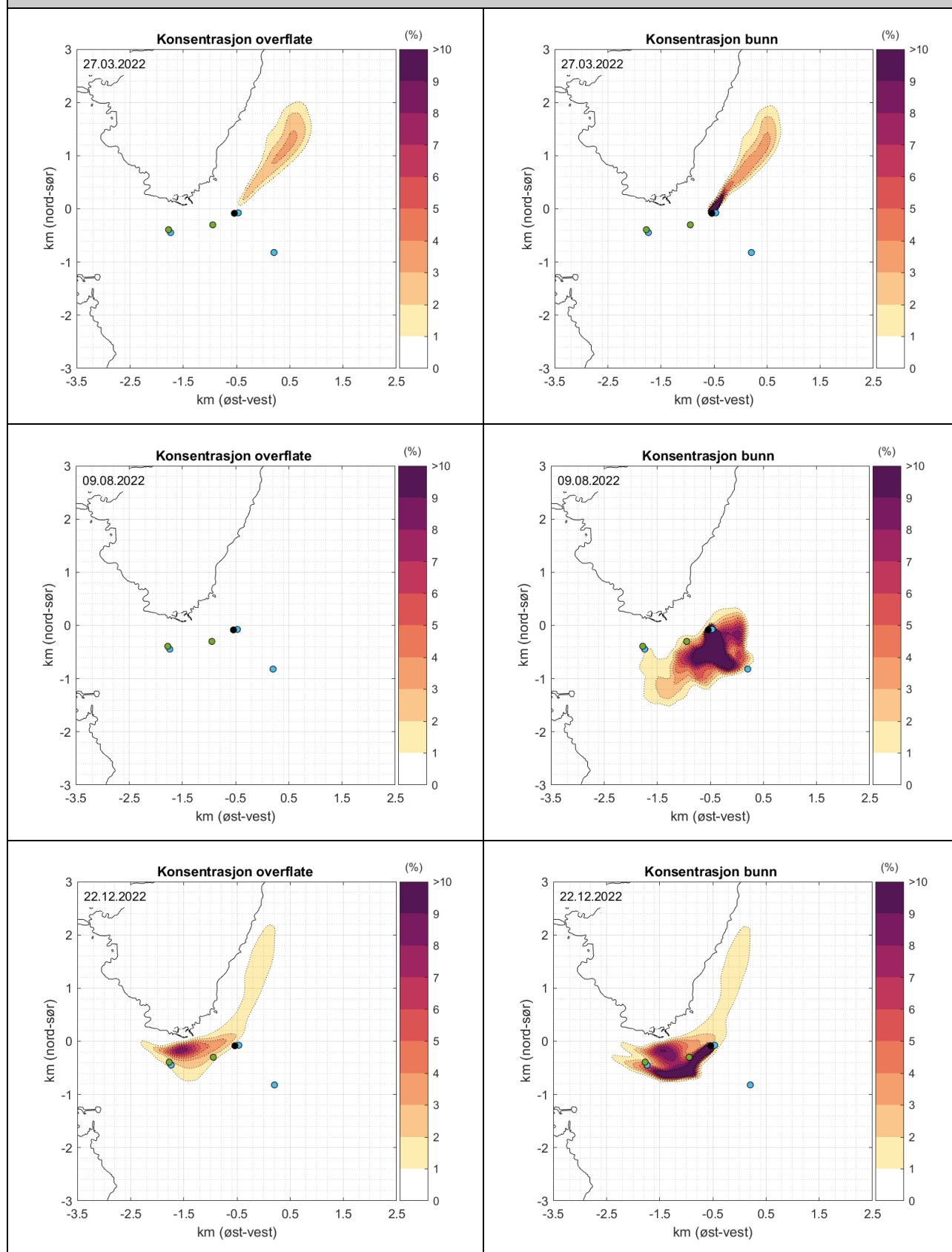
Figur 4.2.1: Konsentrasjon av utslippsvann (fra Utslipp 1, Figur 2.2) på dagene 27.03, 09.08 og 22.12.22 ved overflaten til venstre og ved bunnen til høyre. Konsentrasjoner av utslippsvann er vist med fargeskala opp til 10 %. Utslippspunktet er vist med svart prikk, og de andre utslippsposisjonene med grønne prikker. Lyseblå prikker viser inntakspunktene.

Utslipp 2



Figur 4.2.2: Konsentrasjon av utslippsvann (fra Utslipp 2, Figur 2.2) på dagene 27.03, 09.08 og 22.12.22 ved overflaten til venstre og ved bunnen til høyre. Konsentrasjoner av utslippsvann er vist med fargeskala opp til 10 %. Utslippspunktet er vist med svart prikk, og de andre utslippsposisjonene med grønne prikker. Lyseblå prikker viser inntakspunktene.

Utslipp 3



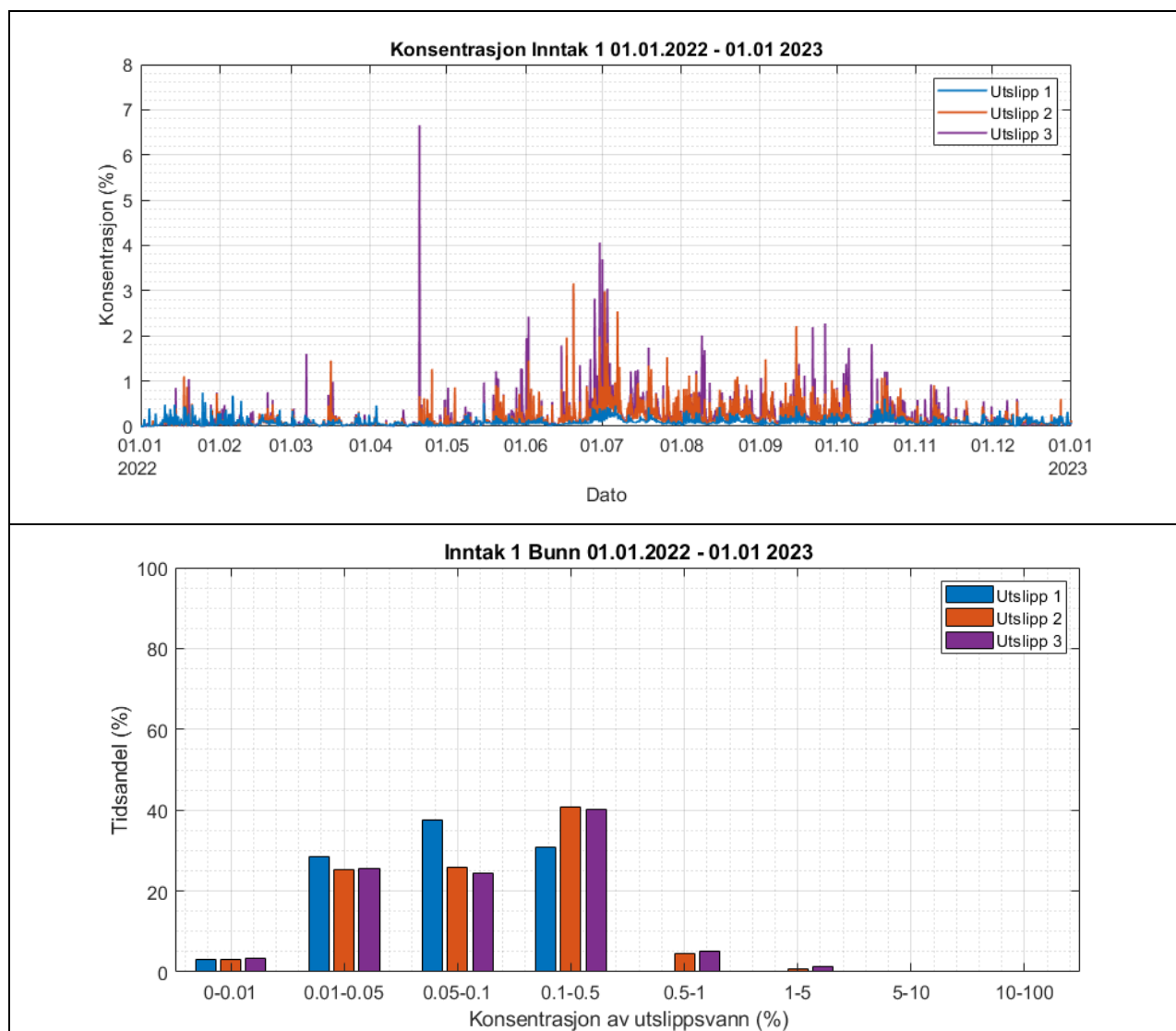
Figur 4.2.3: Konsentrasjon av utslippsvann (fra Utslipp 3, Figur 2.2) på dagene 27.03, 09.08 og 22.12.22 ved overflaten til venstre og ved bunnen til høyre. Konsentrasjoner av utslippsvann er vist med fargeskala opp til 10 %. Utslippspunktet er vist med svart prikk, og de andre utslippsposisjonene med grønne prikker. Lyseblå prikker viser inntakspunktene.

4.3 Konsentrasjon av utslippsvann ved inntakspunkt

4.3.1 Inntak 1 (65 m dyp)

Tidsserier av konsentrasjon av utslippsvann ved Inntak 1 på 65 m er vist gjennom året i øvre panel i Figur 4.3.1. Konsentrasjonen ved Inntak 1 er høyere med utslipp fra Utslipp 3, enn fra Utslipp 2 og Utslipp 1 (Figur 4.3.1). Utslipp 1 gir lavest konsentrasjon i løpet av 2022.

I nedre panel i Figur 4.3.1 er konsentrasjonsfordelingen ved Inntak 1, for hele året vist. Denne sier noe om frekvensen av de ulike konsentrasjonene ved inntakspunktet. Frekvensen er høyest for konsentrasjonene mellom 0.1 – 0.5 % ved Utslipp 2 og Utslipp 3. Utslipp 1 har høyest frekvens av konsentrasjoner mellom 0.05 – 0.1 %. Konsentrasjoner mellom 1 – 5 % har høyest frekvens for utslippsvann fra Utslipp 3, da dette utslippspunktet ligger nærmere Inntak 1.



Figur 4.3.1: Tidsserie av konsentrasjon av utslippsvann ved Inntak 1 gjennom 2022 (oppe). Fordeling av konsentrasjoner av utslippsvann fra de tre ulike utslippsposisjonene ved Inntak 1 (nede).

For å se nærmere på fordelingen av konsentrasjoner er det beregnet en persentilfordeling. Persentilfordelingen av konsentrasjonene ved Inntak 1 (Tabell 4.3.1) viser at 99 % av tiden er konsentrasjonene under eller lik 0.3 % for Utslipp 1, 0.9 % for Utslipp 2 og 1.1 % for Utslipp 3.

Tabell 4.3.1: Persentilfordeling av konsentrasjoner (%) ved Inntak 1.

Persentil	Utslipp 1	Utslipp 2	Utslipp 3
1	0.004	0.004	0.003
10	0.03	0.03	0.03
20	0.04	0.04	0.04
30	0.05	0.1	0.1
40	0.1	0.1	0.1
50	0.1	0.1	0.1
60	0.1	0.1	0.1
70	0.1	0.2	0.2
80	0.1	0.2	0.3
90	0.2	0.4	0.4
95	0.2	0.5	0.6
99	0.3	0.9	1.1

Verdiene i Tabell 4.3.2 - Tabell 4.3.4 indikerer prosent av data i ulike intervaller av konsentrasjon, med ulike varighet. Utslipp 1 har hyppigst konsentrasjoner mellom 0.05 – 0.1 %, som varer mellom 3 – 24 t. Utslipp 2 og Utslipp 3 har hyppigst konsentrasjon mellom 0.1 – 0.5 %, som varer mellom 3 – 24 t. Prosenten med konsentrasjoner over 0.5 % med en varighet over 10 min, er for Utslipp 1 0 %, 5.1 % av dataene for Utslipp 2 og 6.3 % for Utslipp 3. En utvidet hendelses- og varighetsanalyse for Inntak 1 er presentert i Figur 7.1.1 - Figur 7.1.3.

Tabell 4.3.2: Prosent (%) av data i konsentrasjonsintervall med gitt varighet ved Inntak 1 for Utslipp 1.

Konsentrasjon (%)	10 min – 30 min	30 min – 1 t	1 t – 2 t	2 t – 3 t	3 t – 24 t	24 t – 7 d	≥ 7 d
0 – 0.01			0.2	0.2	2.2	0.6	
0.01 – 0.05	0.1	0.3	0.9	1.1	16.3	9.7	
0.05 – 0.1	0.3	0.7	2.3	2.5	23.9	7.7	
0.1 – 0.5	0.1	0.2	1.4	1.3	19.1	6.2	2.3
0.5 – 1							
1 – 5							
5 - 10							
10 - 100							

Tabell 4.3.3: Prosent (%) av data i konsentrasjonsintervall med gitt varighet ved Inntak 1 for Utslipp 2.

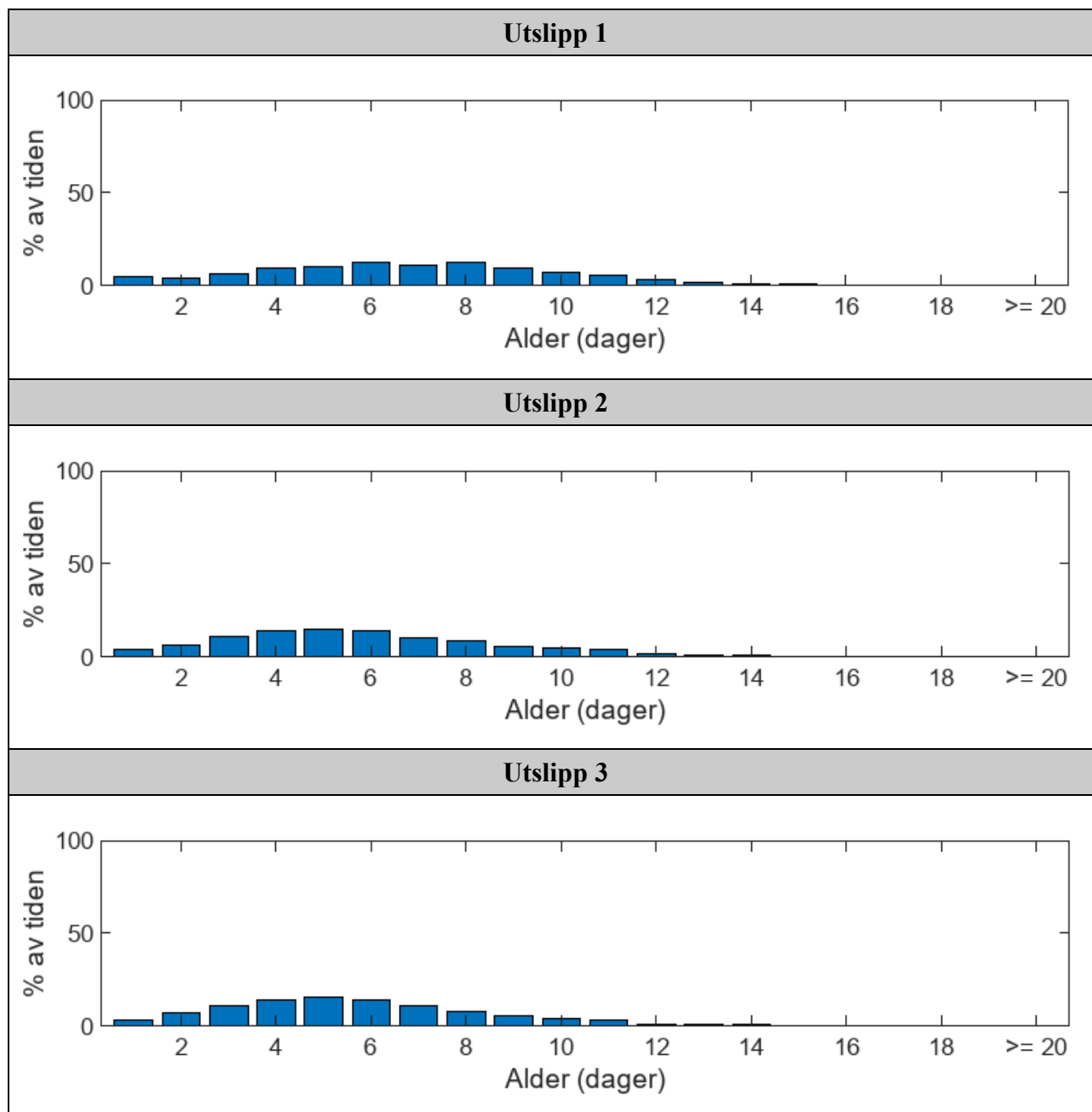
Konsentrasjon (%)	10 min – 30 min	30 min – 1 t	1 t – 2 t	2 t – 3 t	3 t – 24 t	24 t – 7 d	≥ 7 d
0 – 0.01			0.2	0.1	2.0	0.7	
0.01 – 0.05	0.1	0.3	0.7	1.1	15.7	7.3	
0.05 – 0.1	0.3	0.8	2.0	2.0	17.3	3.3	
0.1 – 0.5	0.1	0.4	1.7	1.7	25.1	11.6	
0.5 – 1	0.1	0.4	0.7	0.7	2.5		
1 – 5		0.1	0.2	0.1	0.3		
5 – 10							
10 – 100							

Tabell 4.3.4: Prosent (%) av data i konsentrasjonsintervall med gitt varighet ved Inntak 1 for Utslipp 3.

Konsentrasjon (%)	10 min – 30 min	30 min – 1 t	1 t – 2 t	2 t – 3 t	3 t – 24 t	24 t – 7 d	≥ 7 d
0 – 0.01		0.1	0.3	0.3	2.0	0.7	
0.01 – 0.05	0.1	0.4	0.6	1.0	16.9	6.4	
0.05 – 0.1	0.4	0.8	2.0	1.9	17.4	1.9	
0.1 – 0.5	0.1	0.5	1.5	1.4	26.7	10.0	
0.5 – 1	0.1	0.5	1.1	1.1	2.1		
1 – 5		0.1	0.3	0.3	0.7		
5 – 10							
10 – 100							

Ved å beregne utslippsvannets alder kan man vurdere hvor vidt det er forventet at patogener i vannet vil være aktive når de når inntaksposisjonen.

For Utslipp 1 er 8 dager den mest vanlige tiden det tar før vannet når Inntak 1 (Figur 4.3.2). Denne utslippsposisjonen, Utslipp 1, har både den lengste vannveien og størst vertikalforskyvning til Inntak 1. Vann fra Utslipp 2 og Utslipp 3 bruker i snitt 5 dager til Inntak 1 (Figur 4.3.2). Aldersfordelingen er relativt lik mellom de tre utslippene og den store spredningen i alder tyder på variable vannveier mellom utslippsposisjonene og Inntak 1.

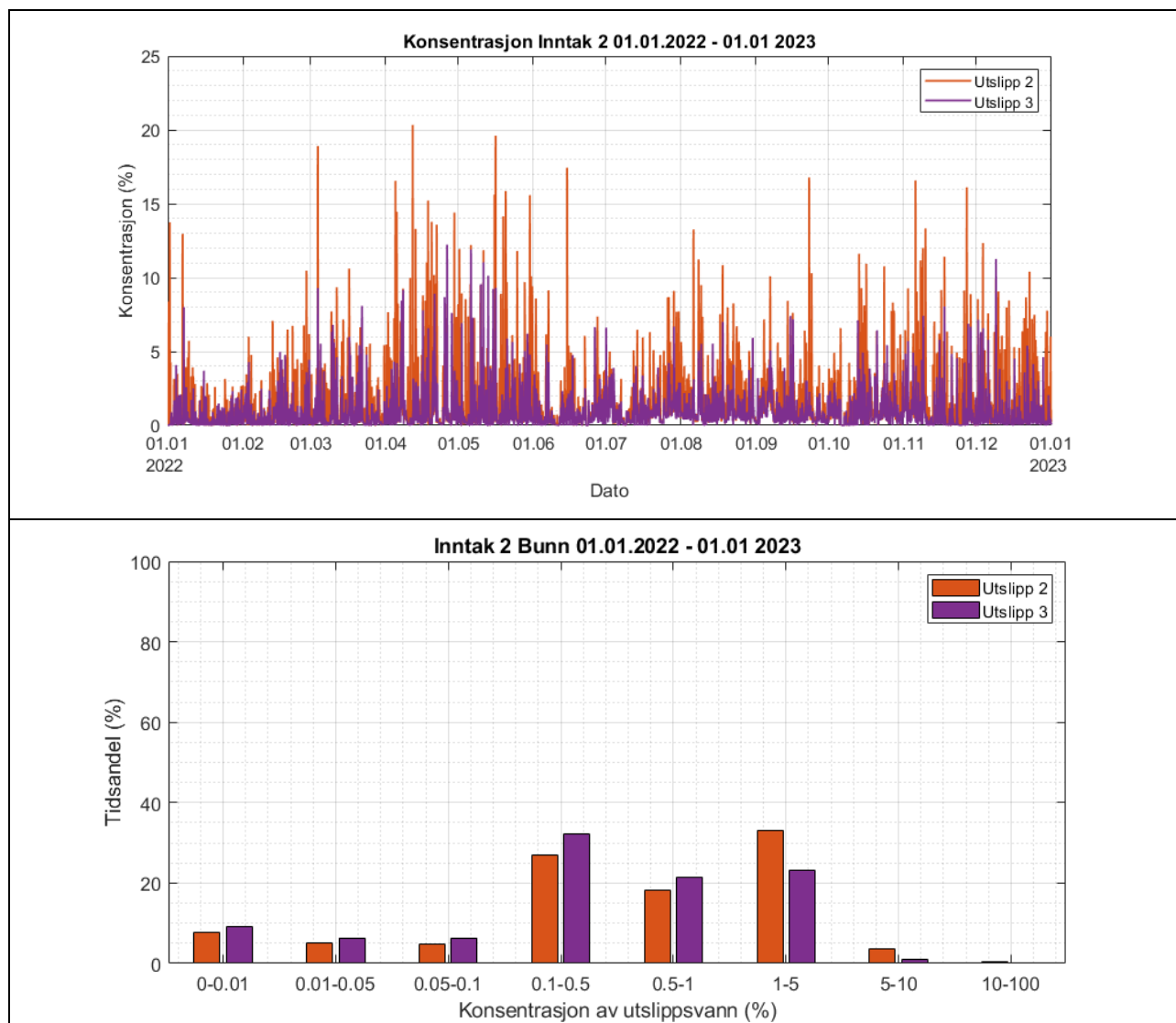


Figur 4.3.2: Utslippsvannets alder fra de tre ulike utslippsposisjonene ved Inntak 1.

