
AZE MODELLERING HENRIKHOLMEN

OPPDRAKSGIVER

NRS Farming

EMNE

AZE MODELLERING

DATO / REVISJON: 17.03.22 / 00

DOKUMENTKODE: 10242947-RIMT-RAP-001



Multiconsult

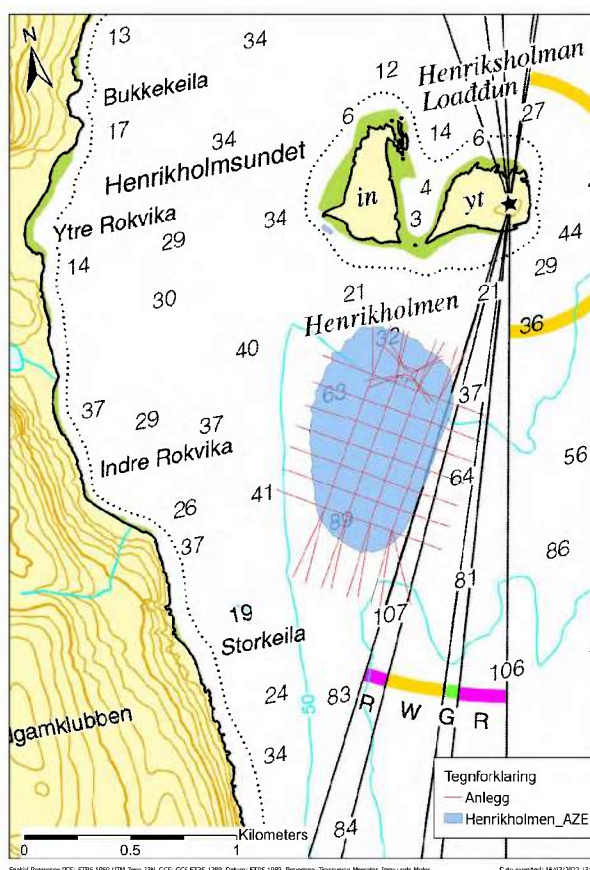
Dette dokumentet har blitt utarbeidet av Multiconsult på vegne av Multiconsult Norge AS eller selskapets klient. Klientens rettigheter til dokumentet er gitt for den aktuelle oppdragsavtalen eller ved anmodning. Tredje parter har ingen rettigheter til bruk av dokumentet (eller deler av det) uten skriftlig forhåndsgodkjenning fra Multiconsult. Enhver bruk av dokumentet (eller deler av det) til andre formål, på andre måter eller av andre personer eller enheter enn de som er godkjent skriftlig av Multiconsult, er forbudt, og Multiconsult påtar seg intet ansvar for slikt bruk. Deler av dokumentet kan være beskyttet av immaterielle rettigheter og/eller eiendomsrettigheter. Kopiering, distribusjon, endring, behandling eller annen bruk av dokumentet er ikke tillatt uten skriftlig forhåndssamtykke fra Multiconsult eller annen innehaver av slike rettigheter.

RAPPORT

OPPDRAAG	AZE-modellering Henrikholmen	DOKUMENTKODE	10242947-RIMT-RAP-001
EMNE	AZE modellering	TILGJENGELIGHET	Begrenset
OPPDRAAGSGIVER	NRS Farming	OPPDRAAGSLEDER	Juliane Borge
KONTAKTPERSON	Kåre Aas/Per Magne Bølgen	UTARBEIDET AV	Sindre Fritzner, Juliane Borge
		ANSVARLIG ENHET	Marint miljø og havbruk

SAMMENDRAG

«Allowable zone of effect» (AZE) har blitt beregnet i forbindelse med søknad for nytt akvakulturanlegg ved Henrikholmen i Lebesby kommune. For å bestemme utbredelsen av AZE har partikkelspredningsmodellen OpenDrift blitt benyttet, med strømfelt fra strømmodellen NorFjords160. Det er modellert spredning av utslipp gjennom en produksjonsperiode på 16 måneder. AZE er funnet å dekke 0.52 km², som vist i figuren under (blå farge viser utbredelsen av AZE). Strømmen ved anlegget er nordlig rettet stor deler av tiden. Dette gjenspeiles i AZE gjennom noe større utbredelse i nordlig retning. På grunn av Henrikholmen nord for anlegget og grunt farvann er den nordlige utbredelsen likevel begrenset. AZE strekker seg ca. 200 m nord-nordvest for anleggsrammen og ca. 50 m mot sør.



