

Beregnet til

Orkla Foods Norge Avd. Stranda Svemorka/Stranda kommune

Dokumenttype

Datarapport

Dato

Januar, 2025

Innlagring og fortynning av utslipp fra Stranda RA

Storfjorden, Stranda kommune

Innlagring og fortynning av utslipp fra Stranda RA

Storfjorden, Stranda kommune

Oppdragsnavn **Orkla Foods Norge - Miljørådgivning og teknolog**
Prosjekt nr. **1350051024**
Mottaker **Orkla Foods Norge avd. Stranda Svemorka og Stranda kommune**
Dokumenttype **Datarapport**
Versjon **1.0**
Dato **2025/01/24**
Utført av **KRGA**
Kontrollert av **EMOR**
Godkjent av **KRGA**
Beskrivelse **Datarapport: Innlagring og fortynning av utslipp fra Stranda RA**

Rambøll
Kobbegate 2
PB 9420 Torgarden
N-7493 Trondheim

T +47 73 84 10 00
<https://no.ramboll.com>

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning	2
1.1	Bakgrunn	2
1.2	Øvrig påslipp til Stranda RA	3
2.	Metode	3
2.1	Modellverktøy	3
2.2	Usikkerheter	3
2.3	Inngangsdata	3
2.3.1	Utslippsalternativer	4
2.3.2	Vannmengder	4
2.3.1	Utslippskonsentrasjoner	4
2.3.2	Utslippsledning og -dyp	6
2.3.3	Temperatur og salinitet på utslippsvannet	6
2.3.4	Strømhastighet i resipienten	6
2.3.5	Vertikal sjiktning i resipienten	7
2.3.6	Bakgrunnsverdier for aktuelle parametere	8
3.	Resultater	9
3.1	Grafer	9
3.2	Innlagringsdyp	12
3.3	Fortynning av utslippet	12
3.4	Influensområde	13
4.	Oppsummering	15
5.	Referanser	16
Vedlegg 1		i
Modellering av innlagring og spredning med Visual Plumes		i
Vedlegg 2		iv
Hydrografiprofiler		iv
Vedlegg 3		vi
Grafer – innlagringsdyp med yttergrenser utslippssky		vi

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Orkla Foods Norge avd. Stranda Svemorka (heretter Orkla) driver med næringsmiddelproduksjon i Stranda kommune, Møre og Romsdal. Virksomheten er omfattet av Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Food, Drink and Milk Industries publisert 04.12.2019, med tilhørende grenseverdier (BAT-AEL) for utslipp til resipient [1]¹.

Urenset prosessavløpsvannet fra Orkla slippes i dag på Stranda renseanlegg (Stranda RA) før utslipp til Storfjorden (Figur 1). Stranda RA har i dag mekanisk renseprinsipp med sil/rist, men kommunen har fått varsel om at de vil omfattes av kapittel 14 i forurensningsforskriften (avløpsforskriften) med krav om sekundærrensing og resipientundersøkelser i fjorden.



Figur 1. Oversiktskart over Storfjorden ved Stranda, i Stranda kommune, Møre og Romsdal.

I forbindelse med at Orkla skal søke om midlertidig unntak fra BAT-AEL jf. forurensningsforskriften § 36-15, fjerde ledd og at Stranda kommune får nye krav knyttet til utslipp fra Stranda RA, har Rambøll utført en simulering av utslipp fra Stranda RA i Storfjorden.

Hensikten med denne fagrapporten er å vurdere hvordan utslipp av prosessavløpsvann fra Orkla sammen med øvrig avløpsvann fra Stranda RA innlagres og fortynnes i resipienten ved hjelp av den numeriske modellen Visual Plumes. Det er vurdert både dagens utslippsdyp og et alternativt dypere ett, og det er estimert ulike utslippsscenario basert på om Orkla har urensset påslipp som i dag (scenario O1), rensset påslipp iht. BAT-AEL øvre (scenario O2) eller BAT-nedre (scenario O3). For Stranda RA er det sett på dagens primærrensing (scenario S1) og fremtidig sekundærrensing (scenario S2).

Resultatene skal videre benyttes til å vurdere hvilken påvirkning utslippet har på fjorden i dag, samt miljøfordelene ved fremtidige utslippsnivå med strengere utslippskrav.

¹ KOF: 25–100; SS: 4–50; TotP: 0,2–2; TotN: 2–20. Alle grenseverdier som mg/L og døgngjennomsnitt.

1.2 Øvrig påslipp til Stranda RA

Det bemerkes at Stranda RA har påslipp fra annen industri, blant annet Norsk sjømat. Fra Q1 2025 vil de også få påslipp fra Stranda Spekemat Grilstad, som tidligere har gått direkte ut til fjorden fra Grilstad. Denne delstrømmen er følgelig ikke inkludert og vurdert i denne rapporten. Stranda kommune opplyser at de ikke har oversikt over vannmengder eller organisk belastning på påslippet fra Grilstad, men at det skal prøvetas hver 14. dag i 2025 av denne årsak.

Betydelig økt vannmengde og organisk belastning vil kunne få betydning for både innlagring, fortykning og influensområde. Totalt belastning til fjorden som helhet vil derimot ikke endres, men det blir større belastning ved utslippspunktet til Stranda RA.

2. Metode

2.1 Modellverktøy

Beregning av spredning og fortykning av utslippsskyen er utført med den numeriske modellen Visual Plumes utviklet av U.S. EPE [2] som er anbefalt i veileder M-46:2013 [3]. Hensikten med modelleringen er å få oversikt over utslippets influensområde (innblandingssone), for å kunne vurdere i hvilken grad resipienten vil påvirkes av utslippet ved ulike utslippsdyp. Mer informasjon om modellverktøy og vurderinger av innblandingssoner kan finnes i Vedlegg 1.

2.2 Usikkerheter

Modellresultatene er alltid avhengig av kvaliteten til inngangsdata og hvilke antakelser som er gjort i modelleringen. Dette gjelder særlig strøm- og hydrografiske forhold i resipienten, da disse kan og vil variere noe. Dette vil da påvirke innlagring og fortykning. Det er derfor beregnet med ulike strømhastigheter og ulike hydrografiske situasjoner. For å forenkle modellen er det lagt inn lik strømhastighet og lik bakgrunnskonsentrasjon av utvalgte parametere ved alle vanndyp. Dette vil ikke gjenspeile virkeligheten helt nøyaktig, da både hastighet og retning kan variere noe i vannsøylen og bakgrunnskonsentrasjoner vil variere i både tid og rom. Det er lagt inn konservative tall i modellen for å kunne vurdere verst-tenkelige situasjoner.

2.3 Inngangsdata

Beregningene krever at man tar hensyn til den tekniske utformingen av utslippsledningen, karakteristikken til utslippet og forhold i resipienten. Flere av parameterne kan variere mye over tid, da særlig når det gjelder sjiktning og strømhastighet i resipienten, samt vannmengder, og dermed også innlagring og fortykning. Beregningene er derfor gjort for ulike datakombinasjoner for å få en oversikt over variasjonene av innblandingssonens størrelse. Tabell 1 oppsummerer inngangsdata som er benyttet i utslippsberegningene.

Tabell 1. Inngangsdata brukt i modellen.

Parameter	Verdier brukt i modellen	Kilde
Diameter utslippsledning	415 mm	Stranda kommune
Utslippsdyp	40 m dyp (eksisterende) 60 m dyp (dypere alternativ)	Stranda kommune Valgt av Rambøll
Utslippsmengder	Qmiddel: 2600 m ³ /d Qmax: 5660 m ³ /d	Stranda kommune
Temperatur i utslippsvann	10 °C	Antatt
Salinitet i utslippsvann	0 psu (Ferskvann)	Antatt
Utslippskonsentrasjoner	Se Tabell 4	Oppdragsgiver

Parameter	Verdier brukt i modellen	Kilde
Bakgrunnskonsentrasjon	Se Tabell 3	Rambøll [4]
Strømhastighet i resipienten	Maks: 18 cm/s Gjennomsnitt: 4 cm/s Minimum: 1 cm/s	Strømkatalogen
Vertikal sjiktning i resipienten	7 vertikale profiler målt i resipienten	Rambøll [4]
Koeffisient for turbulent blanding	Konstant 0,00045 m ^{2/3} /s ²	Konstant koeffisient. Fjord.