4.3.2 Inntak 2 (25 m dyp)

Tidsserier av konsentrasjon av utslippsvann ved Inntak 2 ved 25 m dyp er vist gjennom året i øvre panel i Figur 4.3.3. Utslipp 2 gir høyest konsentrasjon ved Inntak 2.

I nedre panel i Figur 4.3.3 er konsentrasjonsfordelingen for hele året vist. Denne sier noe om frekvensen av de ulike konsentrasjonene ved inntakspunktet. Frekvensen av utslippsvann fra Utslipp 2 er størst mellom 1 – 5 %, og mellom 0.1 – 0.5 % for Utslipp 3.



Figur 4.3.3: Tidsserie av konsentrasjon av utslippsvann ved Inntak 2 gjennom 2022 (oppe). Fordeling av konsentrasjoner av utslippsvann fra de to ulike utslippsposisjonene ved Inntak 2 (nede).

For å se nærmere på fordelingen av konsentrasjoner er det beregnet en persentilfordeling. Persentilfordelingen av konsentrasjonene ved Inntak 2 (Tabell 4.3.5) viser at 99 % av tiden er konsentrasjonene under eller lik 8.2 % for Utslipp 2 og 5.2 % for Utslipp 3.

Tabell 4.3.5: Persentilfordeling av konsentrasjoner (%) ved Inntak 2.

Persentil	Utslipp 2	Utslipp 3
1	0	0
10	0.02	0.01
20	0.1	0.1
30	0.3	0.2
40	0.4	0.3
50	0.6	0.4
60	0.9	0.6
70	1.3	0.8
80	2.0	1.2
90	3.2	1.9
95	4.5	2.7
99	8.2	5.2

Verdiene i Tabell 4.3.6 - Tabell 4.3.7 indikerer prosent av data i ulike intervaller av konsentrasjon med ulike varighet, ved Inntak 2. Fra Utslipp 2 er det oftest konsentrasjon mellom 1 og 5 %, med episoder som varer mellom 3 – 24 t (Tabell 4.3.6). Utslipp 3 gir oftest konsentrasjoner mellom 0.1 og 0.5 % som varer mellom 3 – 24 t (Tabell 4.3.7). Prosenten med konsentrasjoner over 5 % med en varighet over 10 min, er for Utslipp 2 4.0 % og 1.1 % av dataene for Utslipp 3. Prosenten med konsentrasjoner over 10 % med en varighet over 10 min er 0.6 % for Utslipp 2. En utvidet hendelses- og varighetsanalyse for Inntak 2 er presentert Figur 7.2.1 - Figur 7.2.2.

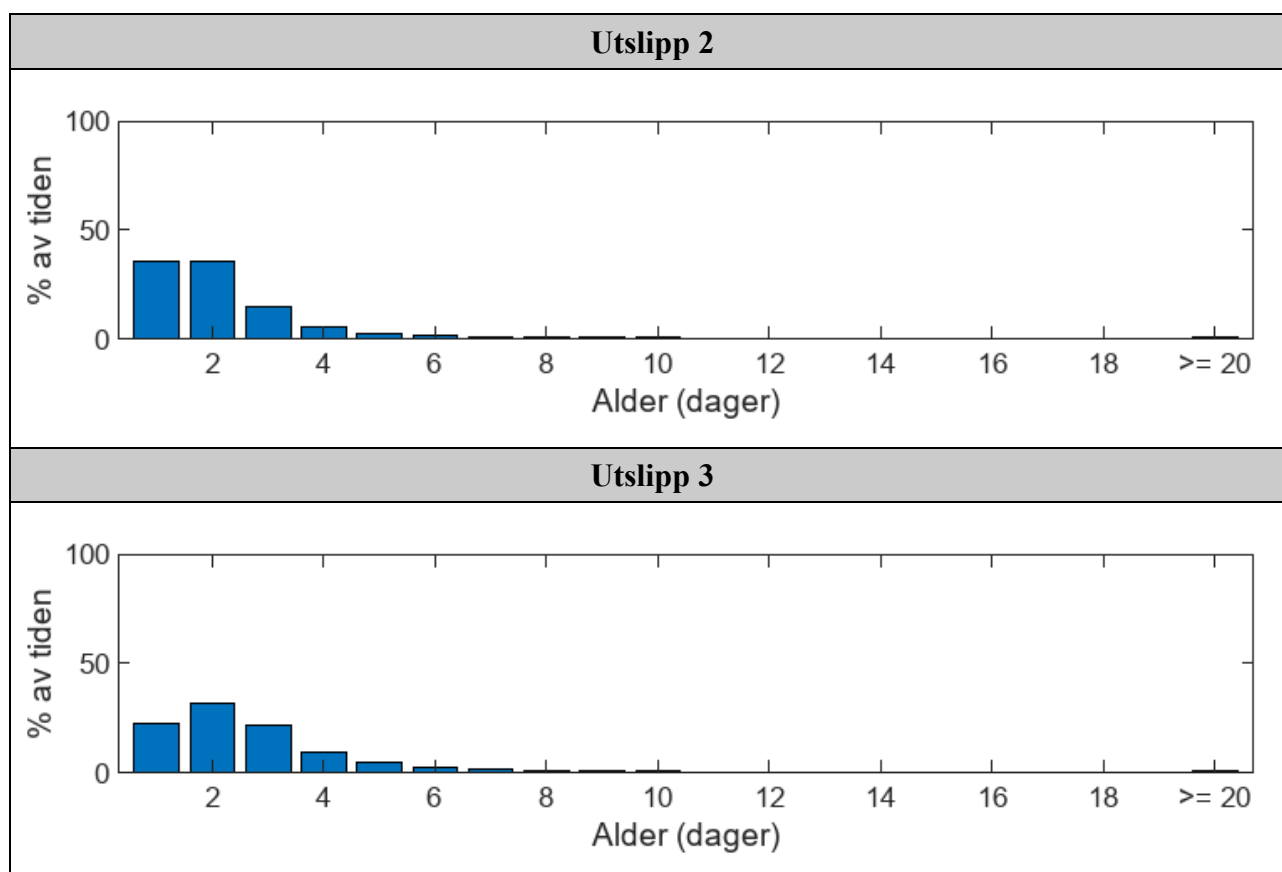
Tabell 4.3.6: Prosent (%) av data i konsentrasjonsintervall med gitt varighet ved Inntak 2 for Utslipp 2.

Konsentrasjon (%)	10 min – 30 min	30 min – 1 t	1 t – 2 t	2 t – 3 t	3 t – 24 t	24 t – 7 d	≥ 7 d
0 – 0.01	0.2	0.4	0.8	0.9	5.7		
0.01 – 0.05	0.7	1.0	1.3	0.9	0.8		
0.05 – 0.1	0.8	1.1	1.0	0.7	0.7		
0.1 – 0.5	1.0	2.0	4.3	3.5	15.6	0.3	
0.5 – 1	1.7	2.6	3.7	3.1	6.6		
1 – 5	0.8	1.4	3.4	3.3	22.7	1.4	
5 – 10	0.3	0.5	0.9	0.6	1.1		
10 – 100	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1		

Tabell 4.3.7: Prosent (%) av data i konsentrasjonsintervall med gitt varighet ved Inntak 2 for Utslipp 3.

Konsentrasjon (%)	10 min – 30 min	30 min – 1 t	1 t – 2 t	2 t – 3 t	3 t – 24 t	24 t – 7 d	≥ 7 d
0 – 0.01	0.1	0.4	1.1	0.7	6.8		
0.01 – 0.05	0.7	1.2	1.8	1.1	1.4		
0.05 – 0.1	0.9	1.1	1.5	0.6	1.8		
0.1 – 0.5	1.1	1.7	3.8	3.6	20.4	1.4	
0.5 – 1	1.5	2.0	4.0	2.8	10.5	0.3	
1 – 5	0.3	0.9	2.4	2.5	16.0	1.0	
5 – 10	0.1	0.2	0.3	0.3	0.2		
10 – 100							

For Utslipp 2 er 1 - 2 dager den mest vanlige tiden det tar før vannet når Inntak 2 (Figur 4.3.4). For Utslipp 3 er den mest vanlige alderen ved inntaksposisjonen 2 dager (Figur 4.3.4). Aldersfordelingen er relativt lik mellom de to utslippene. Spredningen i alder for Inntak 2 (Figur 4.3.4) sammenlignet med den større spredningen for Inntak 1 (Figur 4.3.2) tyder på færre variable vannveier mellom utslippsposisjonene og Inntak 2 enn Inntak 1.

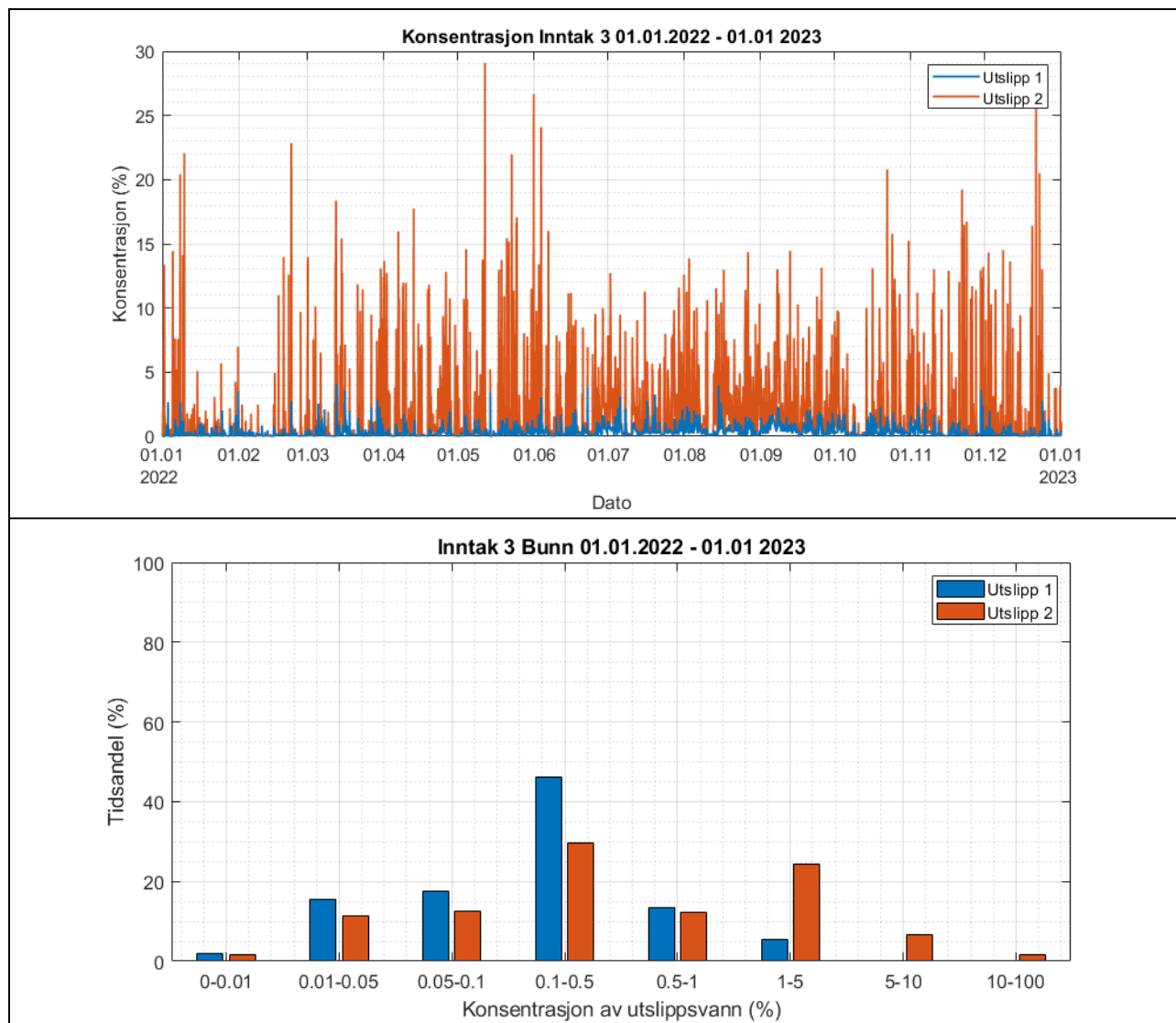


Figur 4.3.4: Utslippsvannets alder fra de to ulike utslippsposisjonene ved Inntak 2.

4.3.3 Inntak 3 (25 m dyp)

Tidsserier av konsentrasjon av utslippsvann ved Inntak 3 ved 25 m dyp er vist gjennom året i øvre panel i Figur 4.3.5. Utslipp 2 gir høyest konsentrasjon ved Inntak 3.

I nedre panel i Figur 4.3.5 er konsentrasjonsfordelingen for hele året vist. Denne sier noe om frekvensen av de ulike konsentrasjonene ved inntakspunktet. Frekvensen av utslippsvann fra de to utslippsposisjonene er størst mellom 0.1 – 0.5 %, mens Utslipp 2 har en høyere andel av de høyeste konsentrasjonene mellom 1 – 100 %.



Figur 4.3.5: Tidsserie av konsentrasjon av utslippsvann ved Inntak 3 gjennom 2022 (oppe). Fordeling av konsentrasjoner av utslippsvann fra de to ulike utslippsposisjonene ved Inntak 3 (nede).

For å se nærmere på fordelingen av konsentrasjoner er det beregnet en persentilfordeling. Persentilfordelingen av konsentrasjonene ved Inntak 3 (Tabell 4.3.8) viser at 99 % av tiden er konsentrasjonene under eller lik 1.7 % for Utslipp 1, og under eller lik 11.3 % for Utslipp 2.

Tabell 4.3.8: Persentilfordeling av konsentrasjoner (%) ved Inntak 3.

Persentil	Utslipp 1	Utslipp 2
1	0.004	0.01
10	0.03	0.04
20	0.1	0.1
30	0.1	0.1
40	0.1	0.2
50	0.2	0.4
60	0.2	0.7
70	0.3	1.2
80	0.5	2.2
90	0.8	4.3
95	1.0	6.6
99	1.7	11.3

Verdiene i Tabell 4.3.9 - Tabell 4.3.10 indikerer prosent av data i ulike intervaller av konsentrasjon med ulike varighet, ved Inntak 3. Fra både Utslipp 1 og Utslipp 2 er det oftest konsentrasjon mellom 0.1 og 0.5 %, med episoder som varer mellom 3 – 24 t (Tabell 4.3.9 - Tabell 4.3.10). Prosenten med konsentrasjoner over 1 % med en varighet over 10 min er 5.6 % for Utslipp 1 (Tabell 4.3.9). Prosenten med konsentrasjoner over 5 % og 10 % med en varighet over 10 min er henholdsvis 8.1 % og 1.6 % for Utslipp 2 (Tabell 4.3.10). En utvidet hendelses- og varighetsanalyse for Inntak 3 er presentert Figur 7.3.1 - Figur 7.3.2.

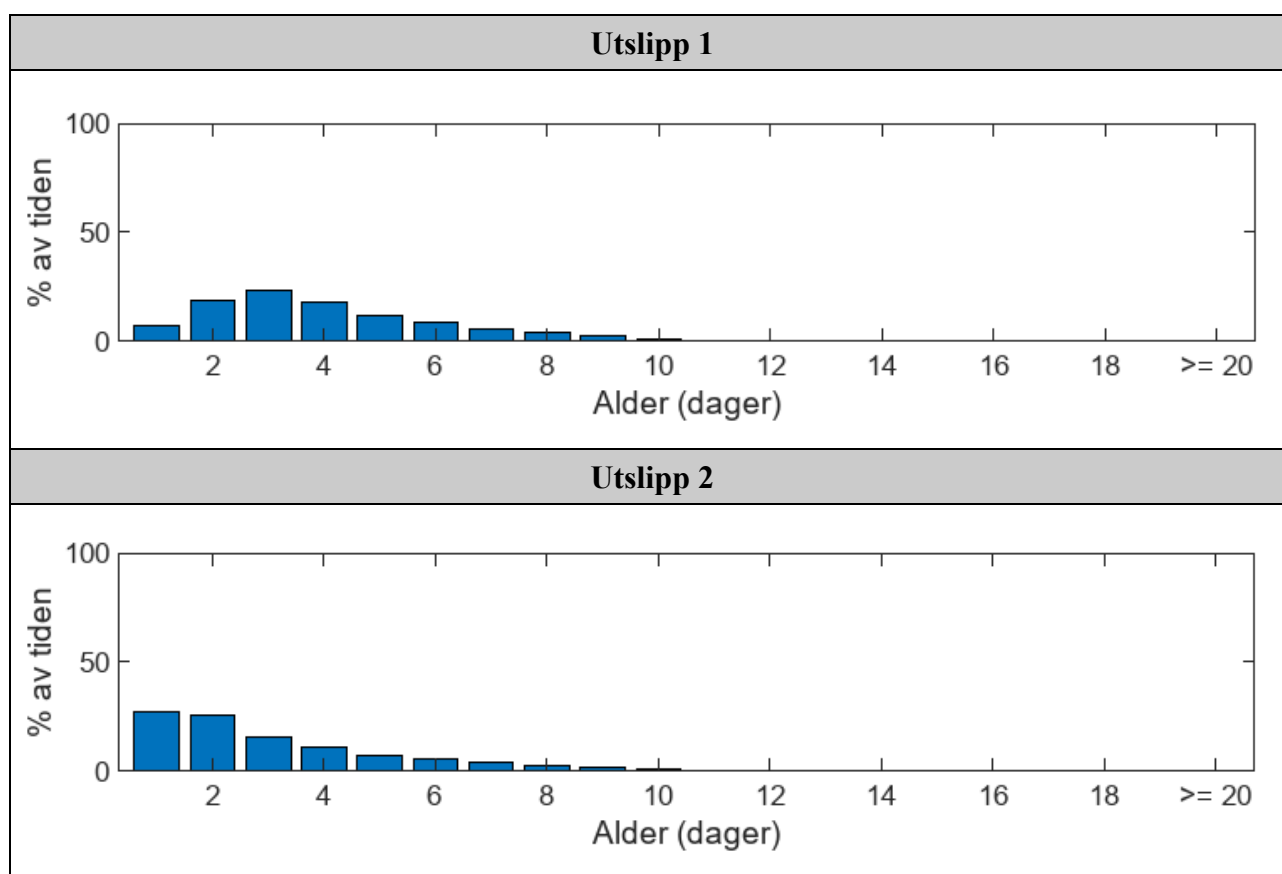
Tabell 4.3.9: Prosent (%) av data i konsentrasjonsintervall med gitt varighet ved Inntak 3 for Utslipp 1.

Konsentrasjon (%)	10 min – 30 min	30 min – 1 t	1 t – 2 t	2 t – 3 t	3 t – 24 t	24 t – 7 d	≥ 7 d
0 – 0.01				0.1	1.4	0.4	
0.01 – 0.05	0.1	0.3	0.7	0.8	11.4	2.1	
0.05 – 0.1	0.5	1.0	1.9	2.0	10.9	1.0	
0.1 – 0.5	0.3	0.9	2.1	2.3	29.7	10.9	
0.5 – 1	0.5	1.2	1.9	1.4	8.2		
1 – 5	0.1	0.4	1.0	0.7	3.1	0.3	
5 - 10							
10 - 100							

Tabell 4.3.10: Prosent (%) av data i konsentrasjonsintervall med gitt varighet ved Inntak 3 for Utslipp 2.

Konsentrasjon (%)	10 min – 30 min	30 min – 1 t	1 t – 2 t	2 t – 3 t	3 t – 24 t	24 t – 7 d	≥ 7 d
0 – 0.01		0.1	0.1	0.2	1.2		
0.01 – 0.05	0.2	0.3	0.7	1.0	8.0	1.2	
0.05 – 0.1	0.6	0.7	1.5	1.3	8.4		
0.1 – 0.5	0.6	1.3	2.4	1.9	20.9	2.3	
0.5 – 1	1.1	1.5	2.2	1.9	5.2		
1 – 5	0.6	1.2	3.1	3.0	16.1	0.4	
5 – 10	0.4	0.9	1.5	1.4	2.3		
10 – 100	0.1	0.4	0.6	0.3	0.2		

For Utslipp 1 er 3 dager den mest vanlige tiden det tar før vannet når Inntak 3 (Figur 4.3.6). For Utslipp 2 er den mest vanlige alderen ved inntaksposisjonen 1 dag (Figur 4.3.6). Spredningen i alder for Inntak 3 (Figur 4.3.6) sammenlignet med den større spredningen for Inntak 1 (Figur 4.3.6) tyder på færre variable vannveier mellom utslippsposisjonene og Inntak 3 enn Inntak 1.



Figur 4.3.6: Utslippsvannets alder fra de to ulike utslippsposisjonene ved Inntak 3.