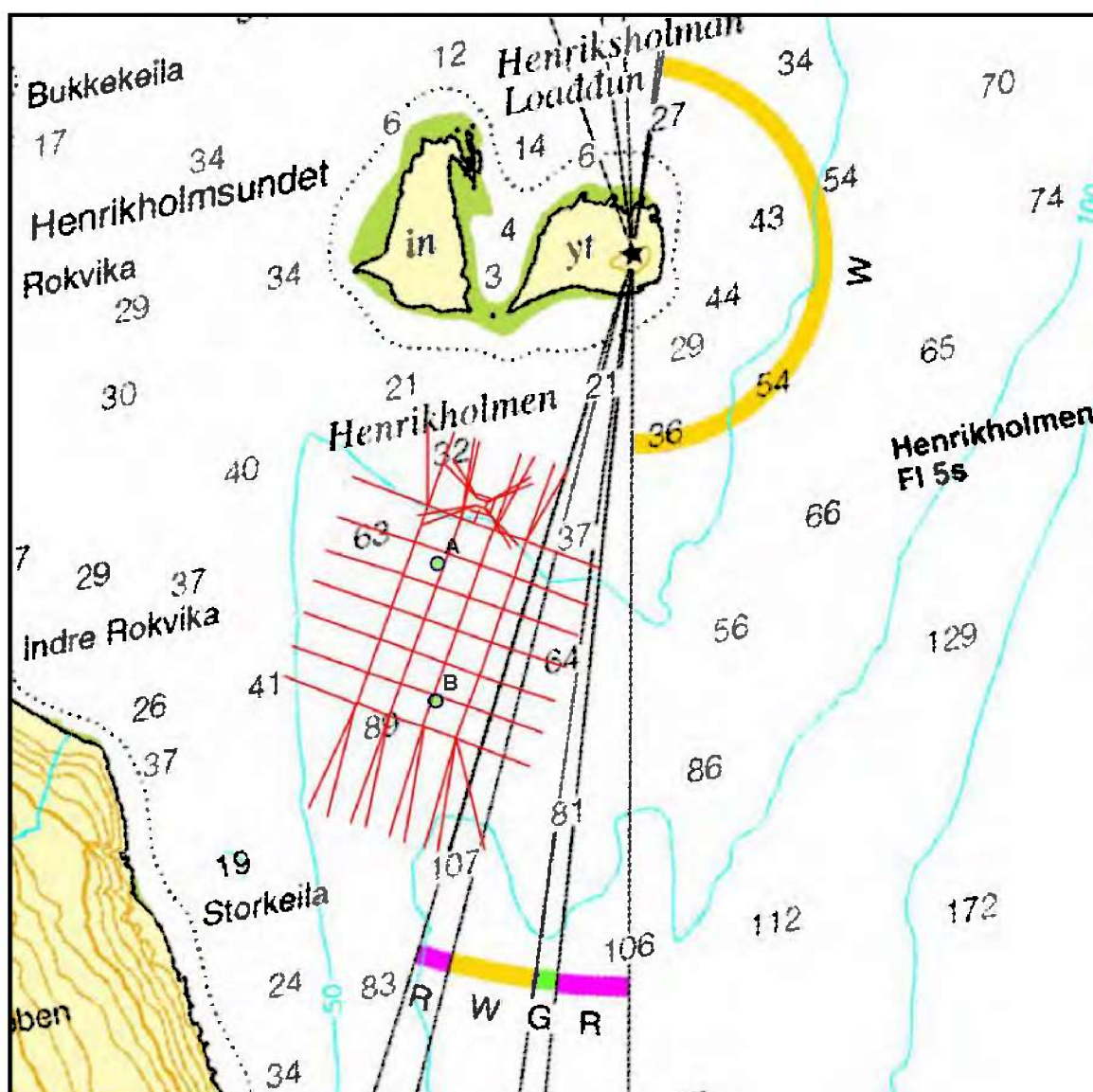
00	17.03.22	Første versjon til oppdragsgiver	SMF	EH	EH
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHALDSFORTEGNELSE

1	Introduksjon	5
2	Metode.....	6
	2.1 Strømdata fra NorFjords160	6
	2.2 Modellering av partikkelspredning	9
3	Resultater	10
	3.1 Allowable Zone of Effect - AZE	10
	3.2 Månedlig utslipp	11
	3.3 Akkumulert utslipp	14
4	Konklusjon.....	17
5	Referanser	17

1 Introduksjon

Denne rapporten beregner utbredelsen av «Allowable zone of effect» (AZE) i forbindelse med søknad om nytt akvakulturanlegg sør for Henrikholmen. Henrikholmen ligger i Laksefjorden i Lebesby kommune, Troms og Finnmark. Anlegget består av 18 merder distribuert i 3x6 bur som vist i Figur 1. Hvert bur er 110 m bredt og hver merd har en omkrets på maksimalt 160 m. Laksefjorden er åpen mot Barentshavet i nord, men lokaliteten ligger relativt skjermet bak Henrikholmen. Anlegget er planlagt ca. 0.6 km sør for Henrikholmen og ca 0.8 km øst for landet, som illustrert i Figur 1.



Figur 1 Foreslått plassering av nytt akvakulturanlegg sør for Henrikholmen. De grønne punktene A og B i anlegget angir posisjonen for strømmålinger utført av Åkerblå (Åkerblå, 2021).