2.3.1 Utslippsalternativer

Modelleringen ser på totalt utslipp ut fra Stranda RA per 2024. For å vurdere de totale utslippskonsentrasjonene, er det tatt høyde for ulike rensenivå ved henholdsvis Orkla og Stranda RA, som vist under:

Orkla	Rensenivå påslipp	Stranda RA	Rensenivå utslipp
O1	Urenset (dagens påslipp)	S1	Primærrensing
O2	Iht. BAT-AEL ² øvre	S2	Sekundærrensing
O3	Iht. BAT-AEL nedre		

2.3.2 Vannmengder

Det er modellert innlagring og fortynning for to vannmengder, Qmid og Qmax. Det er relativt stor forskjell mellom gjennomsnittlige utslippsmengder og maksimale utslippsmengder. Det er ikke tatt hensyn til om bedre utjevning i fremtidige renseløsninger gir påvirkning på vannmengder ut til resipient per døgn. Vannmengder brukt i modelleringen er vist i Tabell 2. Vannmengdene ut fra Orkla (S1 og S2) inkluderer påslippet fra Orkla (O1-O3).

Tabell 2. Gjennomsnittlig (Qmid) og maksimale (Qmax) i påslipp og totalt ut til resipient oppgitt som m³/døgn.

Alternativ	Qmid (m ³ /d)	Qmax (m ³ /d)
O1, O2, O3	144	-
S1, S2	2600	5660

2.3.1 Utslippskonsentrasjoner

For å beregne influensområdet til utslippet ved de ulike scenario er det lagt til grunn ulike renskrav, som vist i Tabell 3. Det er sett på ulike påslipp-konsentrasjoner basert på at Orkla har urenset utslipp som i dag eller renser ned til BAT-AEL øvre eller nedre nivå. Videre er det estimert totale utslipp til fjorden gitt at det fortsatt er mekanisk rensing ved Stranda RA som i dag (kombinasjoner O1+S1; O2+S1; O3+S1) eller gitt at Stranda RA innfrir sekundærrensekrav som pålagt (kombinasjoner O1+S2; O2+S2; O3+S2).

Tabell 3. Oversikt over renskrav lagt til grunn for utslippstall.

	Orkla: Påslipp	Stranda RA
O1+S1	Urenset (dagens)	Mekanisk - sil/rist
O2+S1	BAT-AEL øvre [1]	
O3+S1	BAT-AEL nedre [1]	
O1+S2	Urenset (dagens)	Sekundærrensning iht. forurensningsforskriften kapittel 14
O2+S2	BAT-AEL øvre [1]	
O3+S2	BAT-AEL nedre [1]	

² KOF: 25–100; SS: 4–50; TotP: 0,2–2; TotN: 2–20. Alle grenseverdier som mg/L og døgn gjennomsnitt.

Tabell 4 viser vurderte utslippsnivå for de ulike utslippsalternativene. Utslippsdata for påslipp fra Orkla er basert på prøvetaking fra 2020, og er ifølge Orkla representative for dagens driftssituasjon. Data på inn- og utløp fra Stranda RA er oppgitt av Stranda kommune, og er fra perioden 2020-2024 (kun 2024 for KOF og Tot-N). Totale mengder for påslipp fra Orkla er beregnet for 240 driftsdager i året og gjennomsnittlige vannmengder per døgn.

Tabell 4. Vurderte utslippsnivå oppgitt i mg/l og tonn/år for påslipp fra Orkla og totale utslipp til resipient fra Stranda RA ved de ulike utslippsalternativene. Totale mengder for påslipp fra Orkla er beregnet for 240 driftsdager i året, mens utslipp til resipient er beregnet for 365 dager i året. Oppgitt reduksjon (% red) er reduksjon fra dagens utslipp (O1+S1).

	Enhet	KOF	BOF	SS	TotN	TotP
Grunnlag for beregning av scenario: Påslipp fra Orkla og rensegrader i Stranda RA						
Påslipp Orkla (O1)	mg/L	2722	1944	1049	51	21,0
	tonn/år	94	67	36	2	0,7
Rensegrad Stranda RA i dag (S1)	RG %	8	15	37	5	2,1
Rensegrad Stranda RA kap. 14 (S2)	RG %	75	70	85	20	90,0
Stranda RA – mekanisk renseprinsipp						
O1+S1	mg/L	739	437	158	39	6,7
	tonn/år	701	414	149	37	6,4
	% red	-	-	-	-	-
O2+S1	mg/L	556	382	137	38	6,1
	tonn/år	527	362	130	36	5,8
	% red	25 %	13 %	13 %	1 %	0,1
O3+S1	mg/L	553	380	136	38	6,0
	tonn/år	524	360	129	36	5,7
	% red	25 %	13 %	13 %	3 %	0,1
Stranda RA - sekundærrensing						
O1+S2	mg/L	175	155	38	33	1
	tonn/år	166	147	36	31	0,7
	% red	76 %	64 %	76 %	14 %	90 %
O2+S2	mg/L	151	135	33	32	0,6
	tonn/år	143	128	31	30	0,6
	% red	80 %	69 %	79 %	17 %	0,9
O3+S2	mg/L	150	134	33	32	0,6
	tonn/år	143	127	31	30	0,6
	% red	80 %	69 %	79 %	18 %	0,9

Det er brukt oppnådde rensegrader ved Stranda RA for å estimere utslipp til resipient gitt mekanisk renseprinsipp. For å estimere utslipp til resipient basert på at Stranda RA innfrir

sekundærrensekrav er det antatt følgende rensegrader: KOF: 75 %; BOF: 70 %, SS: 85 %, Tot-P: 90 % og Tot-N: 20 %, basert på Norsk Vann sin rapport A256 Veiledning for dimensjonering av avløpsrenseanlegg og kjemisk rensing [5].

2.3.2 Utslippsledning og -dyp

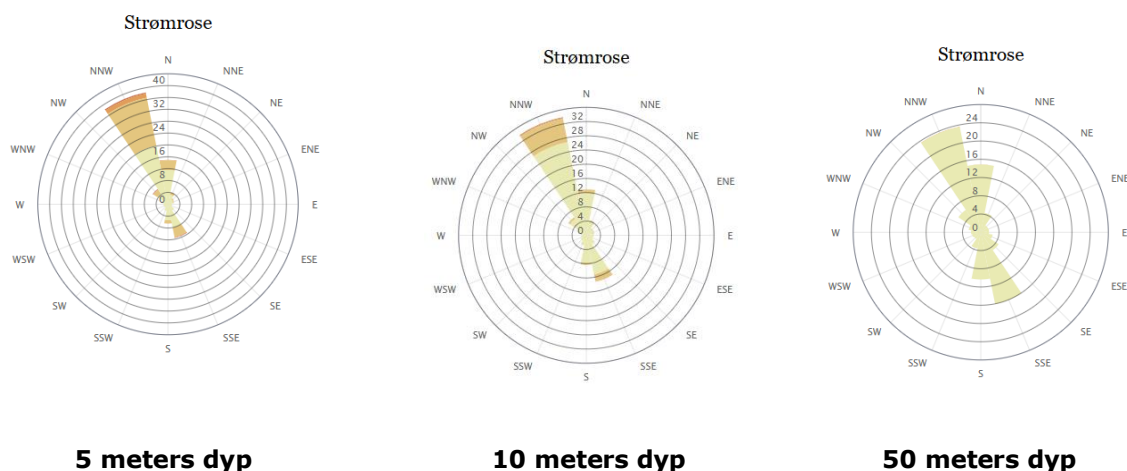
Stranda kommune oppgir at utslippsledningen er 415 mm innvendig diameter. Det er modellert for dagens utslippsdyp på 40 m og ett alternativt dyp på 60 m. På grunn av at det dybdes raskt ved dagens utslippspunkt, må ikke ledningen legges mye lengre for å oppnå 60 m dyp. Modellen legger til grunn at utslippsledningen plasseres 1 meter over havbunnen og at utslippet er plassert i samme retning som strømmen. Dette er konservativt, fordi det ville gitt bedre miksing hvis utslippet var plassert for eksempel midt imot strømmen (gir mer effektiv primærinnblanding av utslippet).

2.3.3 Temperatur og salinitet på utslippsvannet

Varmere utslippsvann vil stige raskere og kunne gi grunnere innlagringsdyp, men samtidig høyere fortynning, sammenlignet med kaldere utslippsvann. Stranda kommune måler ikke temperatur i utslippsvannet. Fordi det er mekanisk renseprinsipp og fellessystem for overvann og avløp, samt at Orkla sitt påslipp utgjør en %-vis andel på 5,5 %, antas det at vannet ikke vil være spesielt varmt ved utslipp. Kommunen opplyser imidlertid at det tidvis kommer større vannmengder fra Orkla (for eksempel ifbm. nedvasking av anlegg natt til søndag). Temperaturen antas å variere avhengig av årstid og påslipp. I modellen benyttes, i mangel på måledata, en temperatur på 10 °C for å vurdere innlagring og fortynning av utslippsvannet. Det antas at det vil være neglisjerbart med saltholdighet i utslippsvannet, og det er derfor satt til å være ferskvann (psu=0) i modellen.