4.3.4 Oppsummering inntak

Generelt er graden av krysskontaminering, og maksimal konsentrasjon av utslippsvann, lavest for Utslipp 1 - Utslipp 3 på Inntak 1 (Tabell 4.3.11). Dette er et resultat av en stor vertikal avstand mellom inntakspunktet og utslippspunktene. Mindre horisontal avstand mellom inntakspunktet og utslippspunktet resulterer også i høyere krysskontaminering, som derfor resulterer i en høyere krysskontaminering mellom Utslipp 2 og inntaksposisjonene; Inntak 2 og Inntak 3 (Tabell 4.3.11).

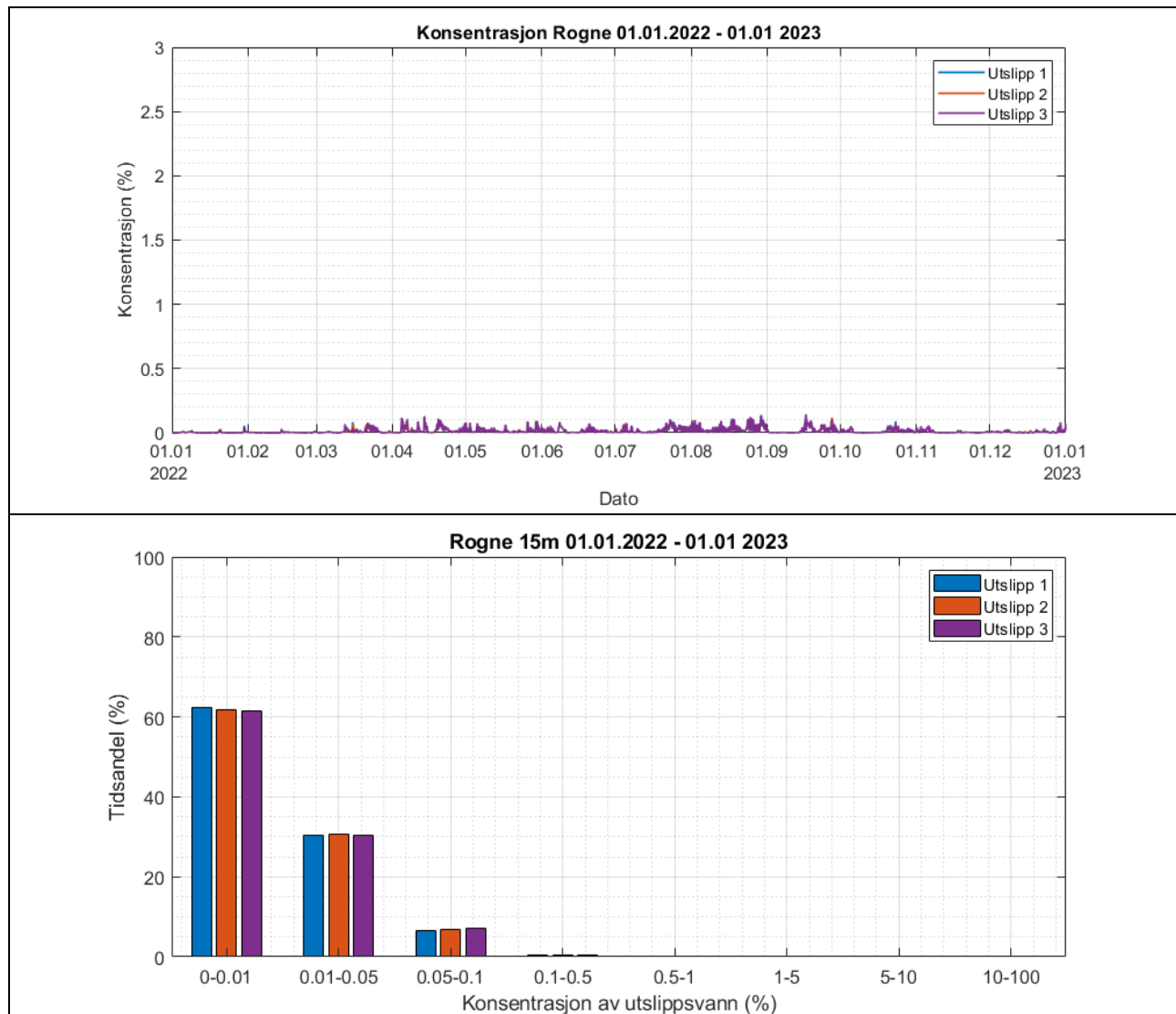
Tabell 4.3.11: Median og maksimal konsentrasjon (%) av utslippsvann ved de tre inntakspunktene for de tre utslippspunktene.

Konsentrasjon (%)	Inntak 1		Inntak 2		Inntak 3	
	Median	Maksimal	Median	Maksimal	Median	Maksimal
Utslipp 1	0.07	0.8	-	-	0.2	4.1
Utslipp 2	0.09	3.2	0.6	20.3	0.4	29.1
Utslipp 3	0.09	6.7	0.4	12.2	-	-

4.4 Konsentrasjon av utslippsvann ved nærliggende lokaliteter

4.4.1 Oppdrettslokaliteten Rogne

Oppdrettslokaliteten Rogne (markert med oransje kryss i Figur 2.1) ligger ca. 8.4 km sørvest for Myklebust. Figur 4.4.1 og Tabell 4.4.1, viser at det er svært lite utslippsvann ($\leq 0.2\%$) fra Myklebust som når Rogne på rundt 15m dyp.

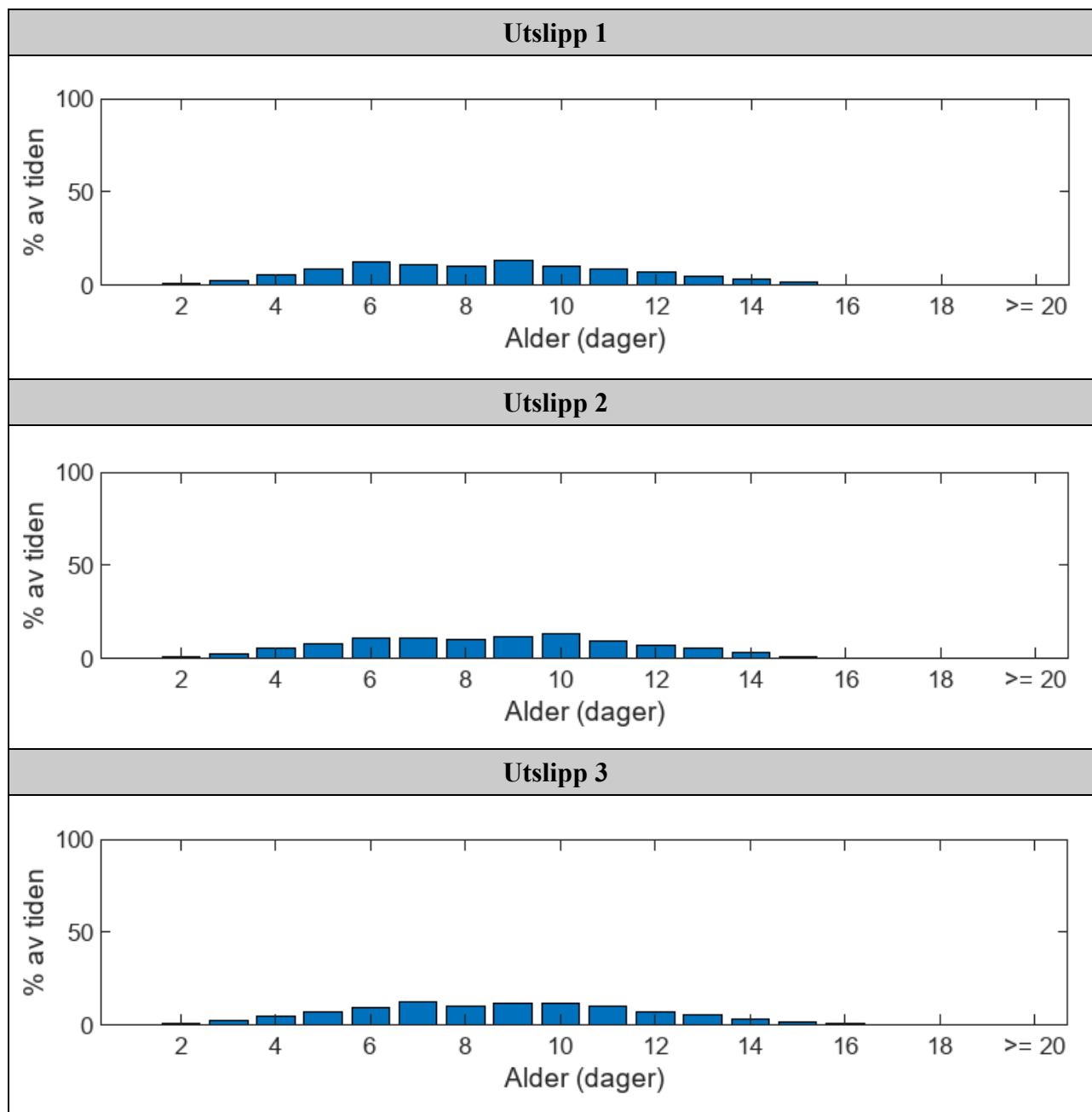


Figur 4.4.1. Tidsserie av konsentrasjon av utslippsvann på 15 m ved Rogne gjennom 2022 (oppe). Legg merke til at her går skalaen til 3 %. Fordeling av konsentrasjoner fra utslippsposisjonene på 15 m ved Rogne (nede).

Tabell 4.4.1: Median og maksimal konsentrasjon (%) av utslippsvann ved 15 m dyp ved Rogne fra de tre utslippspunktene.

Konsentrasjon (%)	Rogne	
	Median	Maksimal
Utslipp 1	0.005	0.1
Utslipp 2	0.005	0.2
Utslipp 3	0.005	0.1

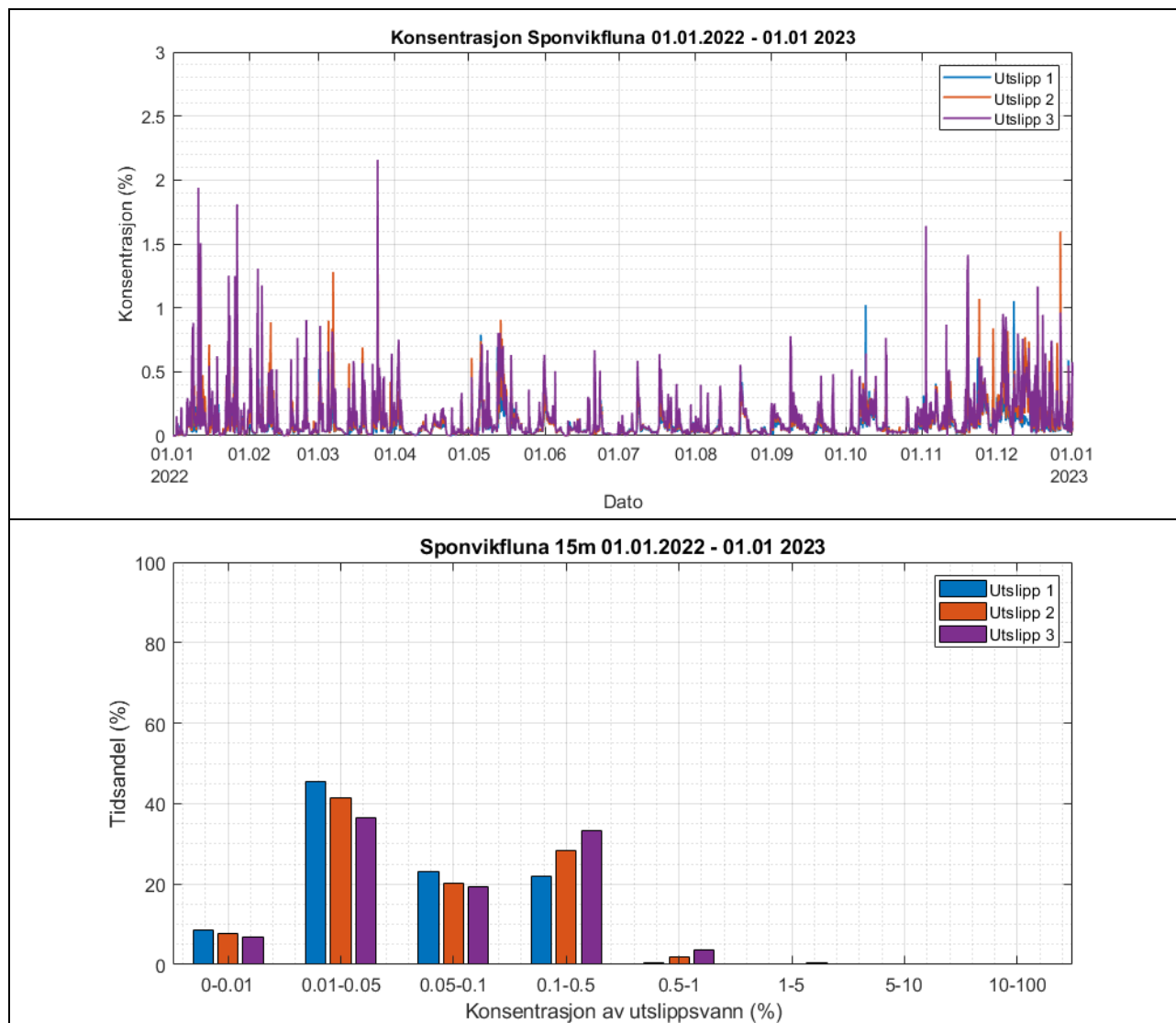
De lave konsentrasjonene av utslippsvann som når Rogne (Figur 4.4.1) har en alder som for begge utslippsposisjonene er spredt mellom 2 til 16 dager (Figur 4.4.2). Dette indikerer variable vannveier.



Figur 4.4.2: Utslippsvannets alder ved 15 m ved Rogne for de ulike utslippsposisjonene.

4.4.2 Tareanlegget Sponvikfluna

Tareanlegget Sponvikfluna (markert med grønt kryss i Figur 2.1) ligger omtrent 3.6 km nordøst for Myklebust. Figur 4.4.3 og Tabell 4.4.2 viser at Utslipp 1 gir litt lavere konsentrasjoner enn Utslipp 2 og Utslipp 3 ved Sponvikfluna. Mediankonsentrasjon av utslippsvann er på 0.04 % for Utslipp 1, 0.05 % for Utslipp 2 og 0.06 % for Utslipp 3 (Tabell 4.4.2).

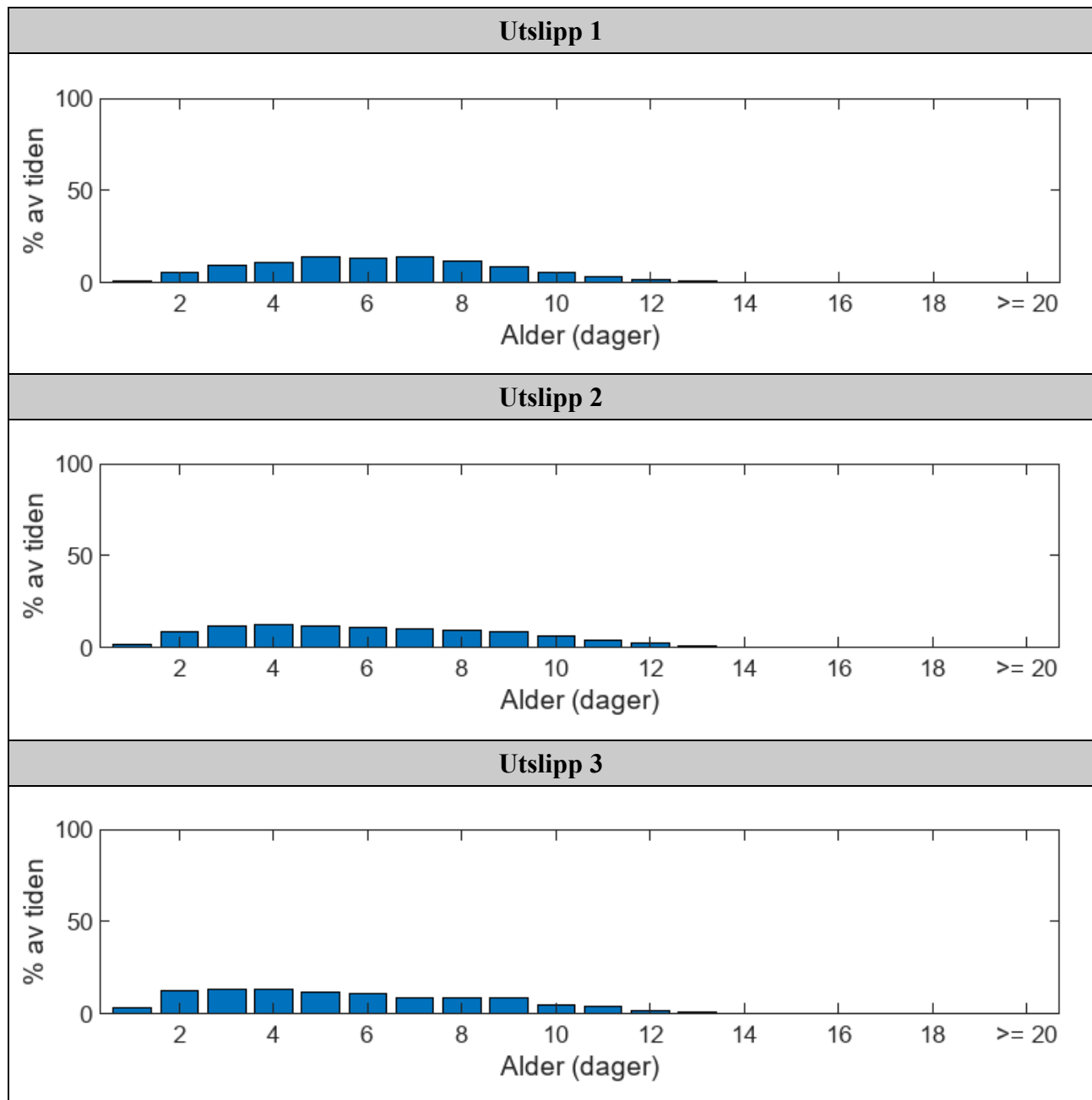


Figur 4.4.3. Tidsserie av konsentrasjon av utslippsvann på 15 m ved Sponvikfluna gjennom 2022 (oppe). Legg merke til at her går skalaen til 3 %. Fordeling av konsentrasjoner fra utslippsposisjonene på 15 m ved Sponvikfluna (nede).

Tabell 4.4.2: Median og maksimal konsentrasjon (%) av utslippsvann ved 15 m dyp ved Sponvikfluna fra de tre utslippspunktene.

Konsentrasjon (%)	Sponvikfluna	
	Median	Maksimal
Utslipp 1	0.04	1.1
Utslipp 2	0.05	1.6
Utslipp 3	0.06	2.2

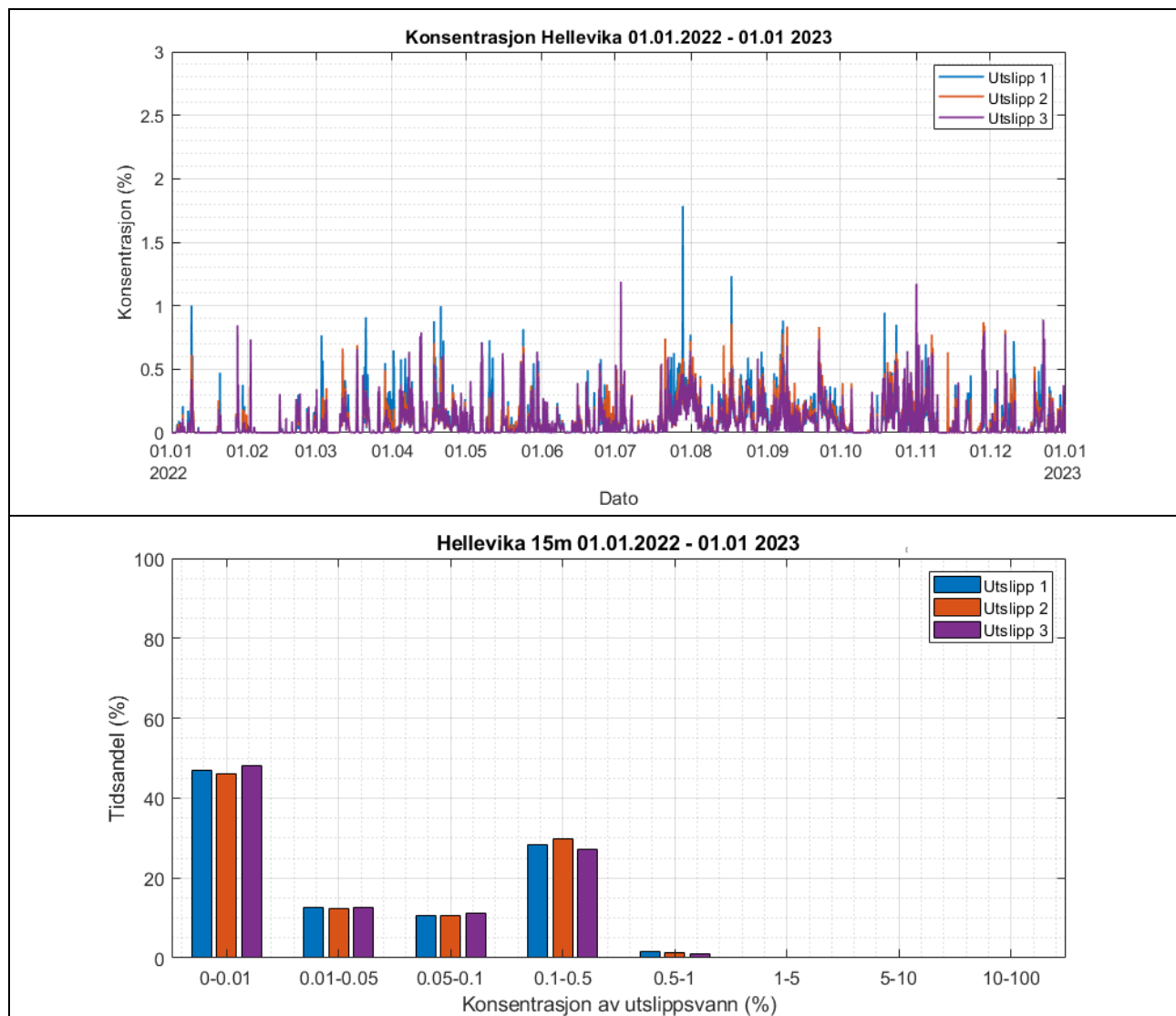
De konsentrasjonene av utslippsvann som når Sponvikfluna (Figur 4.4.3) har en alder som for de tre utslippsposisjonene er mellom 1 til 13 dager (Figur 4.4.4). Dette indikerer variable vannveier.