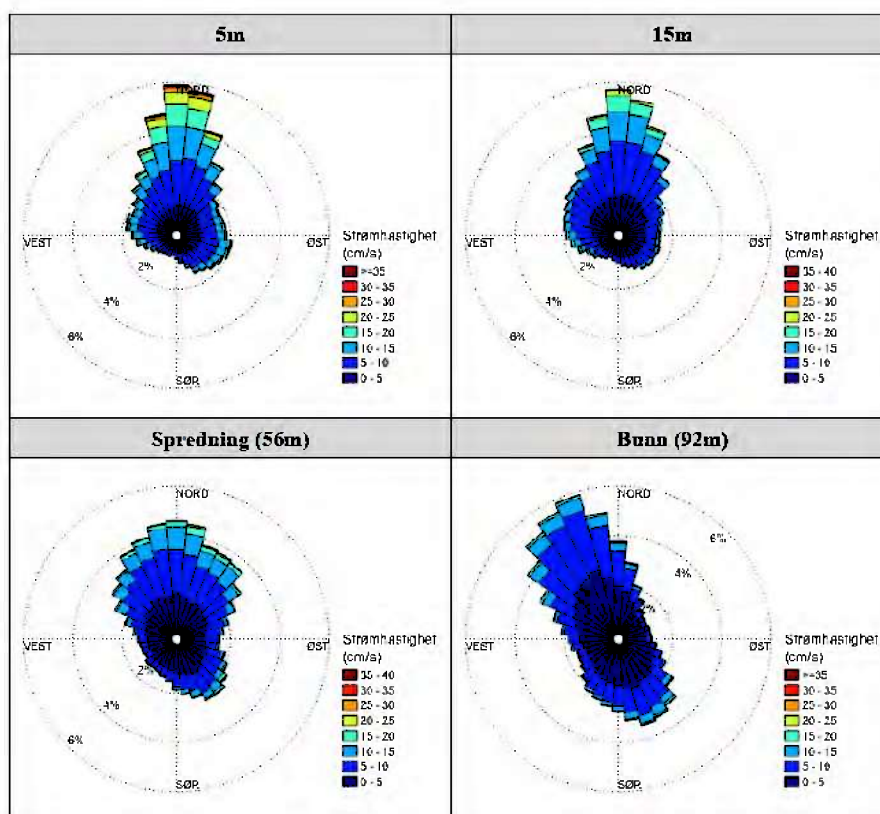
2 Metode

2.1 Strømdata fra NorFjords160

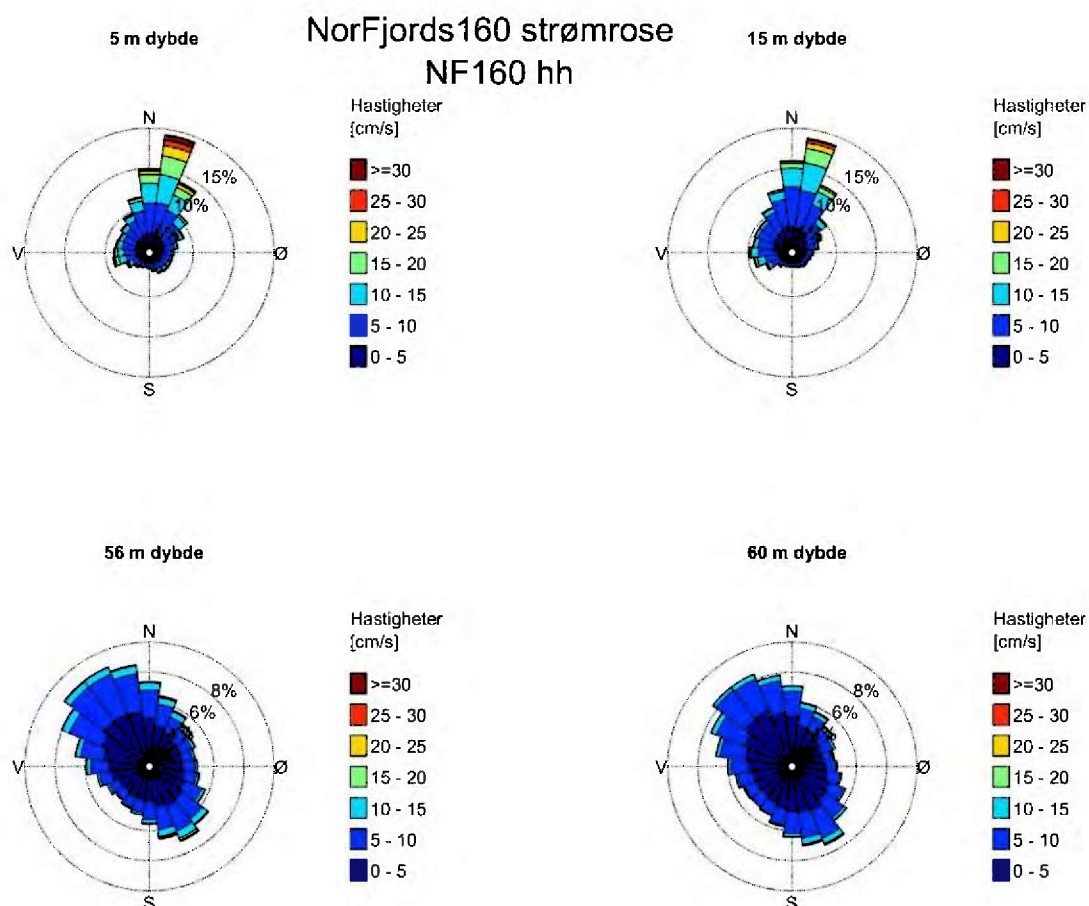
Som grunnlagsdata for modelleringen av partikkelspredningen benytter vi oss av strømdata fra NorFjords160 fra Havforskningsinstituttet (Asplin et al. 2020, Dalsøren et al. 2020). Dette er numerisk simulerte strømdata fra modellen «Regional Ocean Modeling System» - ROMS (Shchepetkin and McWilliams, 2005; Moore et al., 2011). ROMS er kjørt med 160 m horisontal oppløsning og dekker fjordene langs norskekysten. Dataene består av 35 vertikale lag med tidsoppløsning på en time, og er fritt tilgjengelige fra Havforskningsinstituttet.

Vurdering av NorFjords 160 ved Henriksholmen

For å vurdere hvor representativ strømmen i NorFjords160 er for det aktuelle området ved Henrikholmen, sammenlikner vi statistikk fra hhv. modellen og strømmålinger (punkt A og B Figur 1) utført av Åkerblå (Åkerblå, 2021). Strømrosen fra målingene ved 4 forskjellige dyp er gjengitt i Figur 2, og tilsvarende strømrosen fra NorFjords160 er gitt i Figur 3. Her er det viktig å være klar over at strømmålingene dekker ett år, mens modellen dekker tre år. De to datakildene viser samsvarende resultater, med relativt sterk nordlig strøm i overflaten som roterer til nord-nordvest og sør-sørøst ved bunnen. For strømmålingene så er det målt på lokasjon A for 5 og 15 m, og lokasjon B for 56 og 92 m (se Figur 1). For NorFjords160 er et gridpunkt som ligger nært punkt A benyttet for sammenlikningen. Noen nøkkeltall for strømmen fra modell og observasjoner er oppsummert i Tabell 1. Middelstrømmen viser generelt meget godt samsvar. På maksimumsstrømmen er det store avvik mellom de to datakildene. Dette skyldes mest sannsynlig forskjellig tidslengde. De generelle trekkene ved strømmen fra NorFjords160 samsvarer imidlertid godt med observasjonene. Vi konkluderer at strømdata fra NorFjords160 er godt egnet til å representere strømmen ved Henrikholmen for formålet AZE-modellering.