2.3.4 Strømhastighet i resipienten

Strømdata er hentet fra Havforskningsinstituttets strømkatalog [6]. Det ble brukt koordinater for utslippspunktet og vurdert strømretninger og -hastigheter ved ulike dyp. Generelt viser strømkatalogen at overflatestrømmen er i retning nord-nordvest i og sør-sørøst (Figur 2), og videre at strømhastigheten generelt øker i overflatevann sammenlignet med bunnvann. Det er relativt lave middelstrømhastigheter (fra 2,2 cm/s til 8 cm/s), mens maksstrømhastigheter kan være ganske høye (fra 26 cm/s til 64 cm/s). Det er valgt å se på 3 strømhastigheter: Lav (1 cm/s), medium (4 cm/s) og høy (18 cm/s), basert på strømhastighetene modellert i utslippspunktet [6].



Figur 2. Strømroser ved hhv. 5, 10 og 50 meters dyp ved utslippspunktet. Data er hentet fra Strømkatalogen [6].

Det ble ikke påtruffet finstoff eller sediment ved prøvetaking ved dagens utslippspunkt, kun stein og tang samt noe sand [4]. Det tyder på at det er ikke-sedimenterende forhold, trolig grunnet brattheten på sjøbunnen kombinert med god vannhastighet ved utslippspunktet. Det betyr at strømhastighet på 1 cm/s er ekstremt lav og vil kun inntreffe sjeldent, og at 4 cm/s er mer representativt.

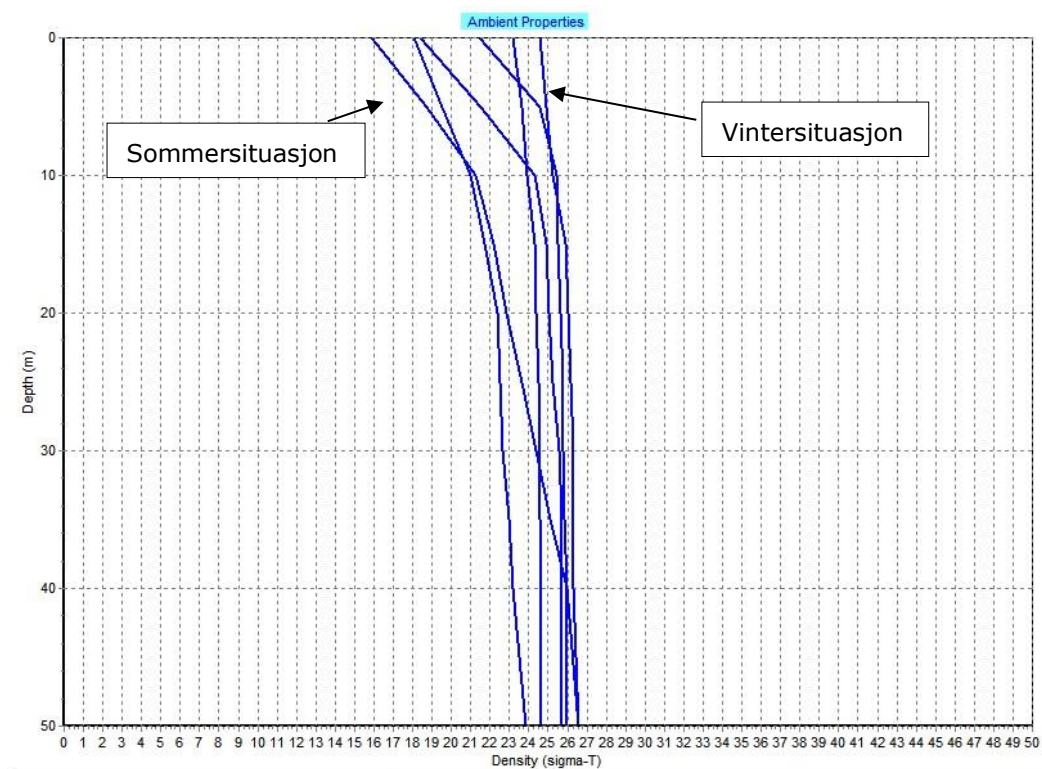
2.3.5 Vertikal sjiktning i resipienten

Den vertikale sjiktningen, dvs. tettheten av vannet, kan variere i løpet av året. Tettheten er angitt i enhet σ_T og er en faktor av salinitet og temperatur. For å fange opp sesongrelaterte variasjoner i sjiktning i modellen er det nødvendig å inkludere hydrografiske målinger fra ulike årstider, og helst fra undersøkt område eller områder med lik hydrografi. Det ble hentet hydrografidata fra totalt fire stasjoner i Storfjorden fra februar 2024 til august 2024.

Sen vår- og sommerprofilene (mai til august) viste et noe ferskvannspåvirket overflatelag de øvre 10 meter, med salinitet 21,5–31 psu. Dette skyldes trolig Storelva sitt utløp i Storfjorden. Sprangsjikt er ved ca. 10–15 meter, hvor salinitetet endres brått og forblir lik nedover i vannsøylen. Som forventet, var den laveste saliniteten målt tidlig på sommeren (juni). Hydrografiprofilene fra vinter og tidlig vår viste ingen ferskvannspåvirkning og vannmasser uten sjiktning.

Temperaturprofiler fra februar til april viste at det heller ikke var særlig temperatursjiktning, med overflatetemperatur på 3,2 til 6,6 °C og bunntemperaturer mellom 5,9 til 8,8 °C. I mai til august var det større forskjeller mellom overflate- og bunntemperaturer, med overflatetemperaturer fra 8,5 til 15,2 °C (helt ned til 20 meters dyp) og bunntemperaturer på 6,2 til 12,4 °C.

I modelleringen ble det benyttet 7 hydrografiprofiler (fra perioden februar til august) fra stasjon OF1. Denne stasjonen er plassert omtrent 25 m fra dagens utslippspunkt hvor dybden er ca. 40 meter, det vil si ca. ganske likt som utslippspunktet. Profiler fra denne stasjonen mener vi best representerer situasjonen ved dagens utslippsdyp, men det var generelt relativt like hydrografiske forhold ved de fire stasjonene. Tetthetsprofilene brukt i modellen er vist i Figur 3. Rådata presenteres i Vedlegg 2.



Figur 3. Vertikalprofiler av sjøvannets tetthet som ble benyttet for modellering av innblanding, data fra hydrografimålinger gjort ved stasjon OF1. Tetthet av sjøvann (X-aksen) er her vist ved enheten sigma-t som betyr egenvekt -1000. Dyp (meter) er vist på Y-aksen. Det er pekt ut en typisk sommersituasjon med lavere tetthet i overflaten (sjiktning) og en typisk vintersituasjon med relativ lik tetthet i hele vannsøylen (ingen sjiktning).

2.3.6 Bakgrunnsverdier for aktuelle parametere

I forbindelse med resipientundersøkelsen ble det målt verdier av næringssalter [4]. I beregningene av utslippets fortynning er det derfor tatt høyde for bakgrunnskonsentrasjoner i resipienten. Det er sett på totalt nitrogen (Tot-N) og total fosfor (Tot-P), fordi det eksisterer både utslippsdata og grenseverdier i kystvann for disse parameterne. Tabell 5 viser bakgrunnskonsentrasjoner brukt i modellen. Verdiene er et gjennomsnitt av målte verdier ved samtlige stasjoner i Storfjorden.

Tabell 5. Bakgrunnskonsentrasjoner brukt i modellen og beregningene. Fra resipientundersøkelsen gjennomført av Rambøll i 2024 [4]. Grenseverdi mellom god og moderat tilstand i overflatelaget ved saltholdighet over 18 psu iht. veileder 02:2018 er vist.

Parameter	Enhet	Vinter (februar)*	Grenseverdi (god tilstand)	Sommer (juni–august)	Grenseverdi (god tilstand)
Tot-P	µg/L	14,5	25	5	16
Tot-N	µg/L	196	380	208	330
Nitrat + nitritt	µg/L	54	125	1,2	23
Ammonium	µg/L	5,3	75	21	50
Fosfat	µg/L	11	21	1	7

*Kun verdier fra februar. Grenseverdier gjelder for perioden desember til februar.

3. Resultater

I dette kapitlet presenteres resultater av innlagringsdyp og fortynning for to vannmengder:
 Qmid: Middels vannmengde (totalt ut fra Stranda RA) – blå farge i figurer
 Qmax: Maximal vannmengde (totalt ut fra Stranda RA) – rød farge i figurer (Tabell 6).