Figur 4.4.4: Utslippsvannets alder ved 15 m ved Sponvikfluna for de ulike utslippsposisjonene.

4.4.3 Oppdrettslokaliteten Hellevika

Den planlagte torskelokaliteten Hellevika (markert med lilla kryss i Figur 2.1) ligger ca. 2.7 km sørvest/vest for Myklebust. Figur 4.4.5 og Tabell 4.4.3 viser at Utslipp 3 har litt lavere konsentrasjon ved Hellevika, med en mediankonsentrasjon av utslippsvann på 0.01 %. Medianen er 0.02 % for Utslipp 1 og Utslipp 2 (Tabell 4.4.3).

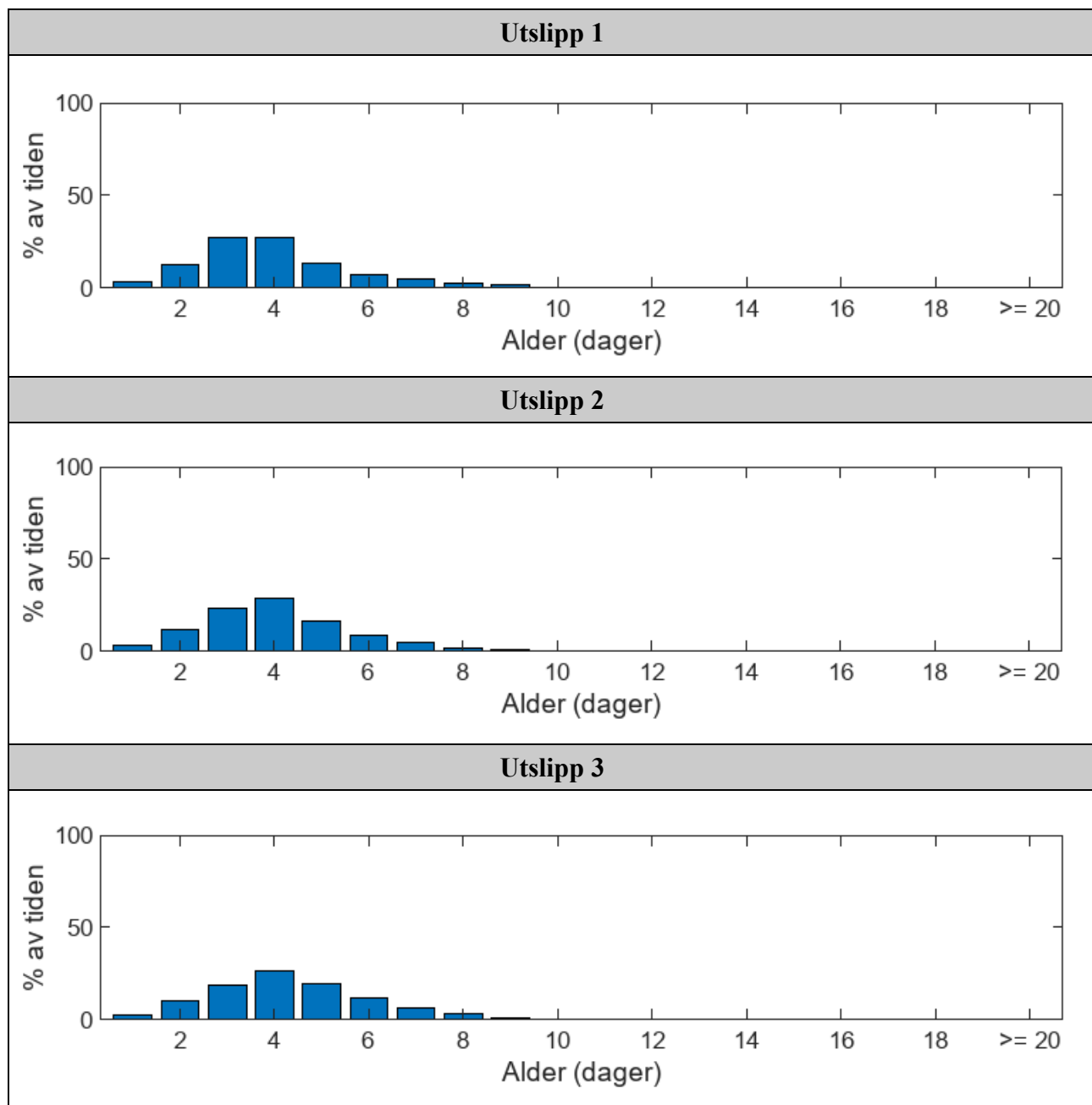


Figur 4.4.5. Tidsserie av konsentrasjon av utslippsvann på 15 m ved Hellevika gjennom 2022 (oppe). Legg merke til at her går skalaen til 3 %. Fordeling av konsentrasjoner fra utslippsposisjonene på 15 m ved Hellevika (nede).

Tabell 4.4.3: Median og maksimal konsentrasjon (%) av utslippsvann ved 15 m dyp ved Hellevika fra de tre utslippspunktene.

Konsentrasjon (%)	Hellevika	
	Median	Maksimal
Utslipp 1	0.02	1.8
Utslipp 2	0.02	1.1
Utslipp 3	0.01	1.2

De konsentrasjonene av utslippsvann som når Hellevika (Figur 4.4.5) har en alder som for de tre utslippsposisjonene er spredt mellom 1 til 9 dager (Figur 4.4.6), og i snitt tar det rundt 4 dager før vannet når Hellevika.



Figur 4.4.6: Utslippsvannets alder ved 15 m ved Hellevika for de ulike utslippsposisjonene.

4.5 Konsentrasjoner av næringssalt

For å kunne vurdere miljøpåvirkningen av utslippet i resipienten er konsentrasjonsnivået av nitrogen og fosfor beregnet. Dette er basert på innholdsmengden av næringssaltene i utslippsvannet og fortynningen i resipienten. I «Veileder for Klassifisering av miljøtilstand i vann» (Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018) er grenseverdier for ulike tilstandsklasser gitt i Tabell 9.26. Disse grenseverdiene er gitt for overflatelaget, for vinter og sommer. Myndighetene har satt som mål at alle vannforekomster skal ha miljøtilstand «God» eller «Svært god» (Vannforskriften, (2021)).

I Vann-nett er Harøyfjorden oppgitt å ha miljøtilstand «God» (Vann-nett.no 2025). Dette blir lagt til grunn for den videre evalueringen av påvirkningen fra utslippet på Myklebust til miljøtilstanden i fjorden. Størstedelen av utslippet vil holde seg i vannforekomsten Harøyfjorden. I løpet av sommersesongen vil primærproduksjon forbruke næringssalter og senke konsentrasjonene av fosfor og nitrogen. Modelleringen tar ikke hensyn til primærproduksjon og resultatene fra modelleringen er slik et konservativt estimat.

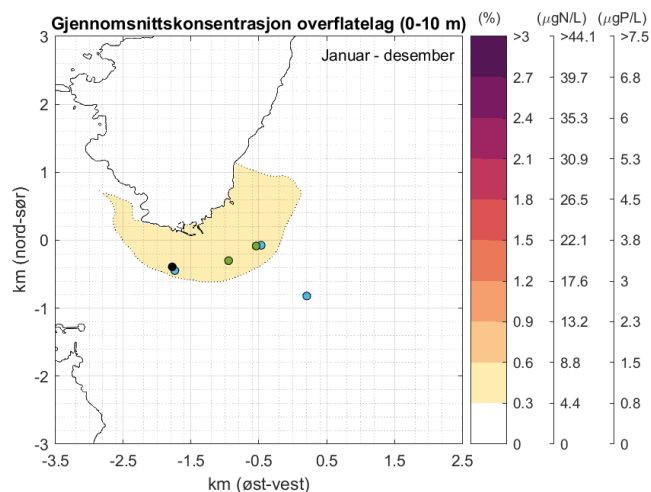
Konsentrasjonen av nitrogen og fosfor i utslippsvannet avhenger av rensegraden som blir valgt. Resultatene i denne rapporten baserer seg på en rensing av nitrogen på 11 % og en rensing av fosfor på 28 %. Spredningen av næringssalt følger samme mønster som utslippet. Ved denne rensegraden vil en konsentrasjon av utslippsvann på 3 % i overflatelaget (0 – 10 m) tilsvare en økning i konsentrasjonen av næringssaltene på 44.1 µgN/l og 7.5 µgP/l (Figur 4.5.1). I gjennomsnitt er overflatekonsentrasjonen lavere enn 0.9 % som tilsvarer 13.2 µgN/l og 2.3 µgP/l for Utslipp 2 og Utslipp 3 (Figur 4.5.1). I gjennomsnitt er overflatekonsentrasjonen lavere enn 0.6 % som tilsvarer 8.8 µgN/l og 1.5 µgP/l for Utslipp 1. I kortere perioder vil det kunne være høyere konsentrasjoner rundt sørenden av Harøya, både nordvest inn i Fjørtoftfjorden og nordøst på vestsiden av Harøyfjorden (Figur 4.5.2 – Figur 4.5.4). Utslipp 1 har litt lavere gjennomsnittlig konsentrasjon enn de 2 andre utslippsposisjonene (Figur 4.5.1 – Figur 4.5.4).

I vurderingen av påvirkningen fra utslippet ved Myklebust på konsentrasjonen av næringssalt i fjorden, legges tilførte næringssalt fra utslippet til gjennomsnittsverdiene for bakgrunnsnivået «God» (Tabell 4.5.1). Denne summen gir informasjon om det er forventet at den tilførte mengden næringssalt endrer tilstandsgraden for næringssalt i fjorden. Figur 4.5.5 viser det at det ikke er noen tilfeller der tilstandsgraden endres på grunn av utslippet fra avløpsanlegget ved Myklebust, uavhengig av hvilket utslippspunkt som velges. Figurene for alle utslippsposisjonene ser like ut som Figur 4.5.5.

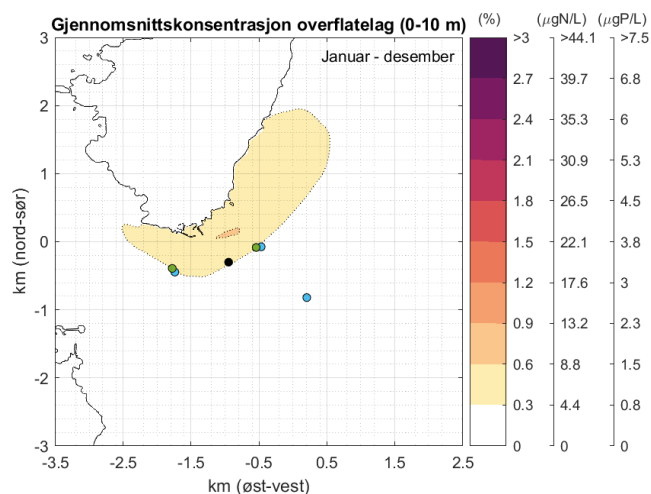
Tabell 4.5.1: Oversikt over gjennomsnittlig tilstandsgrad ved Myklebust for vannforekomst Harøyfjorden.

	Tilstand sommer	Gjennomsnitt sommer	Tilstand vinter	Gjennomsnitt vinter
Nitrogen	«God»	290 µg/L	«God»	336 µg/L
Fosfor	«God»	13.75 µg/L	«God»	22.5 µg/L

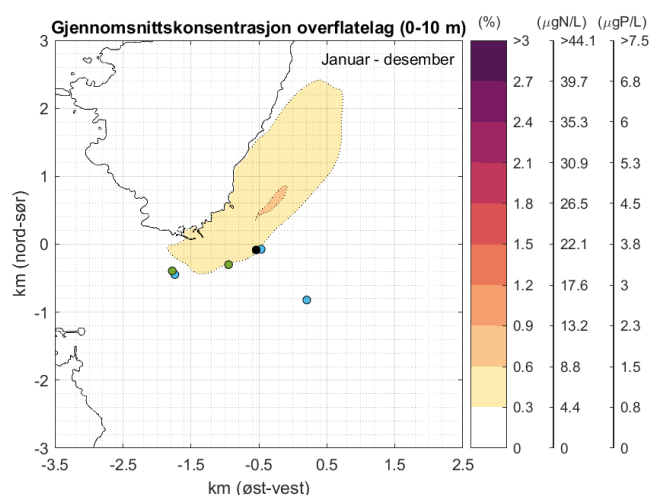
Utslipp 1



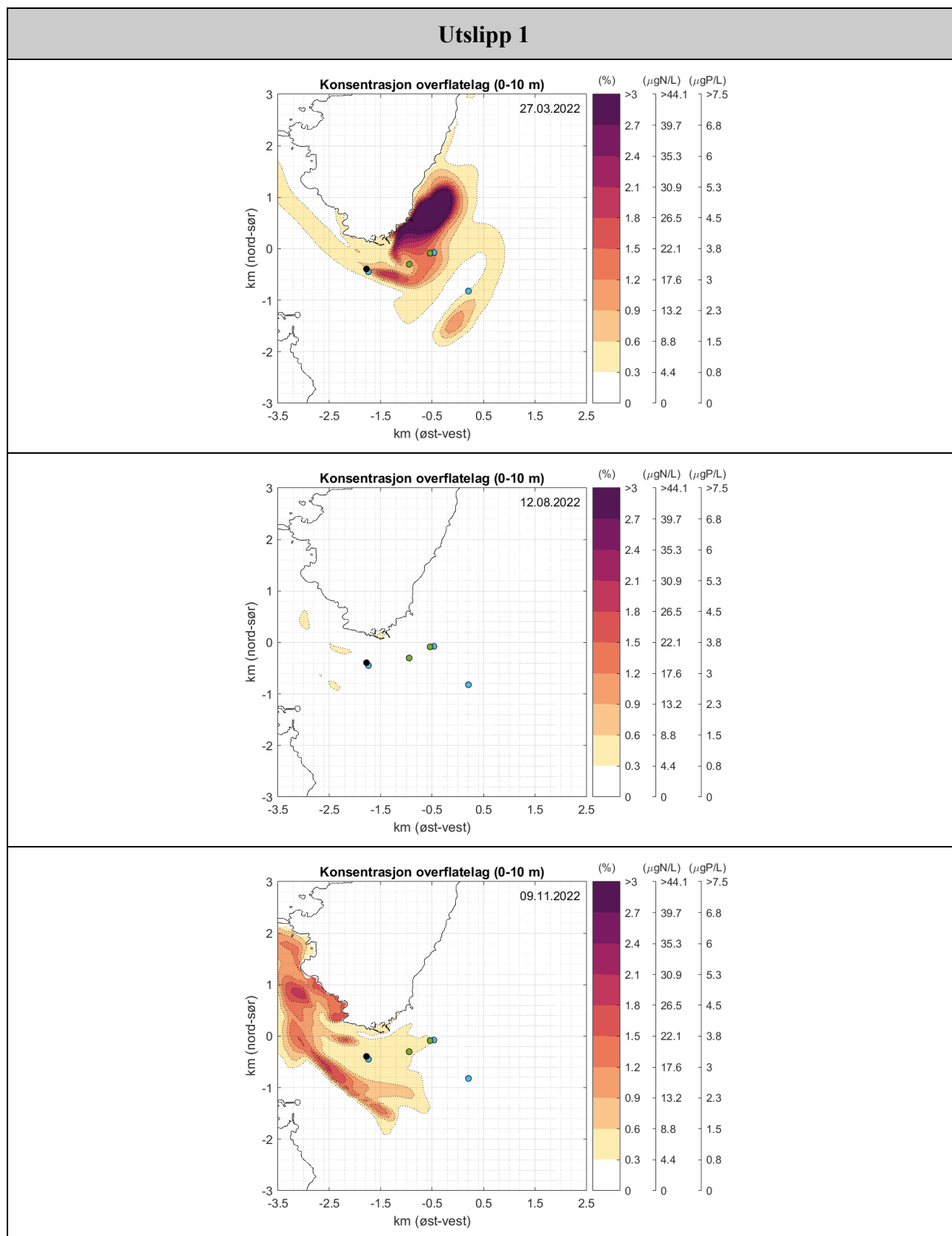
Utslipp 2



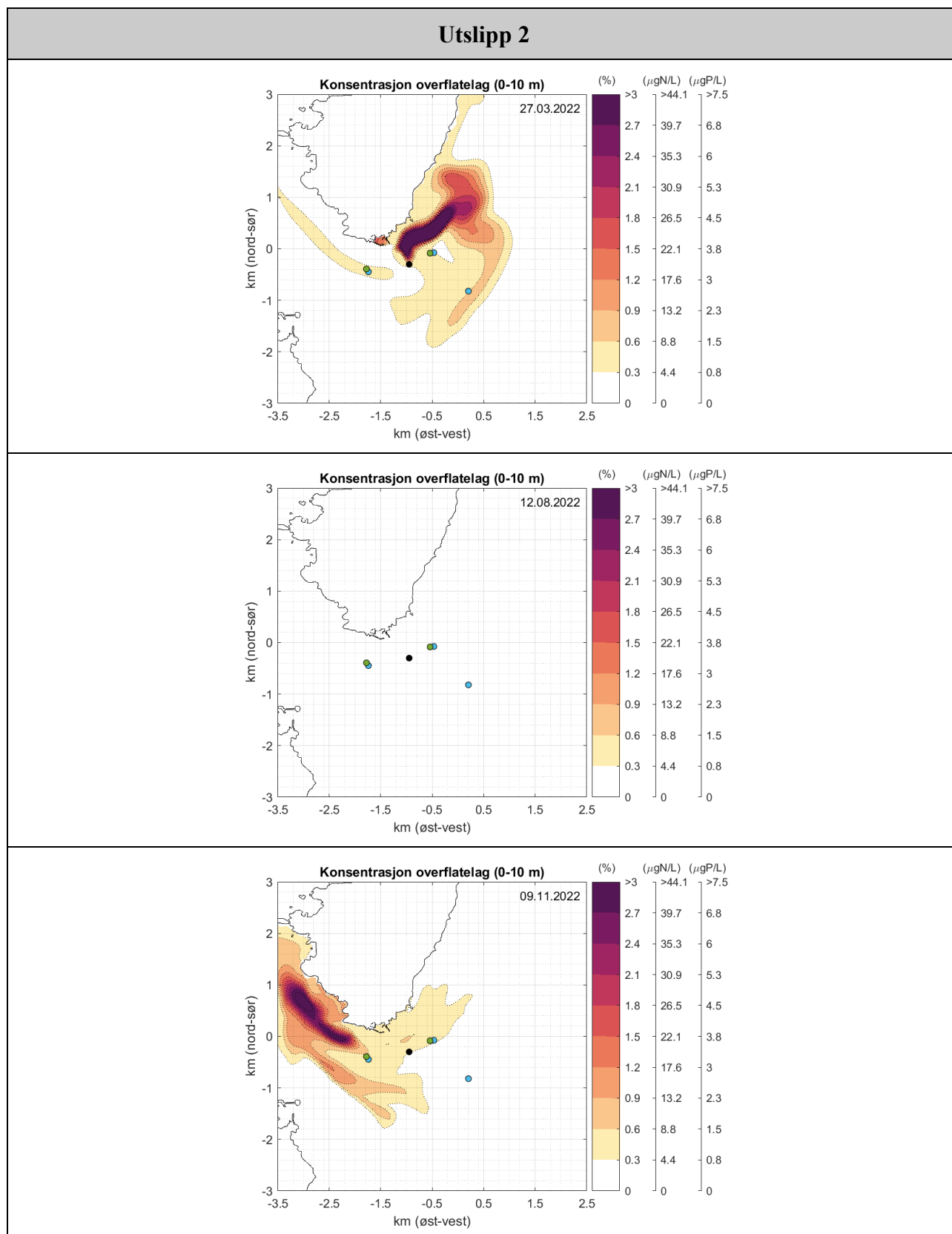
Utslipp 3



Figur 4.5.1: Gjennomsnittlig konsentrasjon av utslippsvann i overflatelaget (0 – 10 m) og tilsvarende verdier for nitrogen og fosfor, for de tre ulike utslippsposisjonene i perioden 01.01.2022 – 31.12.2022. Konsentrasjoner av utslippsvann har fargeskala fra 0 til 3 %, konsentrasjon av nitrogen (µgN/L) er vist på skala i midten, og konsentrasjon av fosfor (µgP/L) er vist på skala til høyre. Utslippspunktet er vist med svart prikk, og de andre utslippsposisjonene med grønne prikker. Lyseblå prikker viser inntakspunktene.