Figur 2 Strømrose fra strømrappport levert av Åkerblå (gjengitt fra Åkerblå 2021).

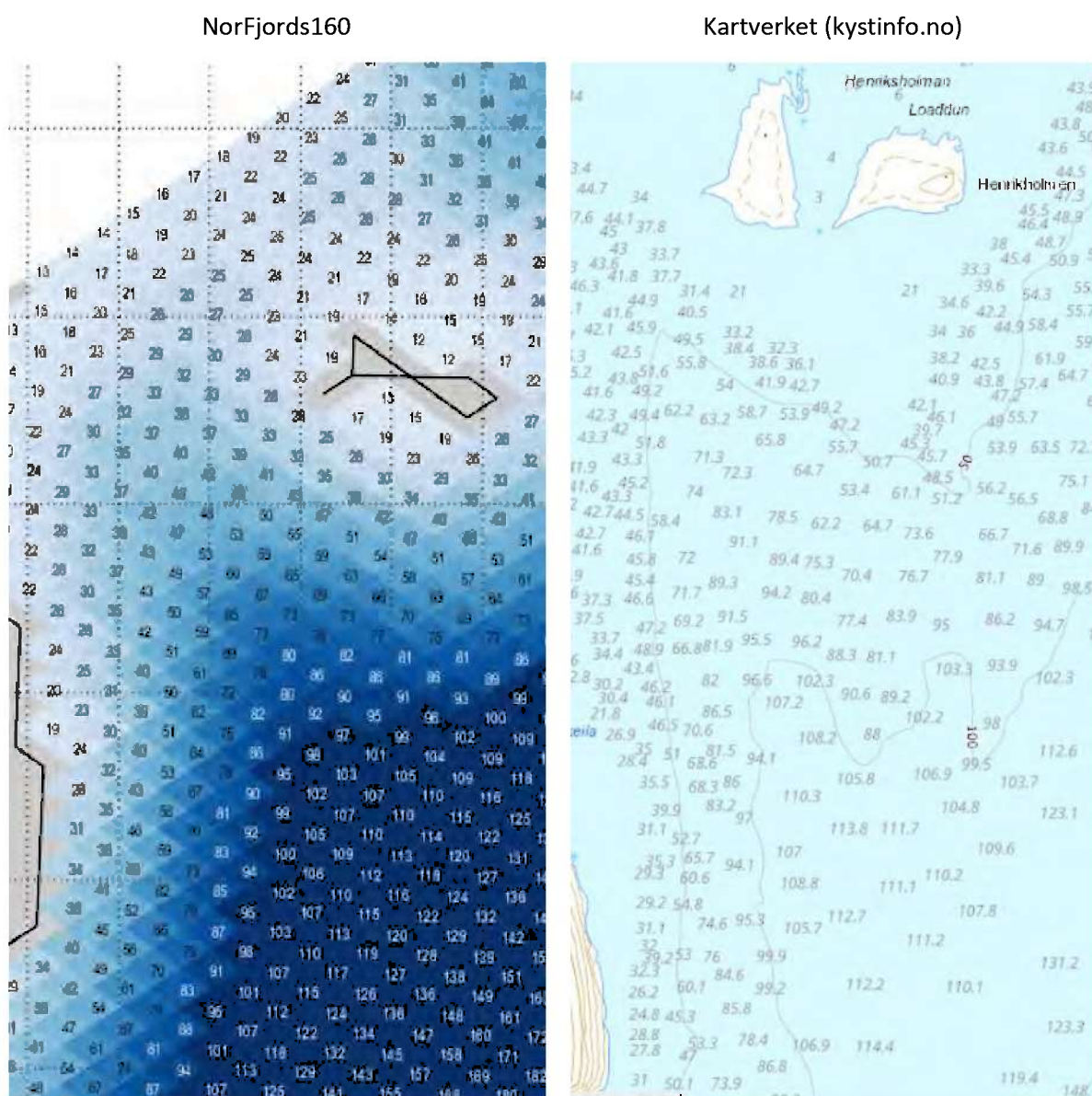


Tabell 1 Sammenlikning av modellerte og målte strømndata. Merk forskjellen i dybde, som skyldes at modellen gjengir dybden over et område på 160x160 m, samt at strømmålingen er foretatt på to forskjellige steder. Punktet fra modellen ligger nærmere det grunneste målepunktet.

NorFjords160	Dyp (m)	Middelstrøm (cm/s)	STD (cm/s)	Maks (cm/s)
	5	8.6	6.0	78.8
	15	7.3	4.9	63.7
	56	5.1	3.3	36.3
	58 (bunn)	4.7	3.0	30.8
Strømmåling				
	5	8.1	5.6	43.4
	15	6.4	4.3	36.7
	56	6	4.1	39.1
	92 (bunn)	5	3.5	41.4

Bunntopografi i NorFjords 160 omkring Henriksholmen

En sammenlikning mellom bunntopografien i NorFjords 160 og kartverket sine marinedata (kystinfo.no) for området sør for Henriksholmen er gitt i Figur 4. Ettersom modellen gjengir dypet over et område på 160x160 m, vil det i områder med varierende dybde være avvik mellom modellens dybde og faktisk dybde. Dette gjelder f.eks. i skråningen opp mot Henriksholmen, og forklarer noe av forskjellen i bunndybde i Tabell 1. Figuren viser at området generelt har relativt enkel topografi, uten bratte skråninger eller markerte rygger eller hull. Vi konkluderer med at NorFjords160 har en realistisk gjengivelse av dybdekonturene.