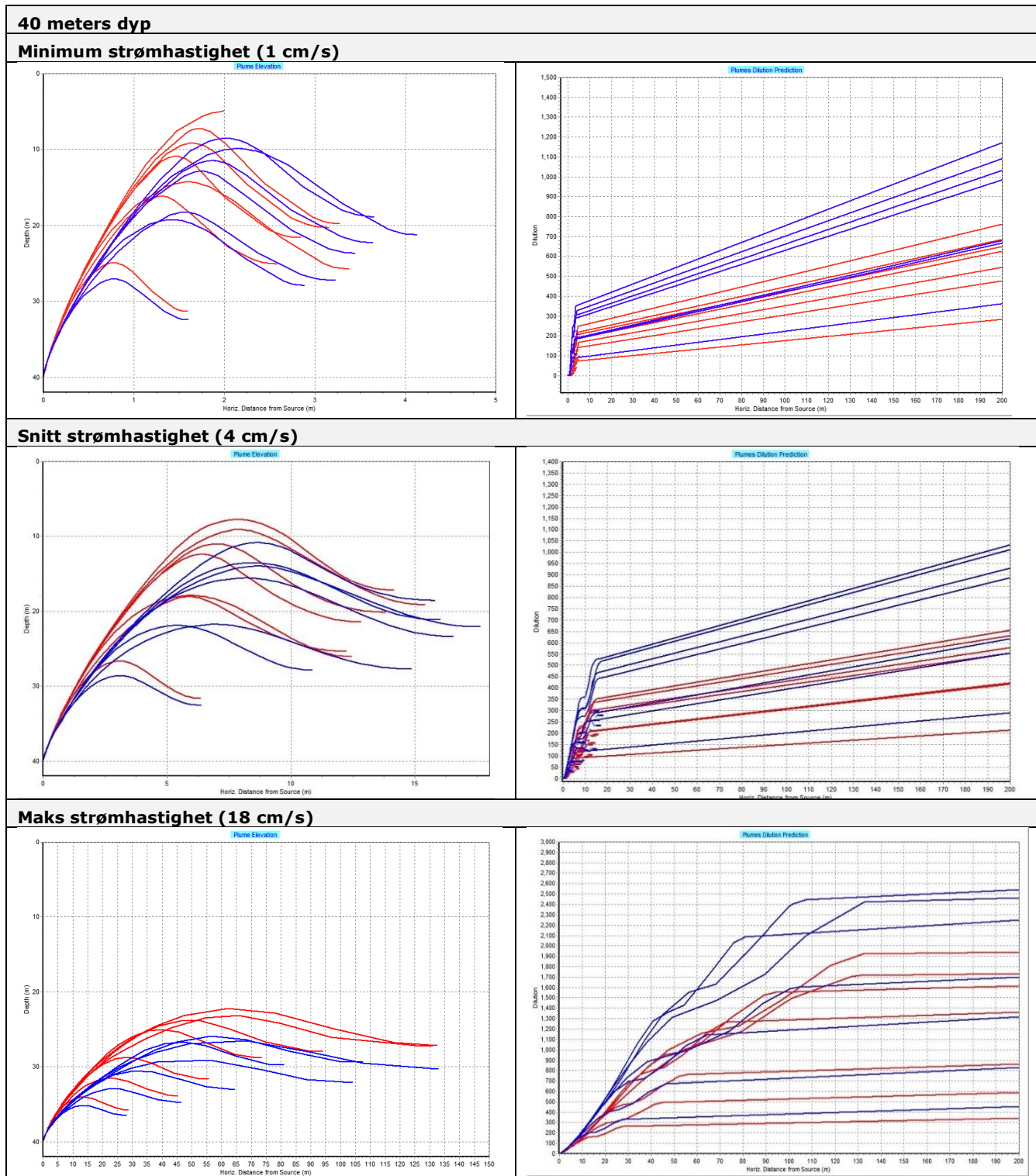
Den bratteste delen av fortynningskurven (til høyre i hhv. Figur 4 og Figur 5) viser *primærfortynningen* før innlagring (eller gjennomslag), som bestemmes hovedsakelig av utslippsdyp, den vertikale sjiktningen, mengde utslippsvann og hastigheten utslippet har ut av utslippsledningen. Deretter skjer *sekundærfortynningen* (dvs. etter innlagring/gjennomslag til overflate) som påvirkes mer av turbulent strøm og innblanding i resipienten. Denne er langsommere enn primærfortynningen, som man ser av den mindre bratte grafen.

Tabell 6. Viser dyp, vannmengder for utslippsvann, diameter og strømhastigheter det er modellert for.

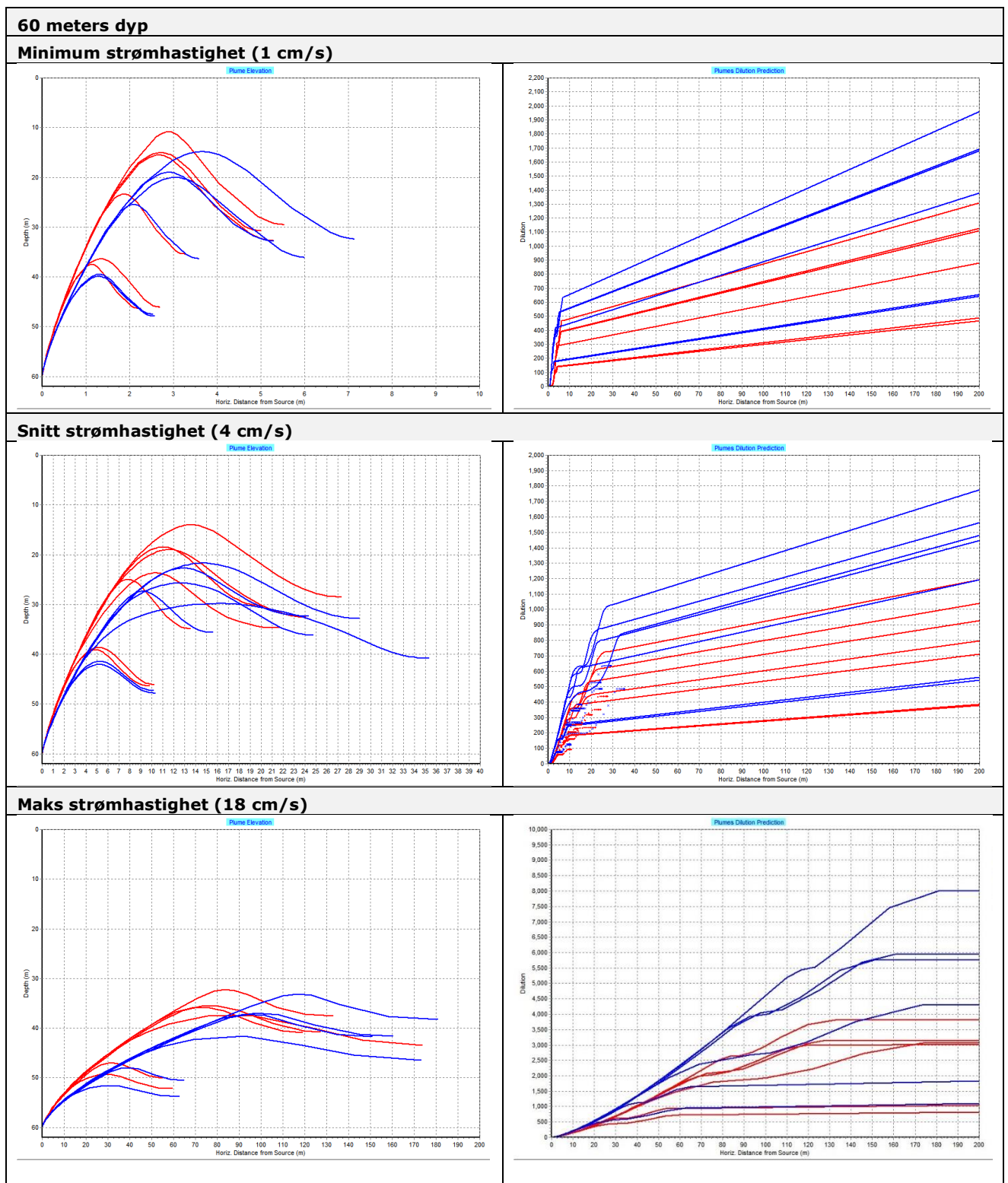
Dyp	Vannmengder og diameter	Strømhastigheter
40	Qmid: 2600 m ³ /d; 415mm	1 cm/s
60	Qmax: 5660 m ³ /d; 415mm	4 cm/s
		18 cm/s

3.1 Grafer

Figur 4 viser resultater av innlagring og fortynning for vannmengder Qmid (blå) og Qmax (rød) ved utslippspunkt på 40 meters dyp ved tre ulike strømhastigheter. Figur 5 viser resultater av innlagring og fortynning for vannmengder Qmid (blå) og Qmax (rød) ved utslippspunkt på 60 meters dyp ved tre ulike strømhastigheter.