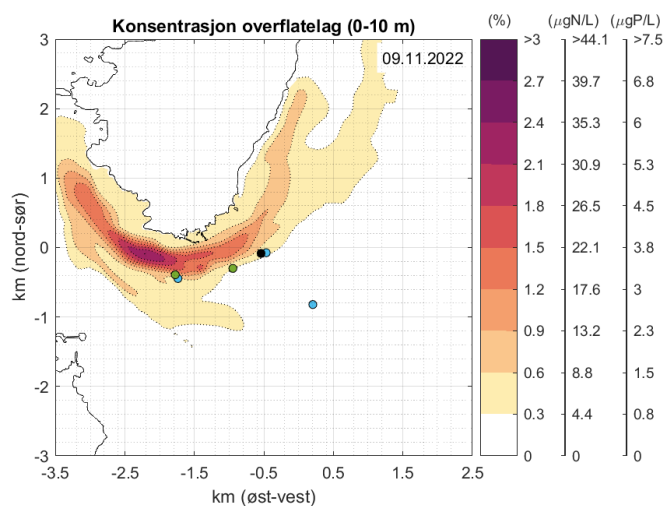
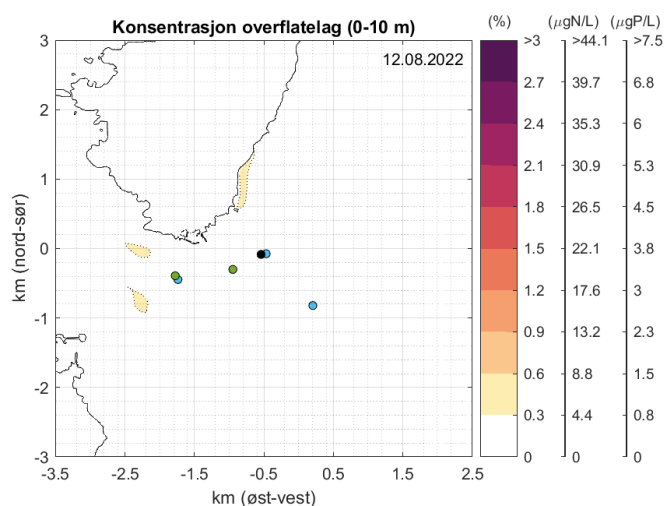
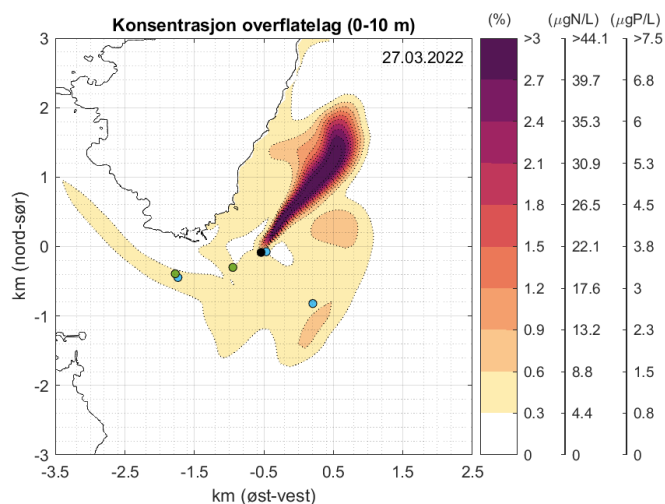


Figur 4.5.2: Konsentrasjon av utslippsvann (fra Utslipp 1, Figur 2.2) og tilsvarende verdier for nitrogen og fosfor, på dagene 27.03, 12.08 og 09.11.22 for overflatelaget (øverste 10 m). Konsentrasjoner av utslippsvann er vist med fargeskala opp til 3 %, konsentrasjon av nitrogen ($\mu\text{gN/L}$) er vist på skala i midten, og konsentrasjon av fosfor ($\mu\text{gP/L}$) er vist på skala til høyre. Utslippspunktet er vist med svart prikk, og de andre utslippsposisjonene med grønne prikker. Lyseblå prikker viser inntakspunktene.

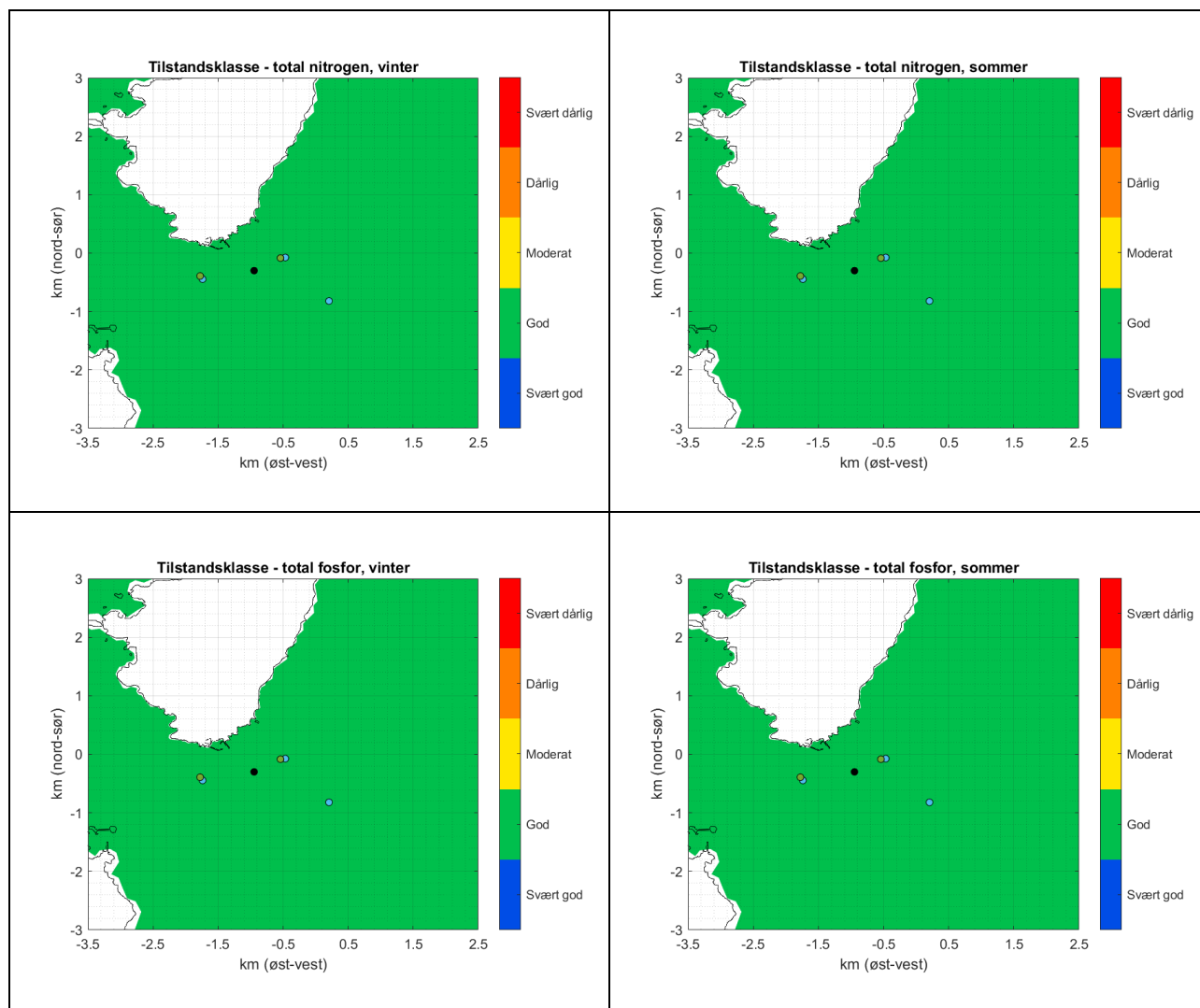


Figur 4.5.3: Konsentrasjon av utslippsvann (fra Utslipp 2, Figur 2.2) og tilsvarende verdier for nitrogen og fosfor, på dagene 27.03, 12.08 og 09.11.22 for overflatelaget (øverste 10 m). Konsentrasjoner av utslippsvann er vist med fargeskala opp til 3 %, konsentrasjon av nitrogen ($\mu\text{gN/L}$) er vist på skala i midten, og konsentrasjon av fosfor ($\mu\text{gP/L}$) er vist på skala til høyre. Utslippspunktet er vist med svart prikk, og de andre utslippsposisjonene med grønne prikker. Lyseblå prikker viser inntakspunktene.

Utslipp 3



Figur 4.5.4: Konsentrasjon av utslippsvann (fra Utslipp 3, Figur 2.2) og tilsvarende verdier for nitrogen og fosfor, på dagene 27.03, 12.08 og 09.11.22 for overflatelaget (øverste 10 m). Konsentrasjoner av utslippsvann er vist med fargeskala opp til 3 %, konsentrasjon av nitrogen ($\mu\text{gN/L}$) er vist på skala i midten, og konsentrasjon av fosfor ($\mu\text{gP/L}$) er vist på skala til høyre. Utslippspunktet er vist med svart prikk, og de andre utslippsposisjonene med grønne prikker. Lyseblå prikker viser inntakspunktene.



Figur 4.5.5: Kart over tilstandsklasse for summen av gjennomsnittlig bakgrunnsnivå og gjennomsnittlig tilført mengde næringssalter fra Utslipp 2. Utslippspunktet er vist med svart prikk, og de andre utslippsposisjonene med grønne prikker. Inntaksposisjonene har blå prikker. Resultatet er likt for alle utslippspunkt.

I denne modelleringsrapporten vurderes bare tilført mengde fra utslippet i forhold til klassegrensene og ikke direkte målinger av nitrogen og fosfor. For å endelig bestemme forventet konsentrasjon av næringssalt i resipienten må observerte bakgrunnsnivå sammenlignes med tilførte næringssalt fra utslippet.

5. Resultat – utslipp fra nærliggende lokalitet

Det er foretatt simulering av spredning og fortynning av vann fra det planlagte torskeoppdrettslokaliteten Hellevika for hele 2022. Simuleringen av spredning av vannmasser er gjort ved hjelp av et utslipp på 1 L/s fra midten av anlegget. Utslippet skaleres ved at konsentrasjonen av utslippsvann er satt til 100 % ved 15 m dyp i anlegget. Slik blir resultatene uavhengige av utslippsmengdene brukt i modellen, og resultatene vises som andelen utslippsvann fra lokaliteten Hellevika som er i et gitt punkt til en gitt tid.

Resultatene er vist med andelen utslippsvann på utvalgte dager i løpet av året, og med gjennomsnittsverdi for hele året. Spredningen er vist ved bunndyp med andelsnivå opp til 1 ‰. Dette nivået er valgt som en representativ maksimumsverdi for andelen utslippsvann i et gitt punkt, da utslippet fortynnes raskt når det spres ut fra anlegget. Et resultat på 1 ‰ betyr at en tusendel av utslippet er til stede i det punktet.

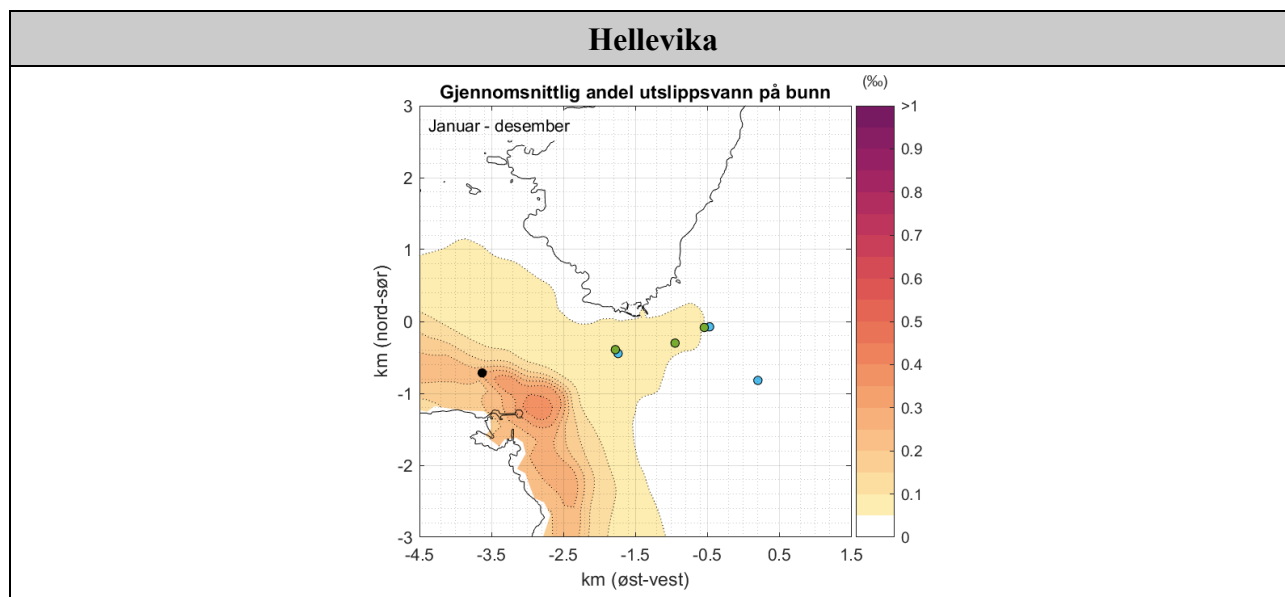
Gjennomsnittlig andel utslippsvann er lavere enn 0.1 ‰ ved alle inntakspunktene ved Myklebust. Merk at 0.1 ‰ er en svært lav andel utslippsvann. Merk også at resultatene i dette kapittelet er skalert og kan ikke sammenlignes direkte med resultatene gitt i Kapittel 4.

For å videre vurdere vannslektskapet mellom utslippet fra Hellevika, og til inntakspunktene ved Myklebust, vises det tidsserier av andel utslippsvann og fordelingen av andel utslippsvann ved inntakspunktene. I tillegg er det utført en varighetsanalyse for å evaluere hvor lenge det er ventet å være konsentrasjoner av ulike nivå fra Hellevika ved inntakspunktene.

5.1 Gjennomsnittlig påvirkning

Spredningen av utslipp varierer i løpet av døgnet og påvirkes av tidevannet og vindpådraget. For å finne ut i hvor stor grad de tre ulike inntaksposisjonene blir berørt av utslipp, er gjennomsnittlig andel utslippsvann i løpet av året, over hele modellområdet, beregnet for utslippet fra Hellevika. Merk at den gjennomsnittlige påvirkningen kan avvike betydelig fra typiske øyeblikksbilder av spredningen (Kapittel 5.2).

De høyeste gjennomsnittlige andelene av vann fra Hellevika forekommer på sørsiden av Fjørtoftfjorden, men utslippet brer seg utover i mer eller mindre hele Fjørtoftfjorden og sørover på vestsiden av Harøyfjorden. Gjennomsnittlig andel utslippsvann fra Hellevika er under 0.1 ‰ ved bunnen ved de tre inntakspunktene (Figur 5.1.1).

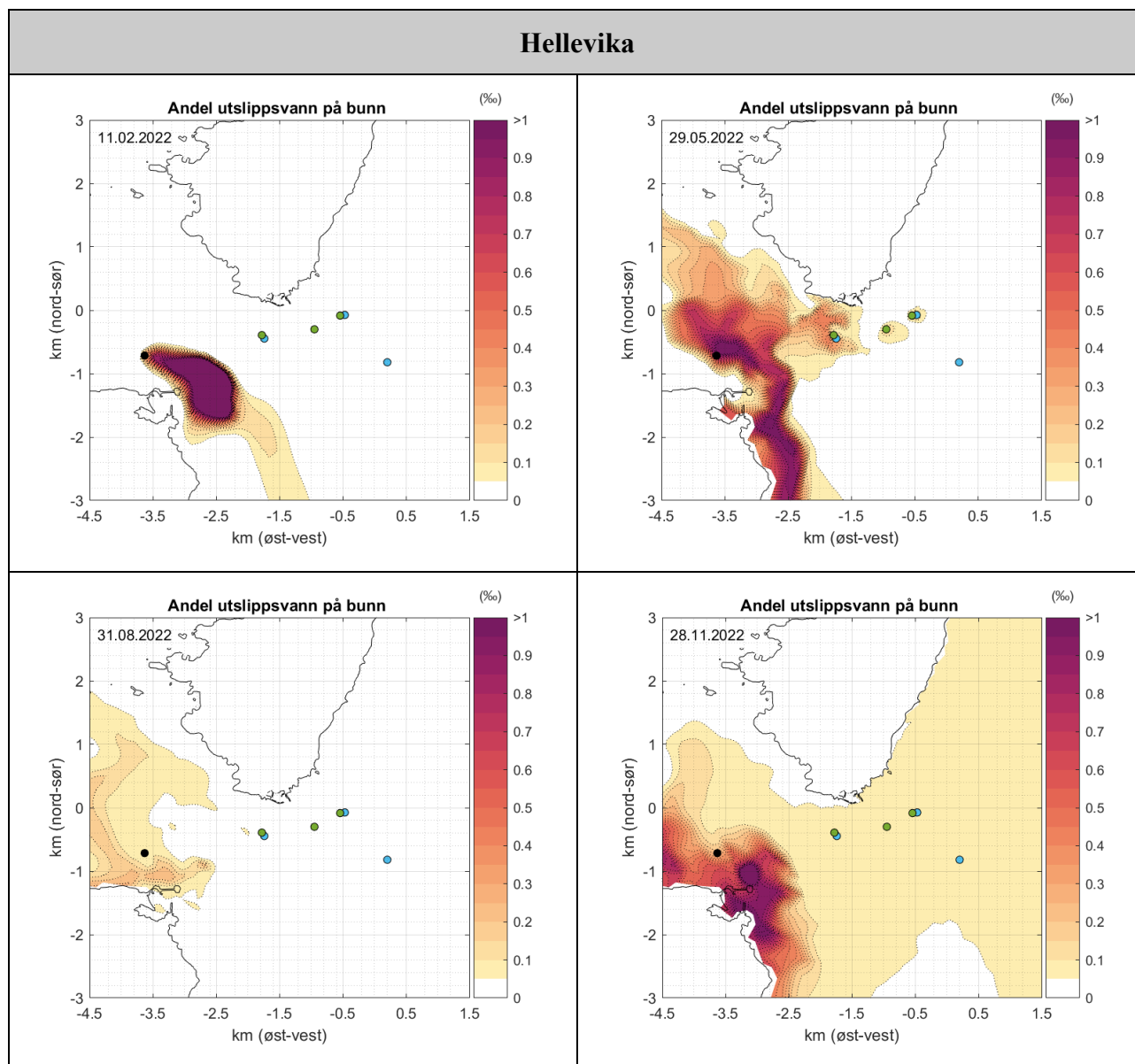


Figur 5.1.1: Gjennomsnittlig andel utslippsvann ved bunnen fra Hellevika i perioden 01.01.2022 – 31.12.2022. Andelen av utslippsvann er vist med fargeskala fra 0 til 1 ‰. Utslippspunktet er vist med svart prikk, og de andre utslippsposisjonene med grønne prikker. Lyseblå prikker viser inntakspunktene.

5.2 Daglig spredning

Spredningen av utslipp varierer i løpet av den simulerte perioden og påvirkes av tidevannet og direkte påvirkning fra vind i overflaten. Figur 5.2.1 viser andelen av utslippsvann (‰) fra Hellevika ved bunnen for fire utvalgte dager gjennom året. Disse dagene er valgt grunnet ulike strømforhold og spredning.

Utslipet fra Hellevika spres i ulike retninger, blant annet i Fjørtoftfjorden og ut i Harøyfjorden. Høyest andel av utslippsvannet er konsentrert rundt Hellevika på sørsiden av Fjørtoftfjorden og sørover på vestsiden av Harøyfjorden (Figur 5.2.1). Det er lavere andel av utslippsvannet som når Inntak 1 enn Inntak 2 og Inntak 3. Det er i alle tilfeller relativt lav andel av utslippsvann ved inntaksposisjonene til Myklebust.