Figur 4 Sammenlikning av bunntopografi i NorFjords160 (venstre) og kystinfo.no (høyre).

2.2 Modellering av partikkelspredning

For å beregne spredningen av fôrspill og fekalier bruker vi modellen OpenDrift fra Meteorologisk Institutt (Dagestad et al. 2018). OpenDrift er en generell partikkeldriftmodell utviklet for å beregne driften av partikler i havet, som er blitt brukt til å beregne driften av fiskeegg, oljesøl, isfjell og flere andre bruksområder. Modellen følger bevegelsen til hver enkelt partikkel som slippes ut i et angitt område, ettersom partikkelen synker og påvirkes av strømmen i området. Denne strømmen i området beskrives av modelldata, og vi benytter altså strømfelt fra NorFjords160.

Modelloppsett

Modellen ble kjørt over en 16 måneders produksjonssyklus, fra 1.Mai 2017 til 31. August 2018. Denne perioden er tilfeldig valgt innenfor de tre tilgjengelige årene med data i NorFjords160. Utslippet i hver måned er tatt fra Tabell 2, der de månedlige fôrmengdene er oppgitt av NRS Farming. For simuleringene er det benyttet 5 % fôrspill (Cromey et al. 2002), mens mengden fekalier tilsvarer 24 % av fôrmengden (Depomod et al. 2013). Synkehastighet er satt til 10 cm/s for fôr (Cromey et al. 2002), mens fekalierne har varierende synkehastighet, som vist i Tabell 3 (Bannister et al. 2016).

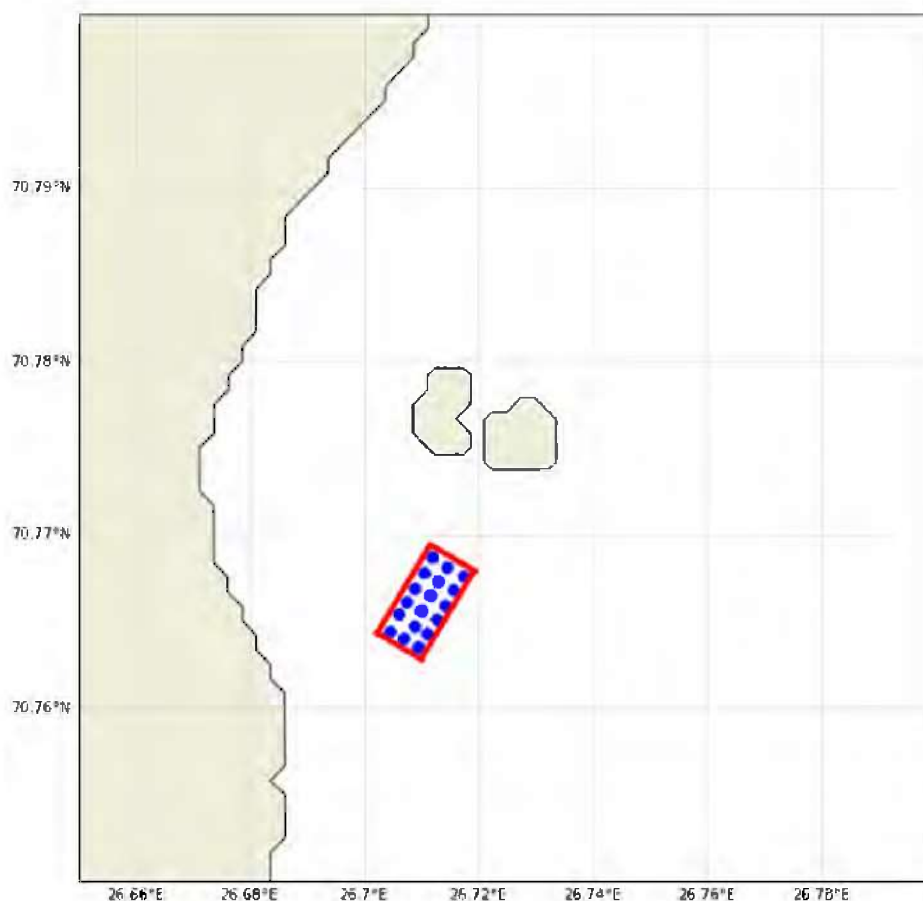
Tabell 2 Estimert utslipp av fôr og fekalier ved Henrikholmen oppdrettsanlegg (fôrforbruk Levert av NRS Farming)

Lokalitet Henrikholmen							
År	Måned	Fôr [kg]	Forspill [kg]	Fekalier [kg]	Prosent utslipp	Prosent forspill	Prosent fekalier
Første år	Mai	198576	9929	48476	29	5	24
	Jun	497593	24880	121471	29	5	24
	Jul	804050	40202	196283	29	5	24
	Aug	899780	44989	219652	29	5	24
	Sep	868937	43447	212123	29	5	24
	Okt	948461	47423	231536	29	5	24
	Nov	870352	43518	212468	29	5	24
Andre år	Des	789457	39473	192720	29	5	24
	Jan	681581	34079	166386	29	5	24
	Feb	507015	25351	123771	29	5	24
	Mar	508137	25407	124045	29	5	24
	Apr	476070	23804	116217	29	5	24
	Mai	659276	32964	160941	29	5	24
	Jun	881662	44083	215229	29	5	24
	Jul	1184623	59231	289187	29	5	24
Aug	521204	26060	127235	29	5	24	

Tabell 3 Synkehastighet fekalier

Hastighet	Andel fekalier (%)
0.1-0.5 cm/s	8
0.5-2.5cm/s	8
2.5 – 5 cm/s	18
5 – 10 cm/s	66

For å utnytte tidsopløsningen til NorFjords160 slippes det ut nye partikler i modellen hver time. Alt fôrspill antas å slippe ut ved havoverflaten, mens fekalier slippes ut mellom 0 til 20 m dyp. Utslippspunktene i overflaten er distribuert over området dekket av de 18 merdene som vist i Figur 5, med utslipp i hver merd.