Figur 4. Innlagringsdyp og fortykning på 40 meter for to vannmengder (Q_{mid} : blå; Q_{max} : rød) for tre strømhastigheter. Rød og blå strek markerer senterlinjen til utslippsskyen. Merk at horisontal avstand fra utslippspunkt (x-aksen) er ulik i de tre grafene. I fortynningsgrafen er x-aksen lik, men y-aksen ulik.



Figur 5. Innlagringsdyp og fortynning på 60 meter for to vannmengder (Q_{mid} : blå; Q_{max} : rød) for tre strømhastigheter. Rød og blå strek markerer senterlinjen til utslippsskyen. Merk at horisontal avstand fra utslippspunkt (x-aksen) er ulik i de tre grafene. I fortynningsgrafene er x-aksen lik, men y-aksen ulik.

3.2 Innlagringsdyp

Tabell 7 oppsummerer innlagringsdyp og risiko for gjennomslag til overflata ved ulike utslippsdyp og strømhastigheter. Innlagringsdyp er generelt dypest ved hydrografiske situasjoner med sjiktning, det vil si sommerstid, og grunnest ved hydrografiske situasjoner uten sjiktning, det vil si vinter og tidlig vår. Videre gjelder at laveste vannmengde (Q_{mid}) innlagres dypest, mens største vannmengde (Q_{max}) innlagres noen meter grunnere ved de samme hydrografiske forhold. Innlagringsdyp øker også generelt med økende strømhastighet og med dypere utslippspunkt.

Dagens utslippsdyp 40 m

Som hovedregel skjer innlagring ved de hydrografiske profiler brukt i modellen og det vil ikke være gjennomslag til overflaten ved innlagring. Dette gjelder for samtlige strømhastigheter ved 40 m dyp. Innlagring vil være dypere enn eufotisk sone (eufotisk sone er typisk < 10 meter). Det er ett unntak: Ved maksimale vannmengder, lav strømhastighet og en hydrografisk situasjon uten sjiktning (her: mars-profil) viser modelleringen at deler av utslippsskyen kan nå overflaten.

Modelleringen viser også at i situasjoner uten sjiktning (typisk vintersituasjoner) i kombinasjon med laveste strømhastighet vil også *yttergrensene til utslippsskyen* være oppe i overflatelaget (<10 m) etter innlagring (ikke illustrert i figurene; se Vedlegg 3). Det må bemerkes at den laveste strømhastigheten trolig er svært konservativ og vil sjeldent til aldri forekomme, basert på informasjon om bunnforholdene ved utslippspunktet (som diskutert i kapittel 2.3). Ved andre strømhastigheter og/eller hydrografiske profiler (vår, sommer) er yttergrensene til skyen dypere enn overflatelag (<10 m).

Konklusjonen er at dagens utslippsdyp ser ut til være akseptabelt for dagens vannmengder. Ved betydelige økte vannmengder øker risiko for at utslippsskyens grenser vil nå opp i overflatelag etter innlagring, særlig ved hydrografiske situasjoner uten sjiktning i vannsøylen som typisk inntreffer vinter og tidlig vår.

Teoretisk utslippsdyp 60 m

Innlagring skjer ved alle hydrografiske profiler brukt i modellen og det vil ikke være gjennomslag til overflaten. Dette gjelder for samtlige strømhastigheter ved 60 m dyp. Innlagring vil være dypere enn eufotisk sone (eufotisk sone er typisk < 10 meter). Yttergrensene til utslippsskyen ser ikke ut til å nå opp i overflatelaget (<10 m; ikke illustrert i figurene) etter innlagring.

Tabell 7. Oppsummering av innlagringsdyp ved ulike strømhastigheter og utslippsdyp, samt om det er risiko for gjennomslag til overflaten. Innlagringsdypet er oppgitt med spennet mellom grunneste og dypeste innlagring ved ulike strømhastigheter.

Dyp (m)	Innlagringsdyp (m)	Gjennomslag til overflata	Yttergrenser av utslippssky i overflatelag etter innlagring
40	18-25	1/7 profiler ved 1 cm/s. Ellers ingen gjennomslag.	Ved maksimale vannmengder i vintersituasjon og lav strømhastighet (teoretisk)
60	28-37	Nei	Nei

3.3 Fortynning av utslippet

Tabell 8 oppsummerer *minimum* antall ganger modellert fortynning av rent sjøvann ved ulike avstander fra utslippspunktet (40 m) ved ulike strømhastigheter. Generelt gjelder at Q_{mid} fortynnes noe raskere enn Q_{max} og at fortynningen er mer effektiv med økende strømhastigheter og dypere utslippspunkt. Utslipet stiger også raskere og fortynnes dermed mer når det er hydrografiske situasjoner med lite sjiktning, typisk vinterstid, sammenlignet med hydrografiske situasjoner med mye sjiktning, typisk sommerstid.

Ved utslipp på 40 meter og i horisontal avstand 200 meter fra utslippspunktet, som er en tommelfingerregel på ønskelig innblandingssone, er utslippet minimum fortynnet >220–310 ganger (dette er verste tenkelige-situasjon; beregnet for maksimale vannmengder). Denne fortynningen skjer ved hydrografiske situasjoner lik modellen sin profil fra juni. Denne profilen viser en situasjon med mye sjiktning, grunnet et ferskvannspåvirket overflatelag og en relativ høy temperatur helt ned til 20 meters dyp (ca. 15 °C). Slike situasjoner kan inntreffe sommerstid, men da vil samtidig innlagringen skje dypere sammenlignet med vintersituasjoner.

Som grafen i Figur 4 viser er det stor forskjell på minimum og maksimal fortynning ved 200 meters horisontal avstand ved de ulike hydrografiske forholdene for alle strømhastigheter. Ved vintersituasjoner vil utslippet fortynnes mye mer, men vil samtidig innlagres grunnere.

Konklusjonen er at fortynningen ikke er spesielt høy sommerstid, men da vil samtidig utslippet innlagres langt dypere enn eufotisk sone, noe som er positivt særlig med hensyn til næringssalter. Om vinteren vil utslippet stige høyere mot eufotisk sone, men da vil utslippet også være relativt godt fortynnet. Vinterstid er det også akseptabelt med noe høyere konsentrasjoner av næringssalter i overflatevann, som reflektert i grenseverdier i veileder 02:2018 [7].

Tabell 8. Minimum og maksimal antall ganger fortynning (omtrentlig) i rent sjøvann ved ulik avstand fra utslippspunktet. Det er presentert spennet mellom minimum og maksimal fortynning for de ulike strømhastighetene, ved maksimale vannmengder (Q_{max}).

Dyp (m)		Antall ganger fortynning ved gitt avstand (m) fra utslippspunktet for Q _{max}					
		10	20	50	100	150	200
40	Minimum fortynning (sommersituasjon)	75–120	100–180	120–250	150–300	180–300	220–310
40	Maksimal fortynning (vintersituasjon)	180–250	200–360	400–900	500–1600	575–1950	650–1950

3.4 Influensområde

Det området hvor utslippet fører til at konsentrasjoner i resipienten er over grenseverdier for god tilstand (>EQS) i henhold til vannforskriften og veileder 02:2018 betegnes som utslippets influensområde. Fortynningsfaktor **F** brukes for å beregne størrelsen på influensområdet, jf. veileder M-46/2013 [3]. F sier noe om hvor mange ganger et utslipp må fortynnes for å oppnå <EQS i resipienten, og beregnes som et forhold mellom utslippskonsentrasjoner av utvalgte parametere og tilhørende EQS.

En mer konservativ, men også mer nøyaktig tilnærming, er å bruke bakgrunnskonsentrasjoner i resipienten. For Tot-N og Tot-P er F beregnet med målte bakgrunnsverdier for både en sommer- og vintersituasjon (Tabell 5), mens for KOF og SS er det brukt antatte lave bakgrunnsverdier (1 mg/L).

Tabell 9 oppsummerer fortynningsfaktor F for utslipp av KOF, SS, Tot-N og tot-P og den *maksimale* størrelsen på innblandingssonen ved de ulike kombinasjonene av utslippsscenario. Tabellen viser resultat for utslipp på 40 meters dyp, med strømhastighet (4 cm/s), da dette antas være mest representative scenario for lav strømhastighet, som er en konservativ tilnærming. Innblandingssonen er lest av fra fortynningsgrafene i Figur 4 og for maksimale vannmengder (Q_{max}). Dette betyr at beregning av influensområde er konservativt. Modellen tar ikke i hensyn til sedimentasjon av partikler, men antar at finstoff transporteres videre med utslippsskyen.