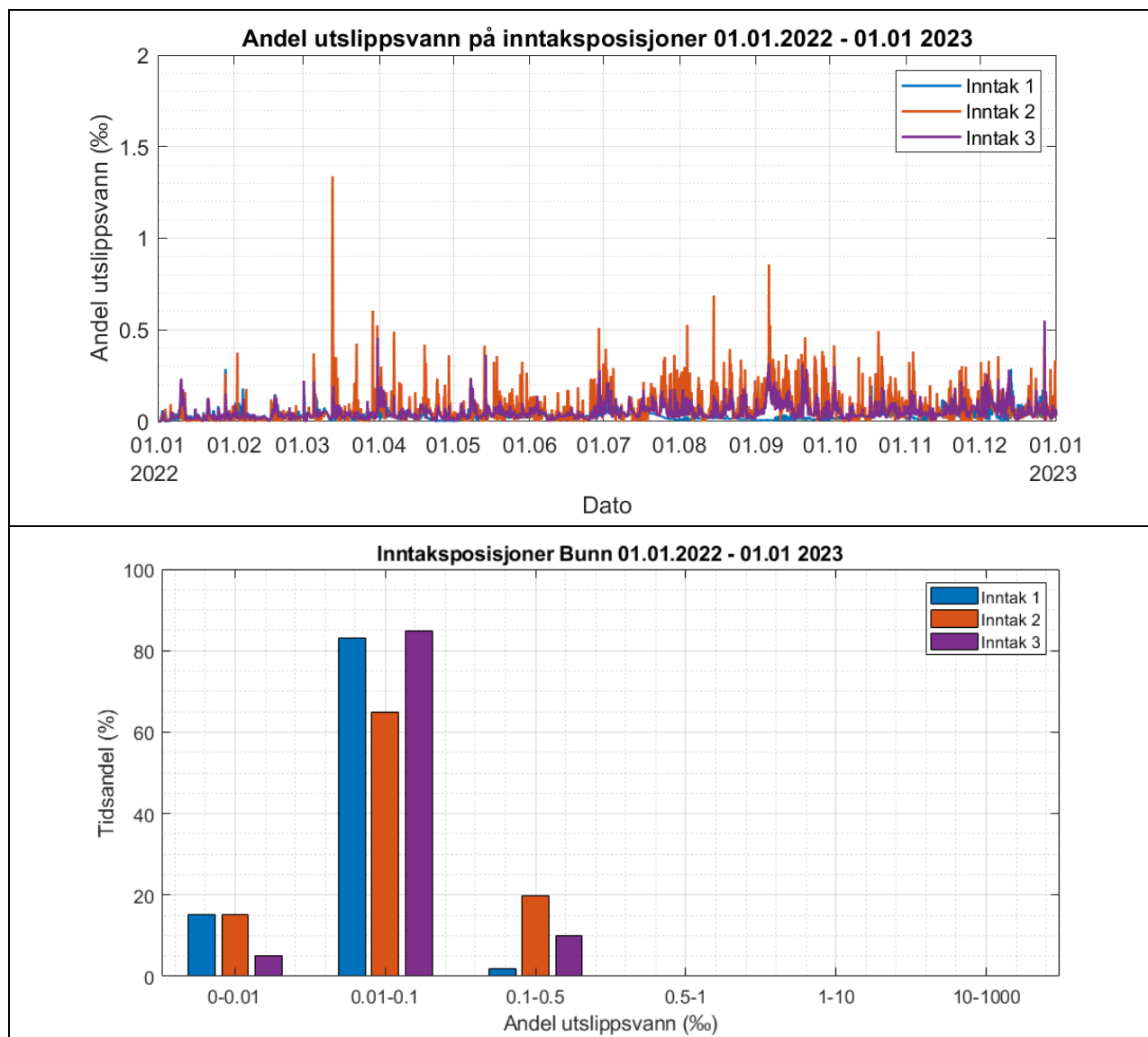


Figur 5.2.1: Andel av utslippsvann på bunnen (fra Hellevika, Figur 2.1) på dagene 11.02, 29.05 og 31.08 og 28.11.22 ved bunnen. Andelen utslippsvann er vist med fargeskala opp til 1 ‰. Utslippspunktet er vist med svart prikk, og de andre utslippsposisjonene med grønne prikker. Lyseblå prikker viser inntakspunktene.

5.3 Andel av utslippsvann ved inntakspunkt

Tidsserier av andel utslippsvann ved inntaksposisjonene; Inntak 1 på 65 m, og Inntak 2 og Inntak 3 på 25 m, er vist gjennom året i øvre panel i Figur 5.3.1. Andelen utslippsvann på bunnen er lavest ved Inntak 1 og høyest ved Inntak 2.

I nedre panel i Figur 5.3.1 er andelsfordelingen på bunnen for hele året ved de tre inntaksposisjonene vist. Denne sier noe om frekvensen av de ulike andelene av utslippsvann ved inntakspunktene. Andelen av utslippsvannet har høyest frekvens mellom 0.01 – 0.1 ‰ ved alle de tre inntaksposisjonene. Ved Inntak 2 er det en høyere frekvens for andelen utslippsvann mellom 0.1 – 0.5 ‰ og mellom 0.5 – 1.0 ‰ (som ikke er stor nok til å vises på figuren).



Figur 5.3.1: Tidsserie av andel utslippsvann fra Hellevika ved Inntak 1 Inntak 2 og Inntak 3 gjennom 2022 (oppe). Fordeling av andel utslippsvann fra Hellevika ved de tre ulike inntaksposisjonene (nede).

Generelt er graden av krysskontaminering og maksimalverdien lavest ved Inntak 1, med utslipp fra Hellevika (Tabell 5.3.1). Dette er et resultat av både stor horisontal og vertikal avstand mellom inntakspunktet Inntak 1 og Hellevika.

Tabell 5.3.1: Median og maksimal andel (‰) av utslippsvann fra Hellevika ved bunnen ved de tre inntaksposisjonene.

Andel (‰)	Hellevika	
	Median	Maksimal
Inntak 1	0.02	0.4
Inntak 2	0.04	1.3
Inntak 3	0.04	0.6

For å se nærmere på fordelingen av andel utslippsvann er det beregnet en persentilfordeling. Persentilfordelingen av andelen utslippsvann fra Hellevika ved de tre inntaksposisjonene (Tabell 5.3.2) viser at 99 % av tiden er konsentrasjonene under eller lik 0.1 ‰ ved Inntak 1, under eller lik 0.3 ‰ ved Inntak 2 og under eller lik 0.2 ‰ ved Inntak 3.

Tabell 5.3.2: Persentilfordeling av andel utslippsvann (%) fra Hellevika ved bunnen ved inntaksposisjonene; Inntak 1, Inntak 2 og Inntak 3.

Persentil	Inntak 1	Inntak 2	Inntak 3
1	0.001	0.0002	0.002
10	0.01	0.005	0.01
20	0.01	0.02	0.02
30	0.02	0.02	0.03
40	0.02	0.03	0.03
50	0.02	0.04	0.04
60	0.03	0.1	0.05
70	0.03	0.1	0.1
80	0.04	0.1	0.1
90	0.1	0.2	0.1
95	0.1	0.2	0.1
99	0.1	0.3	0.2

Verdiene i Tabell 5.3.3 – Tabell 5.3.5 indikerer prosent av data i ulike intervaller av andel utslippsvann med ulike varighet. Andelen utslippsvann har hyppigst varighet mellom 0.01 – 0.1 % som varer over 24 t ved Inntak 1. Andelen utslippsvann mellom 0.1 – 0.5 % ved Inntak 1 er 1.8 % av dataene. Ved Inntak 2 har andelen utslippsvann hyppigst varighet mellom 0.01 – 0.1 % som varer mellom 3 t – 7 d. Andelen utslippsvann mellom 0.1 – 0.5 % ved Inntak 2 er 19.8 % av dataene. Ved Inntak 3 har andelen utslippsvann har hyppigst varighet mellom 0.01 – 0.1 % som varer mellom 24 t – 7 d. Andelen utslippsvann mellom 0.1 – 0.5 % ved Inntak 2 er 10.0 % av dataene.

Tabell 5.3.3: Prosent (%) av data i andelsintervall med gitt varighet ved Inntak 1 for utslipp fra Hellevika.

Andel (%)	10 min – 30 min	30 min – 1 t	1 t – 2 t	2 t – 3 t	3 t – 24 t	24 t – 7 d	≥ 7 d
0 – 0.01	0.1	0.1	0.5	0.8	8.1	5.7	
0.01 – 0.1	0.1	0.2	0.5	0.3	12.8	39.5	29.7
0.1 – 0.5		0.1	0.2	0.2	1.3		
0.5 – 1000							

Tabell 5.3.4: Prosent (%) av data i andelsintervall med gitt varighet ved Inntak 2 for utslipp fra Hellevika.

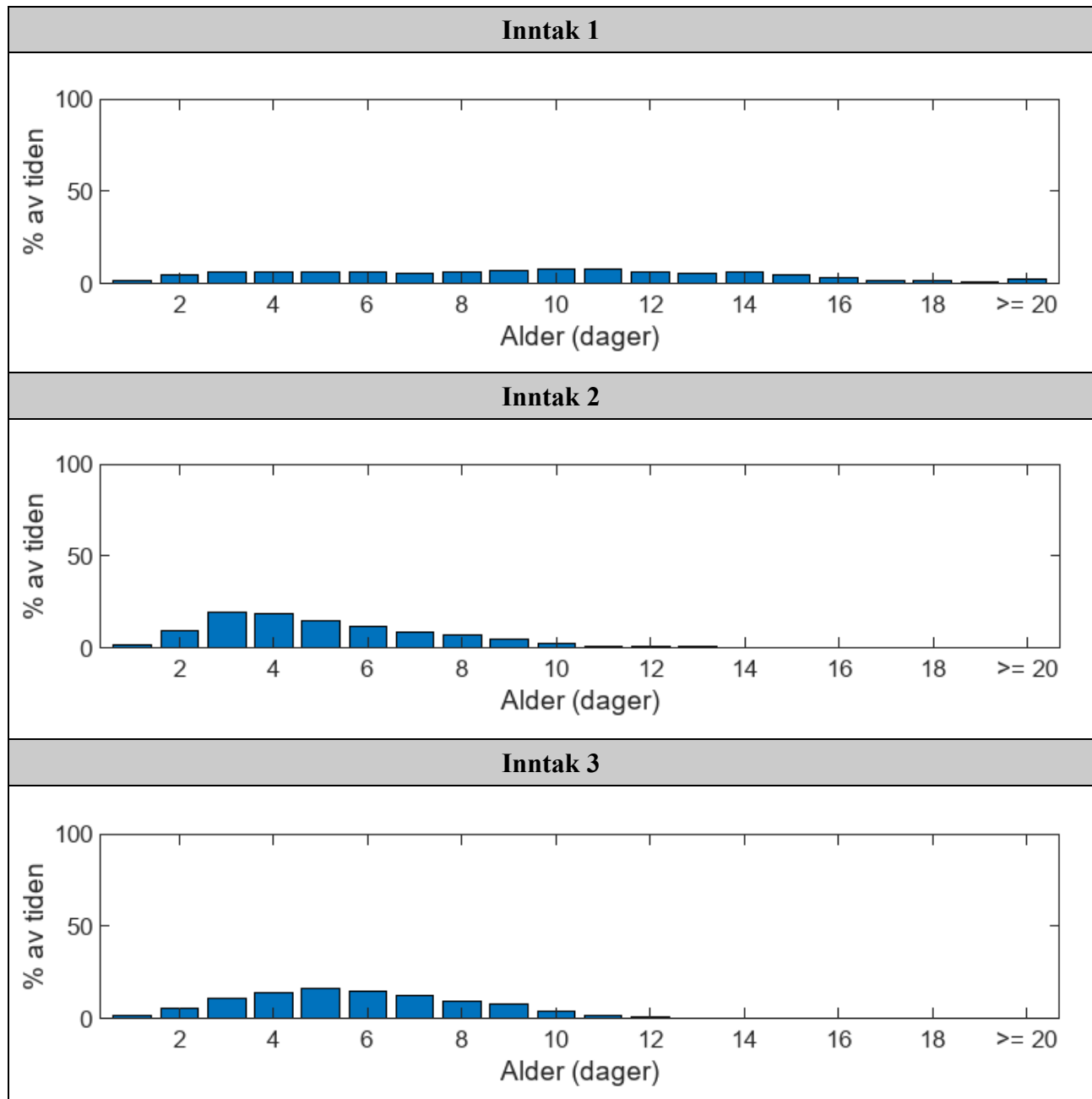
Andel (%)	10 min – 30 min	30 min – 1 t	1 t – 2 t	2 t – 3 t	3 t – 24 t	24 t – 7 d	≥ 7 d
0 – 0.01	0.1	0.4	0.8	1.4	11	1.4	
0.01 – 0.1	0.3	0.9	1.9	2.2	28.9	30.5	
0.1 – 0.5	0.2	0.6	1.5	1.3	12.5	3.7	
0.5 – 1000							

Tabell 5.3.5: Prosent (%) av data i andelsintervall med gitt varighet ved Inntak 3 for utslipp fra Hellevika.

Andel (%)	10 min – 30 min	30 min – 1 t	1 t – 2 t	2 t – 3 t	3 t – 24 t	24 t – 7 d	≥ 7 d
0 – 0.01		0.2	0.4	0.3	2.7	1.6	
0.01 – 0.1	0.1	0.2	0.4	0.7	12.8	55.0	15.6
0.1 – 0.5	0.1	0.3	0.9	0.7	7.4	0.6	
0.5 – 1000							

Ved å beregne utslippsvannets alder kan man vurdere hvor vidt det er forventet at patogener i vannet vil være aktive når de når inntaksposisjonene.

Ved Inntak 1 er det stor spredning i tiden det tar før vannet fra Hellevika når Inntak 1 (Figur 5.3.2), dette tyder på variable vannveier mellom Hellevika og Inntak 1. Inntak 2 har den mest vanlige alderen på 3 dager (Figur 5.3.2). Denne inntaksposisjonen ligger nærmest Hellevika. Ved Inntak 3 er den mest vanlige alderen på vannet fra Hellevika 5 dager (Figur 5.3.2).



Figur 5.3.2: Utslippsvannets alder fra Hellevika ved de tre inntaksposisjonene.

6. Oppsummering

Merk at resultatene fra utslippet fra Myklebust og utslippet fra Hellevika ikke er direkte sammenlignbare, da utslippet fra Hellevika er ukjent.

6.1 Utslipp fra Myklebust

Konsentrasjonene av utslippsvann fra Myklebust er i gjennomsnitt under 1 % i overflaten for området rundt Myklebust. Det varierer hvilket av utslippsposisjonene som har størst påvirkning ved overflaten.

Felles for de tre utslippspunktene er at de har høyeste konsentrasjoner ved bunnen i nærheten av utslippspunktet. På bunnen spres utslippet fra utslippspunktene ved Myklebust mot nord/nordøst ut Harøyfjorden, mot nordvest ut Fjørtoftfjorden og i mindre grad mot sørøst/sør til sørlige delen av Harøyfjorden. Konsentrasjonen av utslippsvannet er mindre ved Inntak 1 som ligger dypere (65 m dyp) enn ved Inntak 2 (25 m dyp) og Inntak 3 (25 m dyp). Dette er et resultat av at det er dypere og lengre fra utslippspunktene. Det er ingen tegn til opphoping av utslippsvann fra Myklebust ved noen av inntakspunktene og utslippet fortynnes raskt bort fra utslippsposisjonen.

Inntak 1 har de laveste konsentrasjonene fra Utslipp 1, pga. størst horisontal og vertikal distanse mellom inntak- og utslippsposisjonene. Ved Inntak 2 er det utslippsvann fra Utslipp 3 som har laveste konsentrasjoner, mens ved Inntak 3 er det utslippsvann fra Utslipp 1. Dette er pga. større horisontal distanse mellom disse inntaksposisjonene og utslippsposisjonene. Spredningen i aldersfordelingen mellom de tre utslippene og de tre inntaksposisjonene tyder på variable vannveier mellom utslippsposisjonene og Inntak 1, og mindre variabel vannvei mellom utslippsposisjonene og Inntak 2 og Inntak 3.

Konsentrasjonene av utslippsvann viser at det er lite utslippsvann (< 0.05 % mer enn 90 % av tiden) fra Myklebust som når oppdrettslokaliteten Rogne.

Konsentrasjonene av utslippsvann viser at det er lite utslippsvann (< 0.5 % mer enn 90 % av tiden) fra Myklebust som når toreanlegget Sponvikfluna, hvor Utslipp 1 har den laveste maksimale konsentrasjonen.

Konsentrasjonene av utslippsvann viser at det er lite utslippsvann (< 0.5 % mer enn 90 % av tiden) fra Myklebust som når torskeoppdrettsanlegget Hellevika, hvor Utslipp 2 har den laveste maksimale konsentrasjonen.

I gjennomsnitt er tilførselen av nitrogen og fosfor fra de tre utslippspunktene i de øverste 10 m av vannsøylen lave. Med utgangspunkt i tilstandsgraden og klassegrensene for innhold av totalt nitrogen og total fosfor (Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018) konkluderes det med at det er lite sannsynlig at utslippet fra Myklebust vil endre tilstandsgraden for nitrogen og fosfor i fjorden.

For å sikre minst krysskontaminering mellom inntak- og utslippsposisjonen til det planlagte landbaserte anlegget Myklebust er det anbefalt å legge inntaksposisjonen ved Inntak 1 (Figur 2.2).

6.2 Utslipp fra nærliggende lokalitet

Andelen av utslippsvann fra Hellevika vil i gjennomsnitt være under 0.1 % ved de tre inntaksposisjonene til Myklebust (på bunnen).

På bunnen spres utslippet fra Hellevika i ulike retninger, blant annet i Fjørtoftfjorden og ut i Harøyfjorden, hvor den høyeste andelen av utslippsvannet er konsentrert rundt Hellevika på sørsiden av Fjørtoftfjorden og sørover på vestsiden av Harøyfjorden.

Andelen av utslippsvann fra Hellevika er generelt mindre ved Inntak 1, som ligger lengre fra land, enn andelen utslippsvann ved Inntak 2 og Inntak 3. Dette er trolig et resultat av at Inntak 1 ligger dypere i vannsøylen enn de to andre inntaksposisjonene. Det er ingen tegn til opphoping av utslippsvann fra Hellevika ved de tre inntaksposisjonene og utslippet fortynnes raskt bort fra utslippsposisjonen.

Vannet fra Hellevika viser en stor spredning i alder ved Inntak 1, noe som tyder på variable vannveier.

Merk at resultatene fra Hellevika ikke sier noe om en absolutt mengde utslipp ved inntakspunktene, men bare andelen vann fra Hellevika som når de tre inntaksposisjonene.

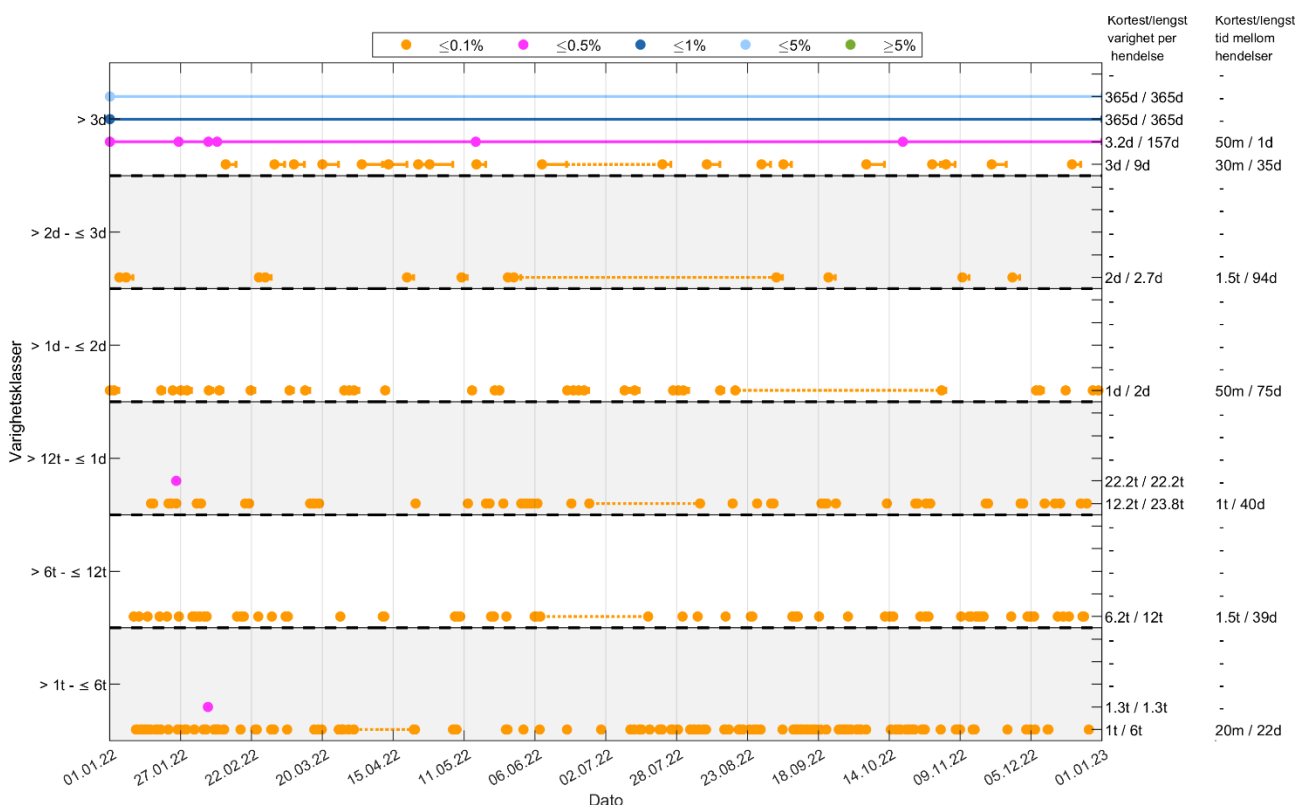
7. Vedlegg – Utvidet varighetsanalyse

En utvidet varighetsanalyse er gjennomført for å best kunne vurdere risikoen for krysskontaminering mellom utslippet fra Myklebust og inntaksposisjonene. I tillegg er en utvidet varighetsanalyse av temperatur ved inntaksposisjonene, for å kunne vurdere risikoen for lave temperaturer av sjøvann.