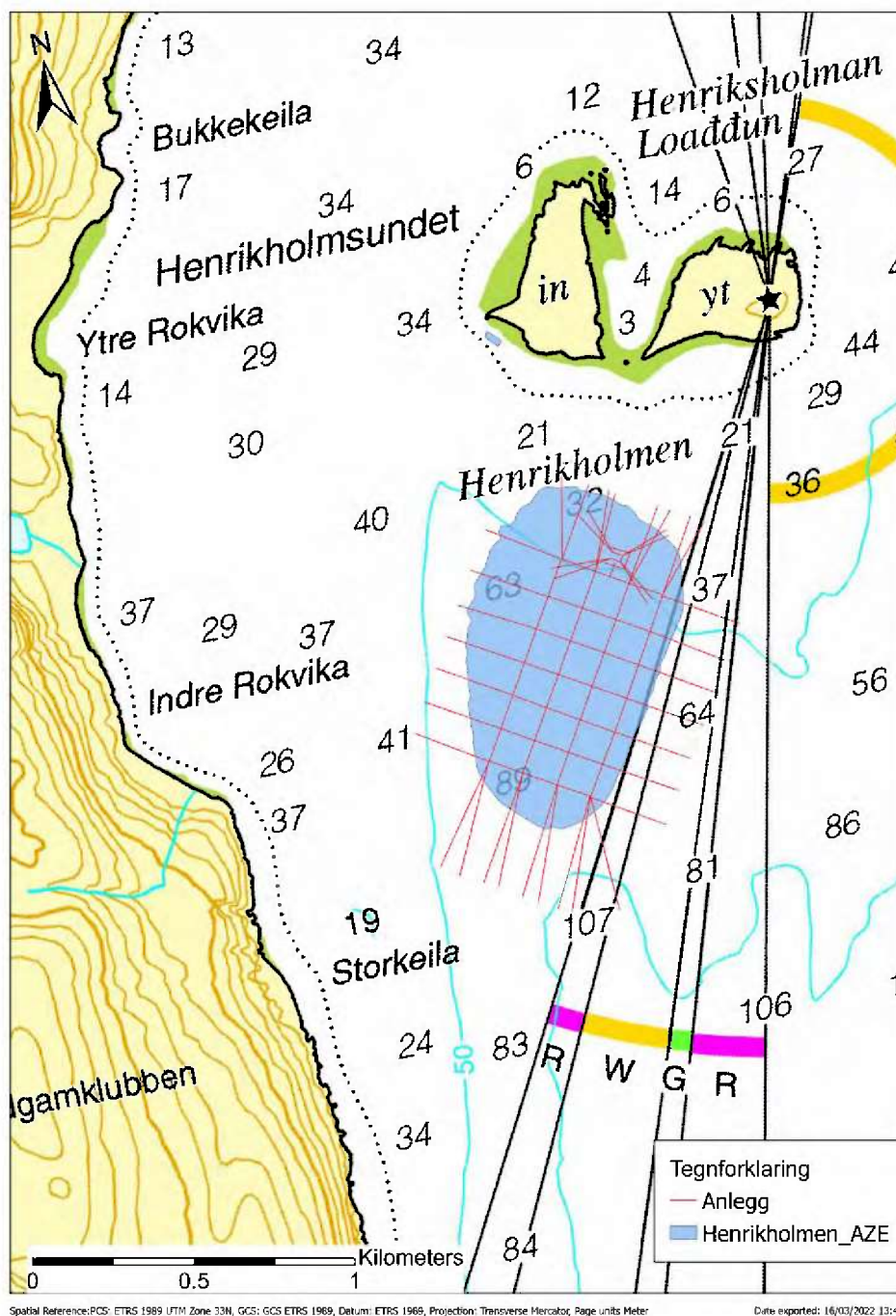


Figur 5 Utslippspunkter for partiklene i OpenDrift. Blå prikker angir modellpartikler fordelt utover hver merd, den røde boksen viser området dekket av anleggets ramme.