Tabell 9. Beregninger av fortynningsfaktor F for de ulike parameterne og utslippskonsentrasjoner for de ulike utslippsalternativene. Fortynningsfaktor F er beregnet med antatte lave bakgrunnsverdier for KOF og SS, og med målte bakgrunnsverdier for Tot-N og Tot-P (vinter- og sommerverdier). Tallene er rundet av. Der fortynningsfaktor er ulik avhengig for sommer- og vintersituasjoner (for Tot-N og Tot-P) er det beregnet influensområdet for begge basert på hhv. sommer- og vintersituasjon.

40 meters dyp, 4 cm/s	KOF ¹	BOF	SS ¹	Tot-N ²	Tot-P ²
Stranda RA – dagens situasjon (primærrensing)					
O1+S1 – Orkla påslipp: urensset					
Utslippskonsentrasjon (mg/l)	739	437	158	39	6,7
Fortynningsfaktor F for å oppnå <EQS	295	218	39	315/209	609/637
Influensområde (m)	400	220	<10	460/<20	>500/>500
O2+S1 – Orkla påslipp: BAT-øvre					
Utslippskonsentrasjon (mg/l)	556	382	137	38	6,1
Fortynningsfaktor F for å oppnå <EQS	222	191	34	311/206	552/577
Influensområde (m)	240	160	<10	460/<20	>500/>500
O3+S1 – Orkla påslipp: BAT-					
Utslippskonsentrasjon (mg/l)	553	380	136	38	6,0
Fortynningsfaktor F for å oppnå <EQS	221	190	34	306/203	546/571
Influensområde (m)	240	160	<10	410/<20	>500/>500
Stranda RA oppfyller kapittel 14 (sekundærrensing)					
O1+S2 – Orkla påslipp: urensset					
Utslippskonsentrasjon (mg/l)	175	155	38	29	0,7
Fortynningsfaktor F for å oppnå <EQS	70	77	9	235/156	62/64
Influensområde (m)	<10	<10	<10	250/<10	<10/<10
O2+S2 – Orkla påslipp: BAT-øvre					
Utslippskonsentrasjon (mg/l)	151	135	33	28	0,6
Fortynningsfaktor F for å oppnå <EQS	60	67	8	229/152	56/58
Influensområde (m)	<10	<10	<10	250/<10	<10/<10
O3+S2 – Orkla påslipp: BAT-					
Utslippskonsentrasjon (mg/l)	150	134	33	28	0,6
Fortynningsfaktor F for å oppnå <EQS	60	67	8	225/149	55/57
Influensområde (m)	<10	<10	<10	250/<10	<10/<10

¹ Det finnes ikke EQS-verdier for KOF/BOF og SS i kystvann, her er det brukt 3,5/2,5 mg/L som grenseverdi for KOF/BOF og 5 mg/L som grenseverdi for SS. For KOF/BOF og SS er parametere som måler organisk belastning og nedslamming (bunnfauna, siktdyp) samt oksygenforhold også viktig å vurdere med tanke på effekt i resipient.

² For Tot-N og Tot-P gjelder grenseverdiene for eufotisk sone, det vil si de øvre 0-10 meter av vannsøylen hvor fotosyntese foregår.

Beregningene viser at den største forskjellen med tanke på influensområdet i resipient er rensegraden ved Stranda RA og i mindre grad påslippet fra Orkla. Gitt dagens renseprinsipp ved Stranda RA (mekanisk rensing), er det maksimale influensområde for KOF/BOF (400/220 m) og Tot-N (460 m i sommersituasjon) noe større enn ønskelig (200 til 300 meter). For SS er det akseptabelt (<10 m). For Tot-P er influensområdet >500 meter (sommer og vinter), som også er noe større enn hva er ønskelig. Samtidig bemerkes det at kystvann er nitrogenbegrenset, og at grenseverdier for næringssalter gjelder for overflatevann (0-10 m vanddyb), siden overkonsentrasjoner ikke gir direkte påvirkninger i dypvannet der det er ikke tilgang til lys. Følgelig er det noe misvisende å beregne størrelsen på innblandingssoner når utslippet innlagres på >10 meter. I Storfjorden er det sommersituasjon som gir dypest innlagring, og et større

influensområde i dypere vannmasser anses som mindre problematisk. Vurdering av påvirkning bør derfor alltid suppleres med målinger i resipienten.

Gitt at Stranda RA renser tilsvarende sekundærrensekravet, blir utslippskonsentrasjonene redusert betraktelig og dermed influensområdene ved de ulike alternativene redusert tilsvarende. Tot-N har det største influensområdet, men det er likevel akseptabelt, særlig siden det fortsatt vil innlagres under eufotisk sone. Det vil si at alle utslippsalternativer gir akseptable influensområder, og disse er vurdert som like store og dermed uavhengige av hvilken rensegrad påslippet fra Orkla har.

4. Oppsummering

- Som hovedregel skjer innlagring ved de hydrografiske profiler brukt i modellen og det vil ikke være gjennomslag til overflaten ved innlagring.
- Innlagringsdyp er dypere enn 10 meter, men utslippsskyens yttergrense vil kunne stige inn i eufotisk sone ved lav strømhastighet når utslippsdyp er 40 meter. I øvrige vurderte alternativ er yttergrensene dypere enn 10 meter.
- Ved betydelige økte vannmengder øker risiko for at utslippsskyens grenser vil nå opp i overflatelag etter innlagring, særlig ved hydrografiske situasjoner uten sjiktning i vannsøylen som typisk inntreffer vinter og tidlig vår.
- Utslipptet vil være mer enn *minimum* >220–310 ganger fortynnet ved 200 meter horisontal avstand fra utslippspunktet. Det er imidlertid stor forskjell på minimum og maksimal fortynning ved 200 meters horisontal avstand ved de ulike hydrografiske forholdene for alle strømhastigheter.
- Fortynning er høyere i vintersituasjoner uten sjiktning. Om sommeren er fortynningen lavere, men innlagring samtidig dypere.
- Den største påvirkningen på influensområdene for alle parametre er rensegraden ved Stranda RA, og i liten grad rensegraden til påslippet fra Orkla.
- Gitt mekanisk renseprinsipp som i dag og ulike rensegrader for Orkla sitt påslipp vil beregnet influensområde i horisontal avstand fra utslippspunktet være:
 - KOF: 240–400 meter
 - BOF: 160–220 meter
 - SS: <10 meter
 - Tot-N: 460 meter (sommer) og <20 meter (vinter)
 - Tot-P: >500 meter (sommer og vinter)
- Beregnet maksimalt influensområde basert på modelleringen vurderes som akseptabelt for SS og BOF, mens noe større enn ønskelig for KOF, Tot-N og Tot-P. Flere faktorer påvirker influensområdet til næringssalter, og vurdering av påvirkning bør derfor suppleres med målinger i resipienten.
- Gitt sekundærrensing ved Stranda RA og ulike rensegrader for Orkla sitt påslipp vil beregnet influensområde i horisontal avstand fra utslippspunktet være:
 - KOF/BOF; SS og Tot-P: <10 meter
 - Tot-N: 250 meter (sommer) og <10 meter (vinter)
- Beregnet influensområdet basert på modelleringen vurderes som akseptabelt for alle parametre når Stranda RA innfrir sekundærrensing.
- Det understrekes at modellen ikke tar hensyn til sedimentasjon av partikler (nedslamming) i resipienten. Biologiske parametre som måler organisk belastning og nedslamming (bunnfauna, støttparametre i sediment, oksygennivå) er viktig å vurdere med tanke utslipp av KOF og SS og effekten i resipient.

- Denne rapporten inneholder en modellering av utslippet ved dagens påslippssituasjon til Stranda RA gitt dagens og fremtidig renseprinsipp. Gitt økt mengde påslipp (vannmengde og stoffmengder) fra næringsmiddelindustri kan resultatene endre seg.

5. Referanser

- [1] Europakommisjonen, «BAT Conclusion for food, drink and milk industries,» 2019.
- [2] Frick, Roberts, Davis, Keyes, Baumgartner og George, «Dilution Models for Effluent Discharges, 4th Edition Visual Plumes.,» Environmental Research Division, U.S. Environmental Protection Agency, Athens Georgia, USA., 2003.
- [3] Miljødirektoratet, «Veileder for fastsetting av innblandingssoner. Veileder M-46/2013. Oppdatert i 2020,» 2013/2020.
- [4] Rambøll, «Storfjorden ved Stranda. Datarapport fra resipientundersøkelse.,» 2025.
- [5] Norsk Vann, «A256 Veiledning for dimensjonering av avløpsrenseanlegg. Rapport: 256/2020,» 2020.
- [6] «Strømkatalogen,» Havforskningsinstituttet, [Internett]. Available: <https://stromkatalogen.hi.no/apps/ncis/v1/nb/>; strømdata hentet juni 2022. [Funnet 1 6 2022].
- [7] Direktoratsgruppen for gjennomføringen av vannforskriften, «Veileder 02:0218. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Rev. 2020.,» 2020.
- [8] Miljødirektoratet, «Veileder M-608,» 2020.
- [9] Rambøll, «RH2022NO1026-RAM-PR-00002 Ytterøkyllig AS Resipientovervåkning Hyllbukta 2022-2023,» Rambøll, 2023.