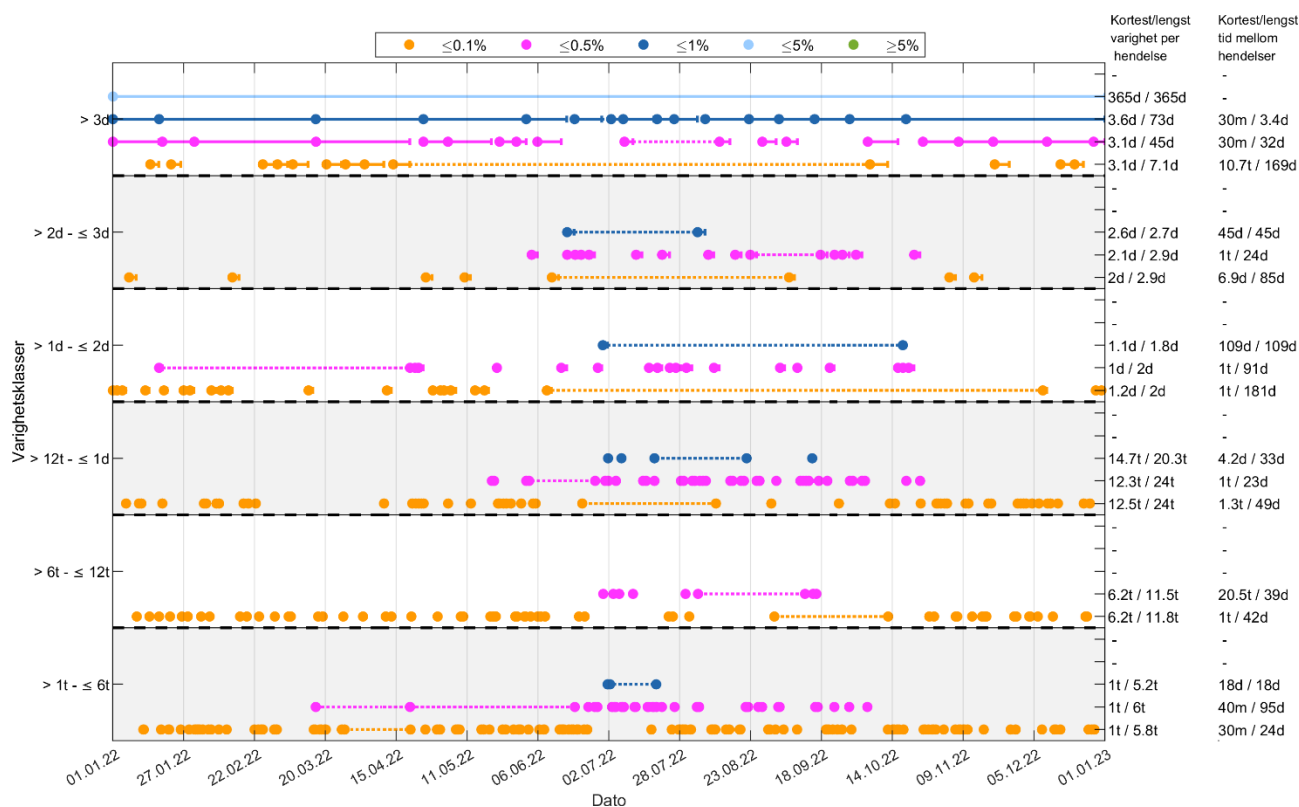
7.1 Inntak 1

Figur 7.1.1 – Figur 7.1.3 viser varighet av konsentrasjoner (≤ 0.1 , 0.5 , 1.0 , 5.0 og > 5.0 %) ved Inntak 1. En hendelse er anvist som én prikk og den tilhørende heltrukne linjen fra prikken indikerer hendelsens varighet. For de korteste varighetsklassene vises ikke den heltrukne linjen.

Varighetsklassene er vist på venstre stående akse og tid langs liggende akse. Høyre stående akse viser den korteste og lengste varigheten per hendelse, og den korteste og lengste perioden mellom to hendelser. Enhetene på høyre stående akse er gitt som minutter (m), timer (t) og døgn (d). Den lengste perioden hvor konsentrasjonen er ≤ 0.1 , 0.5 , 1.0 , 5.0 og > 5.0 % er vist med stiplet linje.

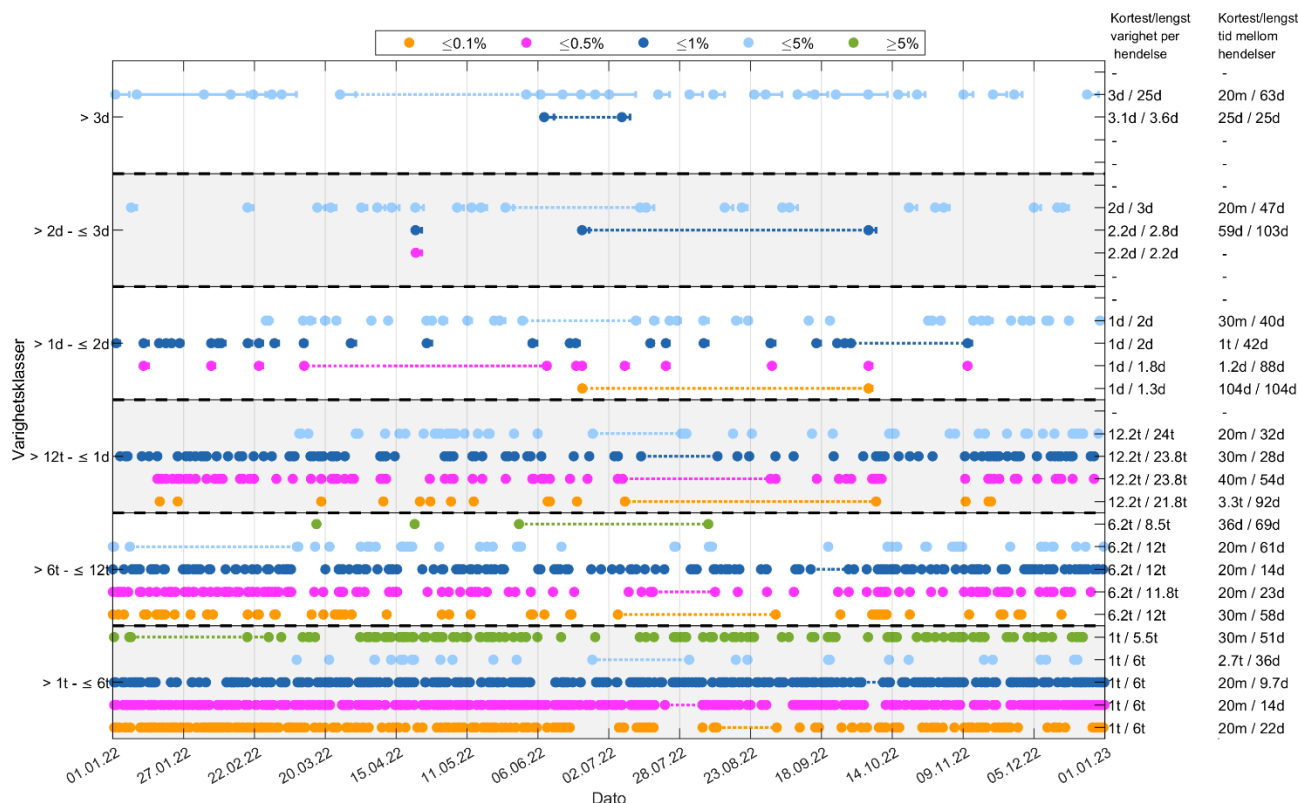


Figur 7.1.1: Varighet av konsentrasjoner ≤ 0.1 , 0.5 , 1.0 , 5.0 og > 5.0 % for Utslipp 1 ved Inntak 1.

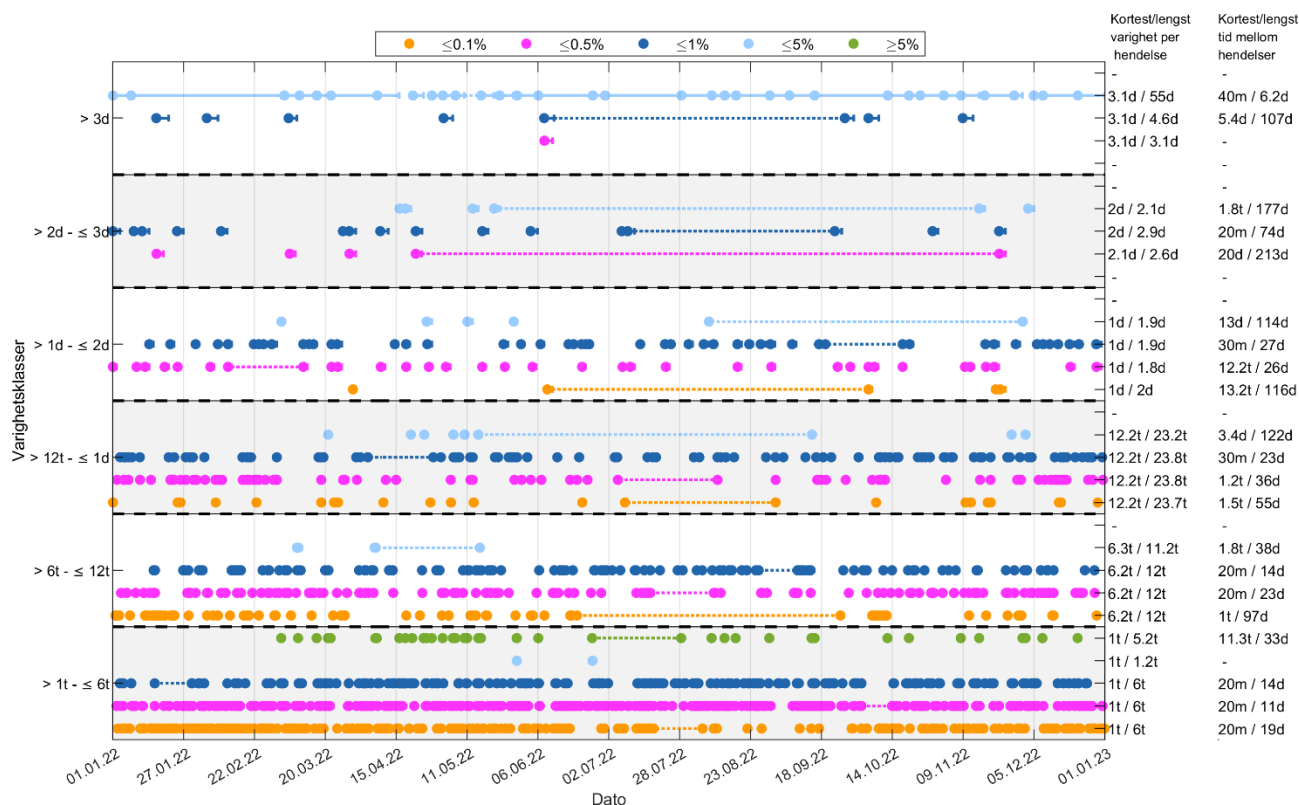
Figur 7.1.2: Varighet av konsentrasjoner ≤ 0.1 , 0.5 , 1.0 , 5.0 og > 5.0 % for Utslipp 2 ved Inntak 1.Figur 7.1.3: Varighet av konsentrasjoner ≤ 0.1 , 0.5 , 1.0 , 5.0 og > 5.0 % for Utslipp 3 ved Inntak 1.

7.2 Inntak 2

Figur 7.2.1 - Figur 7.2.2 viser varighet av konsentrasjoner (≤ 0.1 , 0.5 , 1.0 , 5.0 og > 5.0 %) ved Inntak 2.



Figur 7.2.1: Varighet av konsentrasjoner ≤ 0.1 , 0.5 , 1.0 , 5.0 og > 5.0 % for Utslipp 2 ved Inntak 2.



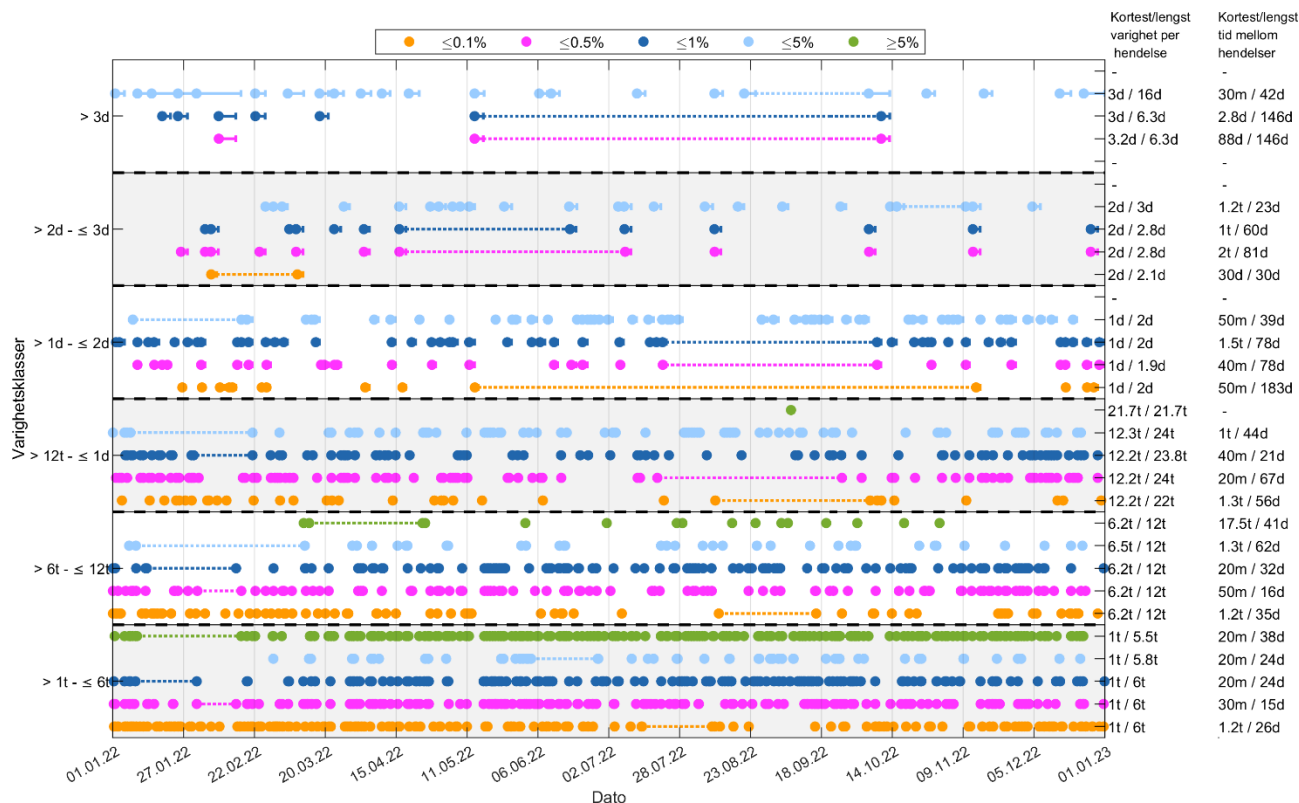
Figur 7.2.2: Varighet av konsentrasjoner ≤ 0.1 , 0.5 , 1.0 , 5.0 og > 5.0 % for Utslipp 3 ved Inntak 2.

7.3 Inntak 3

Figur 7.3.1 - Figur 7.3.2 viser varighet av konsentrasjoner (≤ 0.1 , 0.5 , 1.0 , 5.0 og > 5.0 %) ved Inntak 3.



Figur 7.3.1: Varighet av konsentrasjoner ≤ 0.1 , 0.5 , 1.0 , 5.0 og > 5.0 % for Utslipp 1 ved Inntak 3.



Figur 7.3.2: Varighet av konsentrasjoner ≤ 0.1 , 0.5 , 1.0 , 5.0 og > 5.0 % for Utslipp 2 ved Inntak 3.

8. Vedlegg – Resultater fra strømmodellering

8.1 Strømresultater

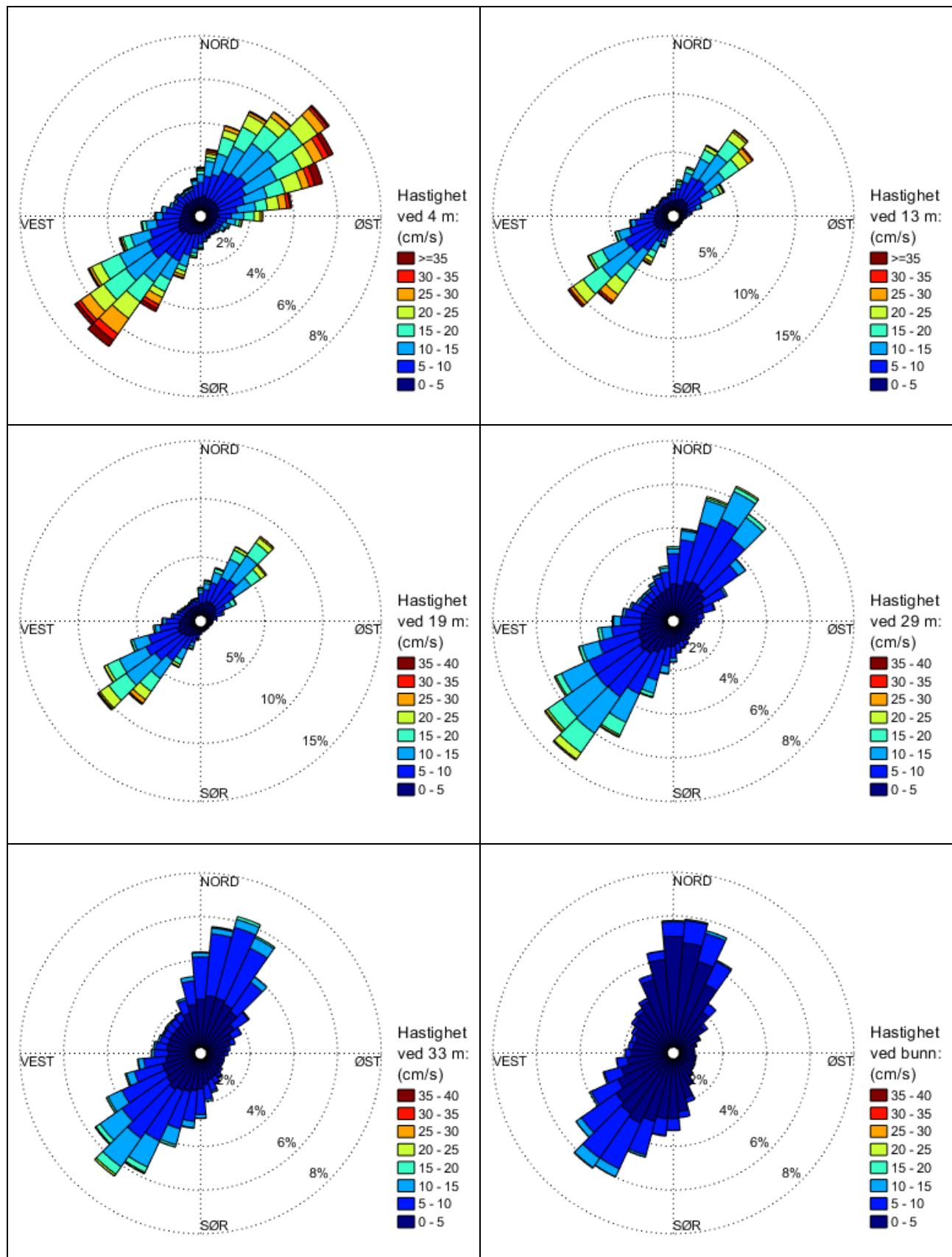
Tabell 8.1.1 viser modellerte strømdata fra en posisjon nær strømmålerposisjonen markert med gult kryss ved Myklebust i Figur 2.2. Gjennomsnittshastigheten er 11.9 cm/s på 4 m dyp, og den signifikante makshastigheten er 21.4 cm/s. Strømhastigheten avtar med dypet til et minimum på 3.6 cm/s for gjennomsnittsstrømmen og 6.2 cm/s for den signifikante makshastigheten ved bunnen.

Strømrosene viser at den dominerende retningen er mot nordøst og sørvest i området i store deler av vannsøylen (Figur 8.1.1). Mot bunnen dreier strømmen fra nordøst til nord (Figur 8.1.1). Dette stemmer overens med bunntopografien i området rundt posisjonen der strømmålingen er utført og fjordens generelle orientering.

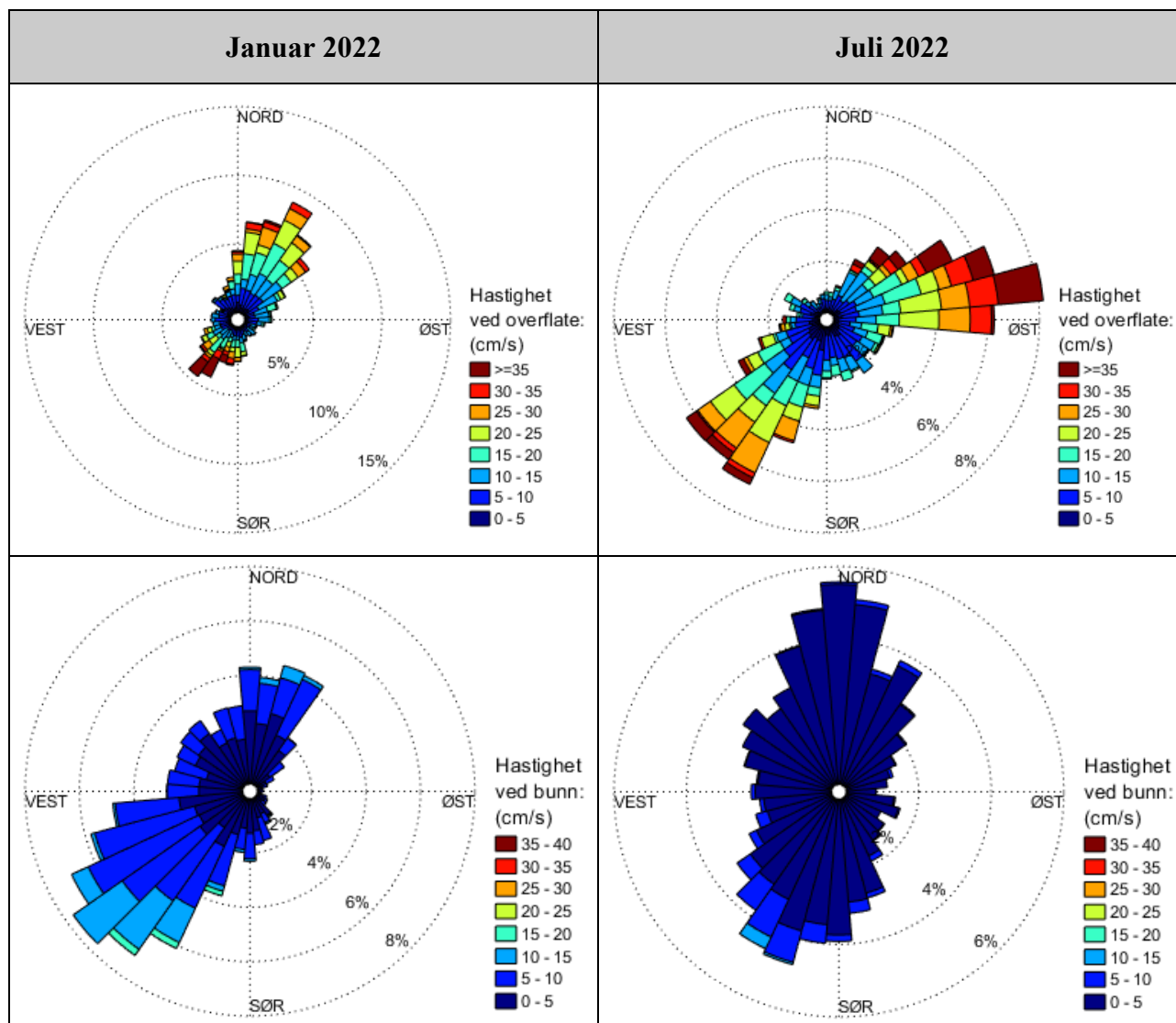
Styrken på strømmen varierer gjennom året. Hastigheten i overflaten har størst variabilitet av alle dyp som følge av pådrag fra varierende vindmønster. En sammenligning mellom modellert strøm for januar og juli 2022 ved to ulike dyp viser at særlig strømstyrken kan variere mellom de ulike tidsperiodene (Figur 8.1.2), men også dominerende retning. Slike endringer gjennom året illustrerer dynamikken i fjorden, og modellering gjennom hele året fanger opp påvirkningen på spredningen av utslippene.