3 Resultater

3.1 Allowable Zone of Effect - AZE

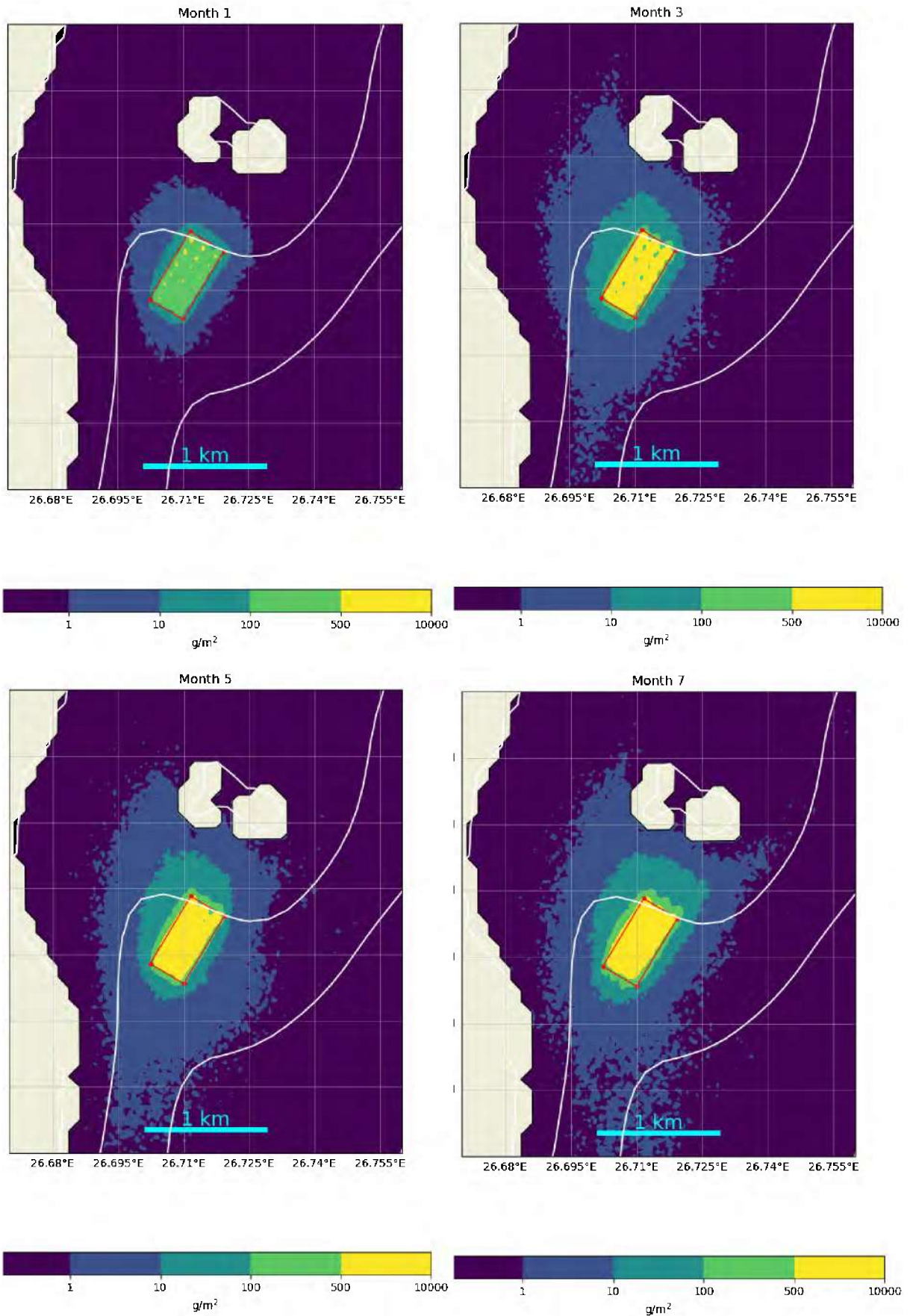
Allowable Zone of Effect - AZE- er definert som sonen hvor det forventede utslippet fra anlegget er større enn 191.8 g/m^2 per år (SEPA 2005, NewDEPOMOD User Guide 2022). Verdier over $191.8 \text{ g/m}^2/\text{år}$ indikerer dårlig bentisk miljø. Den beregnede AZE er vist i Figur 6. Figuren viser gjennomsnittlig årlig akkumulering av fôrspill og fekalier over et år, etter en 16-måneders produksjonssyklus. AZE dekker et område på 0.52 km^2 , og strekker seg ca 1.2 km fra nord til sør. Figuren viser at AZE strekker seg primært nordvest for anlegget, dette samsvarer med strømosene i Figur 2 og Figur 3. I nord hindres videre spredningen av grunt vann rundt Henrikholmen som gjør at størrelsen på AZE sonen er relativt liten. AZE sonen strekker seg et 200 m nord for anlegget og ca 50 m sør.



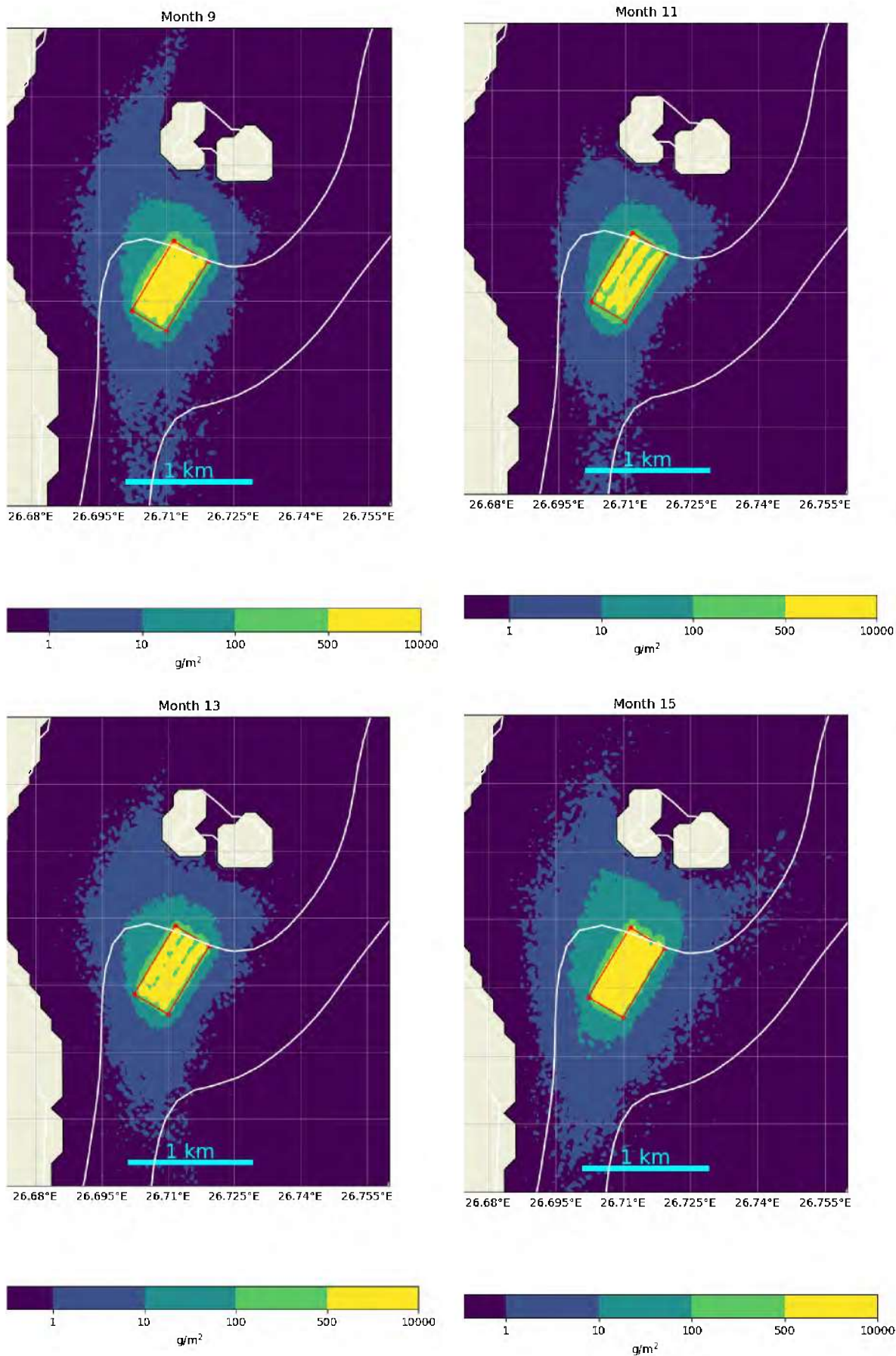
Figur 6 AZE beregnet utfra 16 måneders produksjonssyklus.