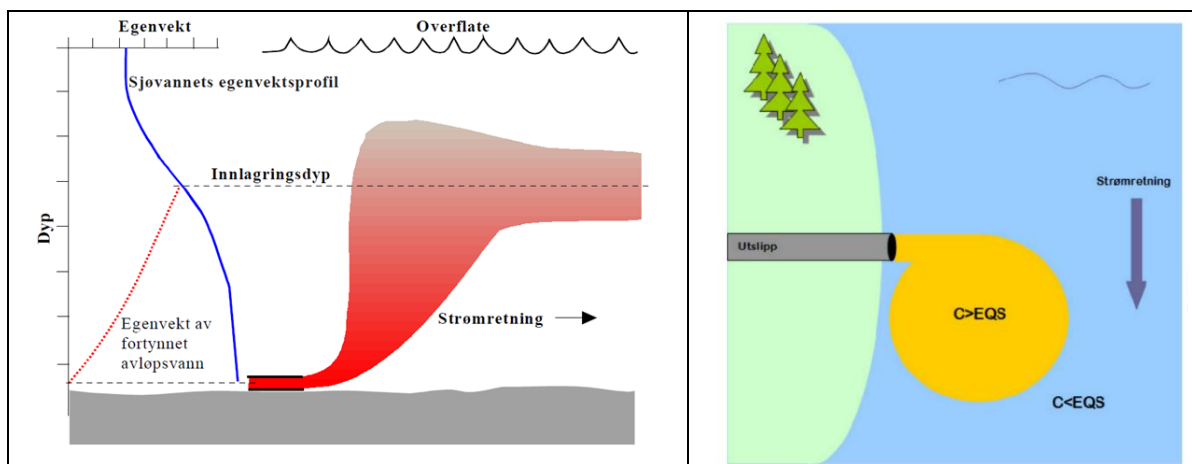
Vedlegg 1

Modellering av innlagring og spredning med Visual Plumes

Modellverktøy

Beregning av spredning og fortynning av utslippsskyen er utført med den numeriske modellen Visual Plumes utviklet av U.S. EPA [2] som er anbefalt i veileder M-46:2013 *Fastsetting av innblandingssoner* [3]. Hensikten med modelleringen er å få oversikt over utslippets influensområde (innblandingssone), for å kunne vurdere i hvilken grad resipienten vil påvirkes av utslippet ved ulike utslippssteder.

Utslippsvannet er ferskvann, og dermed lettere enn sjøvann. Når det slippes ut i sjøen vil utslippsvannet begynne å stige mot overflaten, samtidig som det fortynnes raskt med omkringliggende sjøvann. Egenvekten til utslippet og den vertikale sjiktningen i resipientvannet er med på å avgjøre i hvilket dyp det fortynnete utslippet vil innlagres (dvs. ikke gjennomslag til overflaten). Figur V 1 til venstre viser en situasjon med god sjiktning. Ved innlagring under brakkvannslaget vil det innblandede sigevannet oppnå samme egenvekt som sjøvannet omkring. Innblandingen foregår da i et mindre vertikalt lag og får dermed en større horisontal utbredelse, men utslippskomponentene blir ikke tilgjengelige i overflatevannet. En slik situasjon er ønskelig, og derfor planlegges utslippspunkter normalt i dyp godt under brakkvannslaget for å sikre innlagring av utslippet. Dersom det ikke er sjiktning i vannsøylen, kan utslippsvannet stige hele veien til overflaten.



Figur V 1. Til venstre: Illustrasjon av et punktutslipp til sjøresipient, en situasjon med vertikal sjiktning og innlagring av utslippsvannet. Til høyre: Prinsippskisse av en innblandingssone. EQS-verdier (PNEC) skal gjelde utenfor innblandingssonen, men ikke i selve sonen (Modifisert fra [3]).

Man skiller mellom primær- og sekundærfortynning av utslippet. *Primærfortynning* av utslippet (dvs. før innlagring) bestemmes hovedsakelig av utslippsdyp, den vertikale sjiktningen, mengde utslippsvann og hastigheten utslippet har ut av røret. *Sekundærfortynningen* (dvs. etter innlagring/gjennomslag til overflate) skyldes turbulent strøm og innblanding i resipienten. Denne er langsommere enn primærfortynningen, og det er derfor ønskelig å designe et utslippsarrangement som gir stor primærfortynning.

Miljødirektoratets veileder M-46:2013 definerer innblandingssonen som den delen av en vannforekomst i umiddelbar nærhet av et punktutslipp hvor forvaltningsmyndighetene tillater at EQS-verdier (Environmental Quality Standard) overskrides (til høyre i Figur V 1). Forutsetningen er at EQS-verdiene overholdes i den resterende delen av vannforekomsten. Innblandingssoner er dynamiske systemer og størrelsen av en sone kan variere mye med tid.

Estimerte utslippskonsentrasjoner og fortynningsbehov

Påvirkning i resipienten vil vurderes opp mot vannforskriftens mål om minst god økologisk og kjemisk tilstand i overflatevann. Utslippsvann som tilføres resipient skal ikke medføre at sjøvannet får en konsentrasjon av miljøgifter som overskrider grenseverdien for klasse II i veileder M-608 [8]. Denne grenseverdien kalles *Environmental quality standards* (EQS) eller *Predicted no effect concentration* (PNEC)

Fortynningsfaktoren (F) som kreves for at konsentrasjonen i utslippsvannet ikke skal forårsake at miljøgiftkonsentrasjonen i sjøvannet overstiger PNEC, kan beregnes med følgende formel:

$$F = \frac{C_{\text{utslipp}} - \text{PNEC}}{\text{PNEC} - C_{\text{resipient}}}$$

Hvor

F= fortynningsfaktoren

C_{utslipp} = konsentrasjonen i utslippsvannet

PNEC [evt. EQS] = konsentrasjon som ikke gir effekt i resipienten (grenseverdi for god tilstand)

C_{resipient} = konsentrasjon i resipienten fra før (bakgrunnsnivå)