Tabell 8.1.1: Strømverdier fra simuleringer ved Myklebust (gult kryss i Figur 2.2) for perioden 01.01.22 – 01.01.23.

Dyp (m)	4	13	19	29	29	Nær bunnen
Gjennomsnitt (cm/s)	11.9	9.8	8.9	6.9	5.7	3.6
Sign. maks (cm/s)	21.4	17.6	15.7	11.9	9.6	6.2
Sign. min (cm/s)	4.2	3.5	3.2	2.7	2.3	1.5
Std. avvik (cm/s)	8.2	6.7	5.9	4.4	3.5	2.4
% < 1 cm/s	1.2	1.7	1.8	2.6	3	6.8
% > 30 cm/s	3.5	1	0.3	0	0	0



Figur 8.1.1: Strømroser av simulert strøm nær strømmåleposisjonen markert med gult kryss ved Myklebust i Figur 2.2 for perioden 01.01.22 – 01.01.23. Dypet er gitt over fargeskalaen.

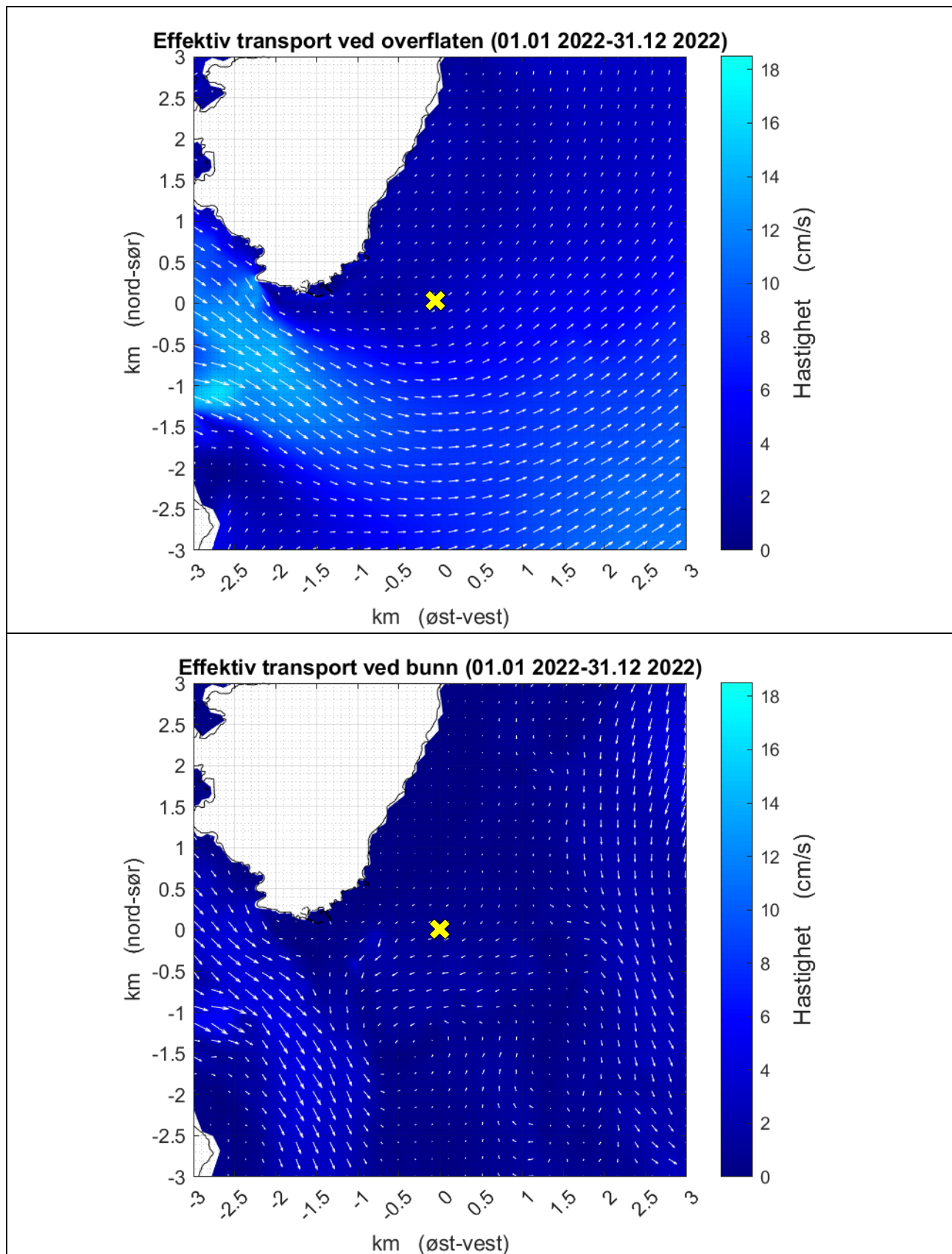


Figur 8.1.2: Sammenligning av strømhastighet for januar og juli 2022 ved overflaten (oppe) og nær bunnen (nede). Posisjonen er nær strømmåleposisjon markert med gult kryss ved Myklebust i Figur 2.2.

8.2 Simulert strøm i området rundt lokaliteten

Det er registrert strøm i hele det modellerte området for hver sjette time i simuleringsperioden. Ut fra dette er den effektive transporthastigheten beregnet. Effektiv transporthastighet er et mål på den gjennomsnittlige styrken og retningen til strømmen i hele vannsøylen gjennom måleperioden. I Figur 8.2.1 er effektiv transporthastighet vist ved overflaten (oppe) og ved bunnen (nede).

I overflaten er den dominerende strømmen ved Myklebust mot øst/sørøst og følger orienteringen til Fjørtoftfjorden. Deretter blir strømmen i overflaten bøyd mot nordøst/øst og følger orienteringen til Harøyfjorden. Ved bunnen er det lavere hastigheter med ulik retning på den effektive transporten i området rundt Myklebust. Sørvest/vest for Myklebust er det sterkere hastigheter på bunnen som følger bunnkonturene fra Fjørtoftfjorden inn i Harøyfjorden. Strømmen ved strømmåleposisjonen markert med gult kryss ved Myklebust i Figur 2.2 har en effektiv transport mot vest på bunnen.



Figur 8.2.1: Effektiv transporthastighet ved overflaten (oppe) og ved bunnen (nede). Strømmåleposisjonen er markert med gult kryss.

8.3 Modellert strøm sammenlignet med målinger

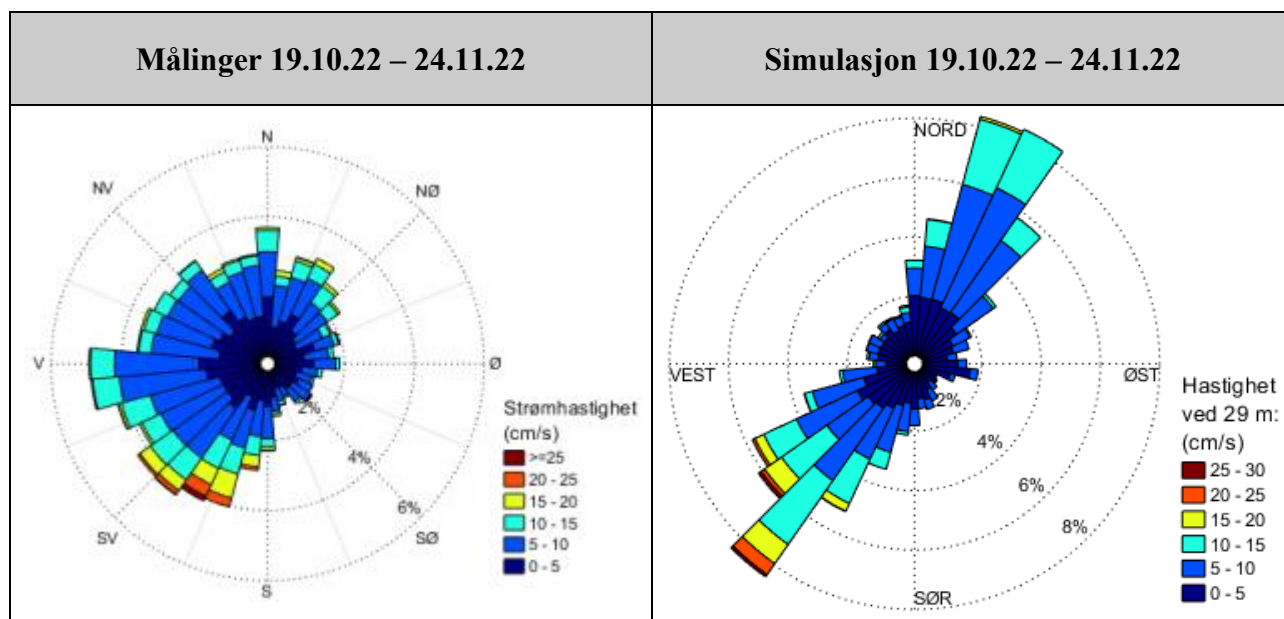
Det er utført en strømmåling ved Myklebust i perioden; 19.10.22 – 24.11.22 vist med gult kryss i Figur 2.2 (Åkerblå AS 2023). Målingene er utført på 29 m (bunnstrøm).

For strømmåleposisjonen har strømmen lignende styrke i simulasjonen og i målingene (Tabell 8.3.1). Både strømmålingene og simulasjonen viser få lave målinger (< 1 cm/s) ved 29 m.

En sammenligning av strømroser viser at målingene har større spredning i retning enn den simulerte strømmen ved 29 dyp (Figur 8.3.1). Målingene er ikke dominert av motsatt rettede hovedstrømretninger, men har mest vannutskiftning mot SV/V. De dominerende strømretningene i simuleringen er mot N/NØ og SV/V. Dette kan være et resultat av at modellen kan ha en noe ulik fordeling av strømmen med dypet.

Tabell 8.3.1: Målte strømverdier fra strømmåleposisjonen markert med gult kryss i Figur 2.2 (Åkerblå AS 2023).

	Målinger 19.10.22 – 24.11.22	Simulasjon 19.10.22 – 24.11.22
Dyp	29 m	29 m
Gjennomsnitt (cm/s)	6.8	6.5
Signifikant maks (cm/s)	11.5	11.3
Signifikant min (cm/s)	2.9	2.4
< 1 cm/s (%)	2.2	3.4



Figur 8.3.1: Sammenligning av vanntransport (venstre kolonne) (Åkerblå AS 2023) med strømroser fra simulering ved tilsvarende dyp for samme periode (høyre kolonne). Sammenligningen gjelder for observasjonene ved gult kryss i strømmåleposisjon i Figur 2.2.

Grunner til avvik mellom målinger og modellresultater:

- Simuleringene har en oppløsning på 45 m x 45 m (og grovere) og det kan være variasjoner i strømmen innenfor denne skalaen som strømmodellen ikke fanger opp. Også i tid er det variasjon i både strømhastighet og retning, så det er ikke forventet at en modell stemmer eksakt både i tid og rom.
- Kompliserte bunnforhold: Størst avvik kan forventes å opptre i måleposisjoner som er nært land og hvor det er relativt komplisert batymetri. Målepunktet ligger på en skrånende bunn

med ulik orientering over relativt korte avstander. En slik bunntopografi vil føre med seg variasjoner i strøm over ganske korte avstander, noe som gjør det viktig å vurdere strømmen over et område og ikke bare i et punkt.

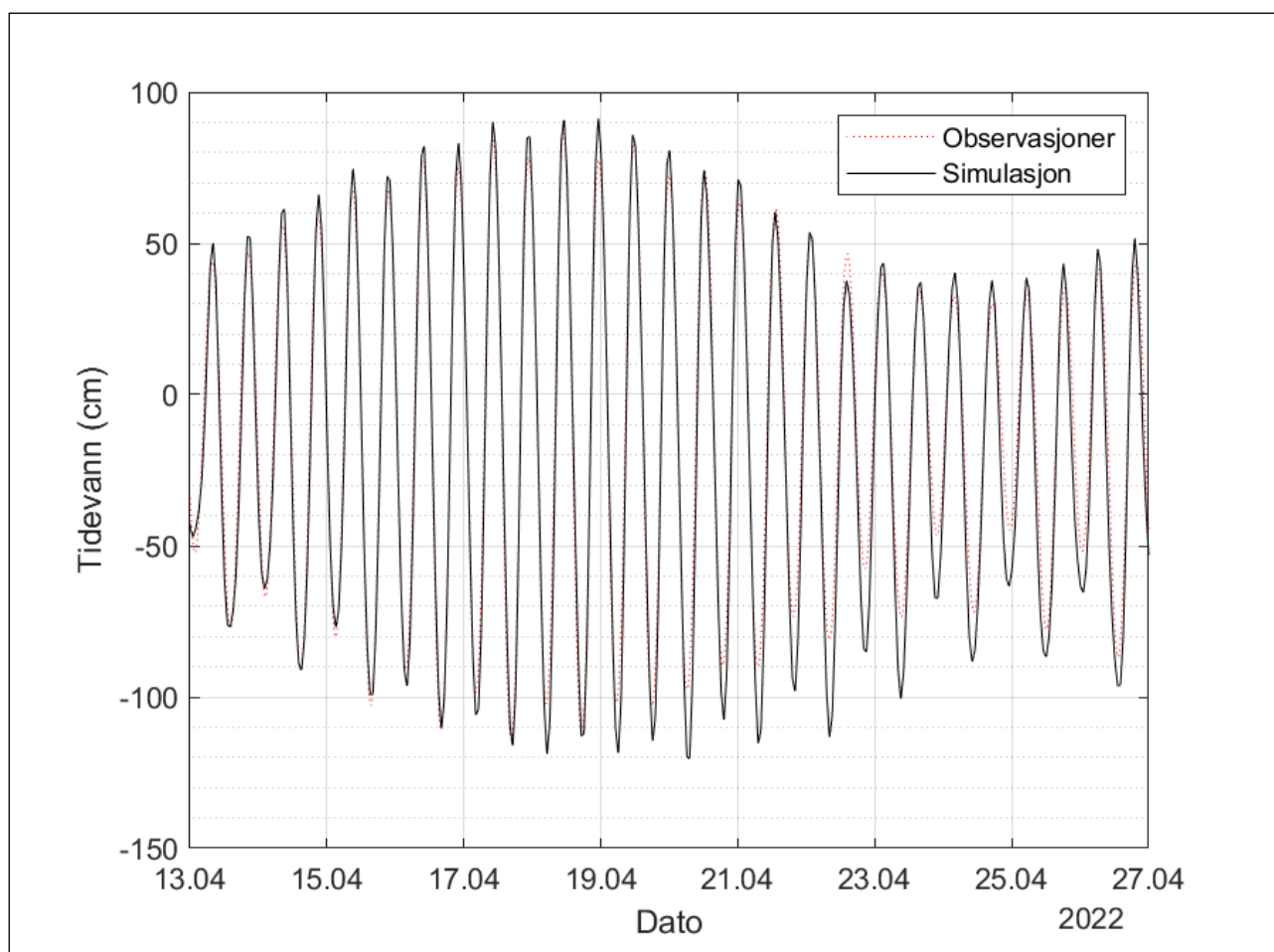
9. Vedlegg - Havnivå

Strømmen i simuleringene blir blant annet drevet av havnivå og en sammenligning med observasjoner er med på å evaluere modellytelsen. Kartverkets nærmeste observasjonspunkt ligger i Ålesund, 33.2 km sørvest for Myklebust (Figur 9.1). På grunn av den korte avstanden er var det ikke nødvendig med korreksjon i tid for forskjeller i havnivå (Kartverket 2023), men målingene er høydekorrigert med en faktor på 1.03.

Det er noe avvik mellom modellresultatene og målingene, men ikke mer enn hva som er forventet med modellering av strømforhold og tidevann. Et utsnitt av tidsserien viser at vannstanden i modellen veksler mellom å være litt høyere og lavere enn observert vannstand (Figur 9.2). Forskjellen mellom målt og simulert vannstand for hele simuleringsperioden er beregnet til å være 9 % i gjennomsnitt, der modellen overestimerer tidevannet. Det er ikke ventet at denne forskjellen har signifikant betydning for strømmodelleringen ved lokaliteten.



Figur 9.1: Oversiktskart fra Myklebust og sørover. Punkt for vannstandsmåling i Ålesund er vist med rød prikk og punkt med korreksjon vist med gul prikk. Kartet er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy med datum WGS84.



Figur 9.2: Havnivå ved sørlig strømmåleposisjon ved Myklebust i perioden 13.04.2022 - 27.04.2022. Svart linje er resultatene fra modellering. Rød prikket linje er tidevannstabell.

10. Vedlegg - Usikkerhetsvurdering

Usikkerheter i resultater fra modellering kommer fra usikkerhet i inngangsdata til modellene og fra modellene selv. Modellresultatene blir sjekket opp mot målinger for verifisering og kalibrering, og vurdert hvorvidt de er egnet til videre bruk eller ikke.

10.1 Inngangsdata for strømmodell

Usikkerhetsmomenter i inngangsdata kommer fra:

- Værdata
- Randbetingelser i havnivå, strøm, saltholdighet og temperatur
- Bunndata

Usikkerhetene er fanget opp ved å modellere strømforholdene i et stort område rundt utslippspunktet med en høyere oppløsning i nærheten av utslippspunkt. Initialverdier for både hav og atmosfære er interpolert fra et gitter med lavere oppløsning, noe som vil føre med seg usikkerhet.

10.2 Strømmodell

Det kan være variasjon innenfor rutenett som ikke er fanget opp av modellen. 3D-modellen har en oppløsning på omtrent 45 m x 45 m (og grovere) horisontalt i 18 dybdevarierende lag med størst variasjon ved overflaten og nær bunnen. Havstrømmen kan være mer kompleks enn det som fanges opp i modellen. Høyere oppløsning ved overflaten er benyttet for å få modellert sjiktningen i vannlagene detaljert. Nær bunnen er det finere oppløsning enn midt i vannsøylen, men særlig i områder med komplisert og varierende bunntopografi er det ventet at dette vil medføre en usikkerhet.

Med en lokalitet over en bratt skråning er det vanskelig å fange strømmønsteret nær bunn tilstrekkelig ved å bare se på strøm i et punkt. Spesielt vanskelig er bunnstrømmen, som endres mye over korte avstander på grunn av skråningen. Dette gjør det ekstra viktig å modellere strømmen med høy oppløsning over et større område, og ikke bare bruke punktmålinger.

11. Referanser

- Albretsen, Jon, Ann Kristin Sperrevik, André Staalstrøm, Anne D. Sandvik, Frode Vikebø, og Lars Asplin. 2011. *NorKyst-800 Repost No.1 User Manual and technical descriptions*. Bergen: Fisker og Havet, Havforskningsinstituttet.
- Delft3D-FLOW. 2018. *Delft3D Open Source Community*. 24 01. https://content.oss.deltares.nl/delft3d/manuals/Delft3D-FLOW_User_Manual.pdf.
- Direktoratsgruppen vanndirektivet . 2018. *Klassifisering av miljøtilstand i vann*.
- ICES. 2023. *ICES DATA PORTAL*. Funnet 2023. <https://data.ices.dk>.
- Kartverket. 2023. *Kartverket.no*. <https://kartverket.no/til-sjos/se-havniva>.
- Klima- og miljødepartementet, Olje- og energidepartementet. 2021. *Lovdata.no*. Funnet 2022.
- Lesser, G P, J A Roelvink, J.A.T.M. van Kester, og G. S. Stelling. 2004. «Development and validation of a three-dimensional morphodynamic model.» *Coastal Engineering*.
- Met.no. 2020. *MetCoOp Ensemble Prediction System*. <http://thredds.met.no/thredds/metno.html>.
- Meteorologisk Institutt, Havforskningsinstituttet. 2020. *ROMS NorKyst800m coastal ocean fields*. <http://thredds.met.no/thredds/fou-hi/norkyst800m.html>.
- Miljødirektoratet. 2013. «Veileder for fastsetting av innblandingssoner.»
- Vann-nett.no. 2025. *Vannforekomst*. Funnet 2025.
- Åkerblå AS. 2023. «Strømrapport. Måling av bunnstrøm (29m) ved Myklebust i oktober - november 2022.»