Vedlegg 2

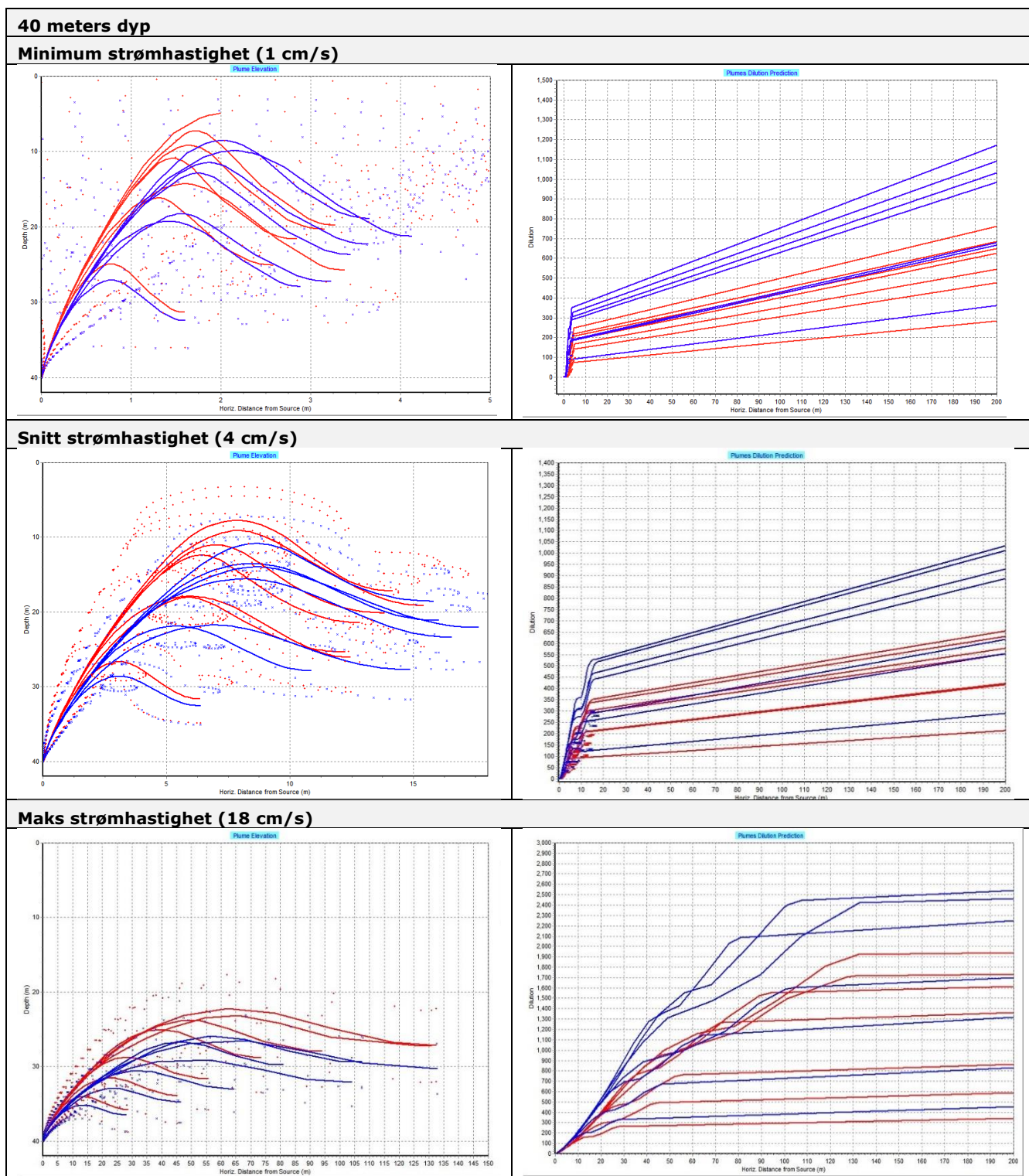
Hydrografiprofiler

Stasjon OF1			
Måned	Dyp (m)	Salinitet (psu)	Temperatur (°C)
Februar_24	1	29,1	3,2
	5	29,7	3,7
	10	30,2	4,9
	15	30,8	5,6
	20	30,9	5,7
	25	31,1	5,9
	30	31,2	5,9
	35	31,2	5,9
	40	31,3	6,0
Mars_24	1	31,7	5,7
	5	32,7	6,0
	10	32,8	6,4
	15	33,2	6,5
	20	33,3	6,8
	25	33,4	7,1
	30	33,5	7,4
	35	33,6	7,6
	40	33,7	8,0
	50	33,8	8,2
April_24	1	31,1	5,6
	5	31,6	5,7
	10	32,0	5,9
	15	33,0	6,7
	20	33,1	6,6
	25	33,4	7,3
	30	33,7	7,9
	35	33,7	8,0
	40	33,8	8,2
	50	34,2	8,8
April2_24	1	27,3	6,8
	5	31,3	6,7
	10	32,3	6,3
	15	32,4	6,2
	20	32,6	6,2
	25	32,7	6,1
	30	32,7	6,0
	35	32,8	6,0
	40	32,9	5,9
	50	32,9	5,9
Mai_24	1	23,7	8,6
	5	27,9	9,8

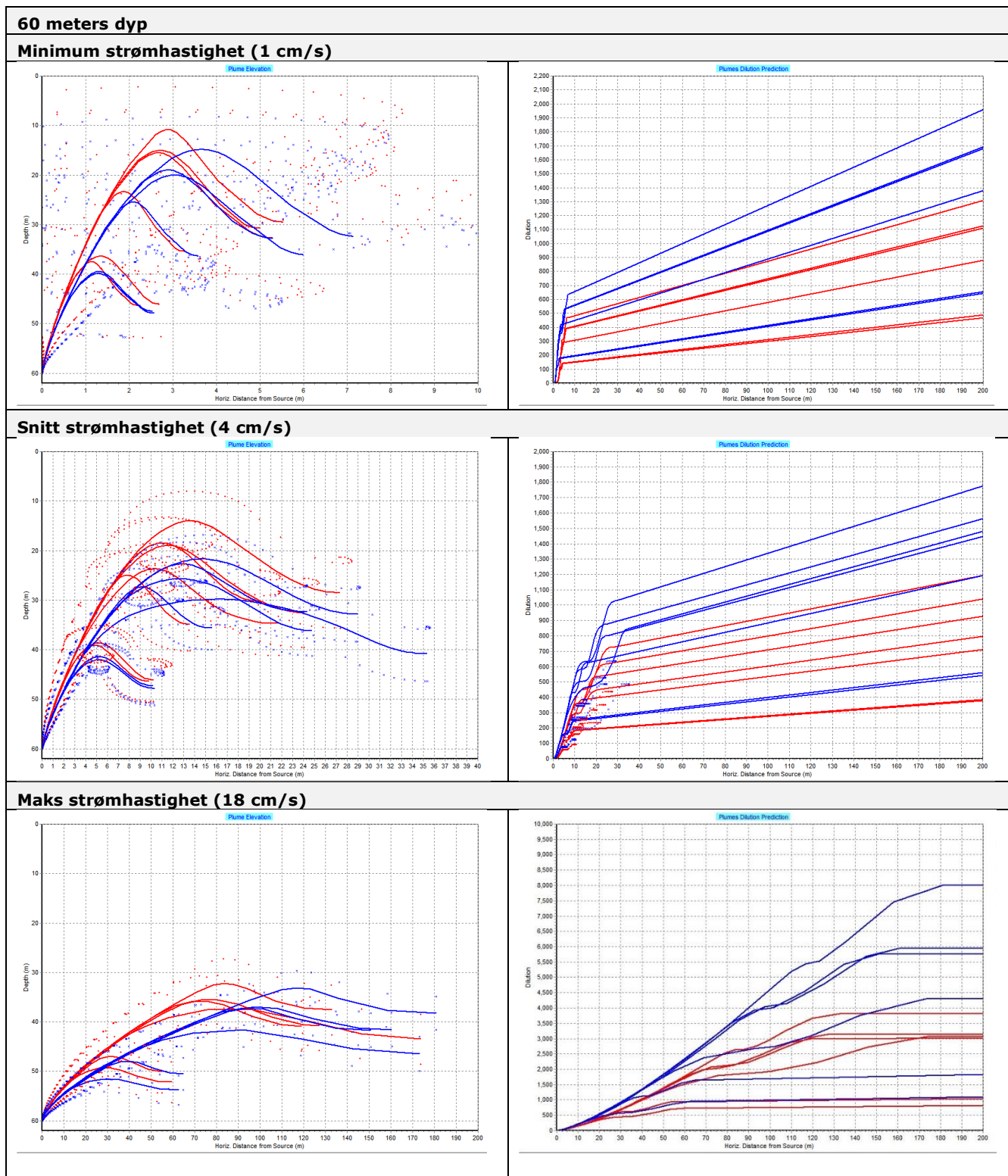
Stasjon OF1			
Måned	Dyp (m)	Salinitet (psu)	Temperatur (°C)
	10	31,1	7,7
	15	31,8	7,0
	20	31,9	6,9
	25	32,1	6,6
	30	32,5	6,4
	35	32,7	6,3
Juni_24	1	21,5	13,8
	5	25,1	13,2
	10	28,1	12,1
	15	29,2	11,5
	20	29,9	11,0
	25	30,6	9,5
	30	31,3	8,2
	35	32,1	7,4
	40	33,1	7,1
	50	34,1	8,3
	60	34,6	8,6
August_24	1	24,7	15,2
	5	26,7	15,6
	10	28,6	15,5
	15	29,5	15,2
	20	30,3	14,9
	25	30,4	14,7
	30	30,5	14,4
	35	30,8	13,9
	40	31,0	13,8
	50	31,5	12,4

Vedlegg 3

Grafer – innlagringsdyp med yttergrenser utslippssky



Figur V 2. Innlagringsdyp og fortynning på 40 meter for to vannmengder (Q_{mid} : blå; Q_{max} : rød) for tre strømhastigheter. Rød og blå strek markerer senterlinjen til utslippsskyen; yttergrensene til utslippsskyen er vist som hhv. røde og blå punkter i grafene for innlagring. Merk at horisontal avstand fra utslippspunkt (x-aksen) er ulik i de tre grafene. I fortynningsgrafene er x-aksen lik.



Figur V 3. Innlagringsdyp og fortykning på 60 meter for to vannmengder (Q_{mid} : blå; Q_{max} : rød) for tre strømhastigheter. Rød og blå strek markerer senterlinjen til utslippsskyen; yttergrensene til utslippsskyen er vist som hhv. røde og blå punkter i grafene for innlagring. Merk at horisontal avstand fra utslippspunkt (x-aksen) er ulik i de tre grafene. I fortynningsgrafene er x-aksen lik.