3.2 Månedlig utslipp

Månedlig utslipp for annenhver måned gjennom produksjonsperioden er vist i Figur 7 og Figur 8. Spredningen av fôrspill og fekalier samsvarer godt med strømrosene i Figur 2 og Figur 3. Mesteparten av de månedlige utslippene er lokalisert direkte under anlegget, grunnet en stor andel tunge fekalier og fôrspill med høye synkehastigheter. En del av de lettere fekaliene drifter opp til et par kilometer sør for anlegget og nordover på vestsiden av Henrikholmen. Dette skjer i kortere perioder med sterk strøm, men utgjør en liten andel av det totale utslippet.



Figur 7 Utslipp fra anlegget i løpet av måned 1, 3, 5 og 7, i g/m².

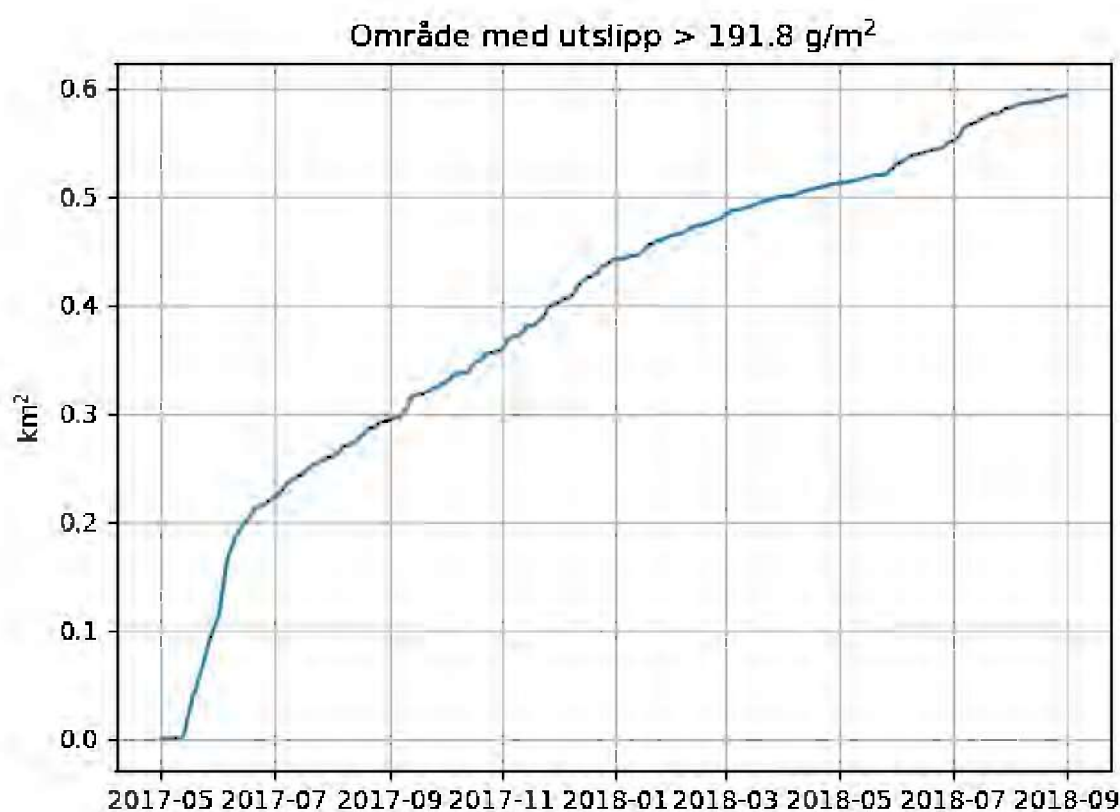


Figur 8 Utslipp fra anlegget i løpet av måned 9, 11, 13 og 15, i g/m².

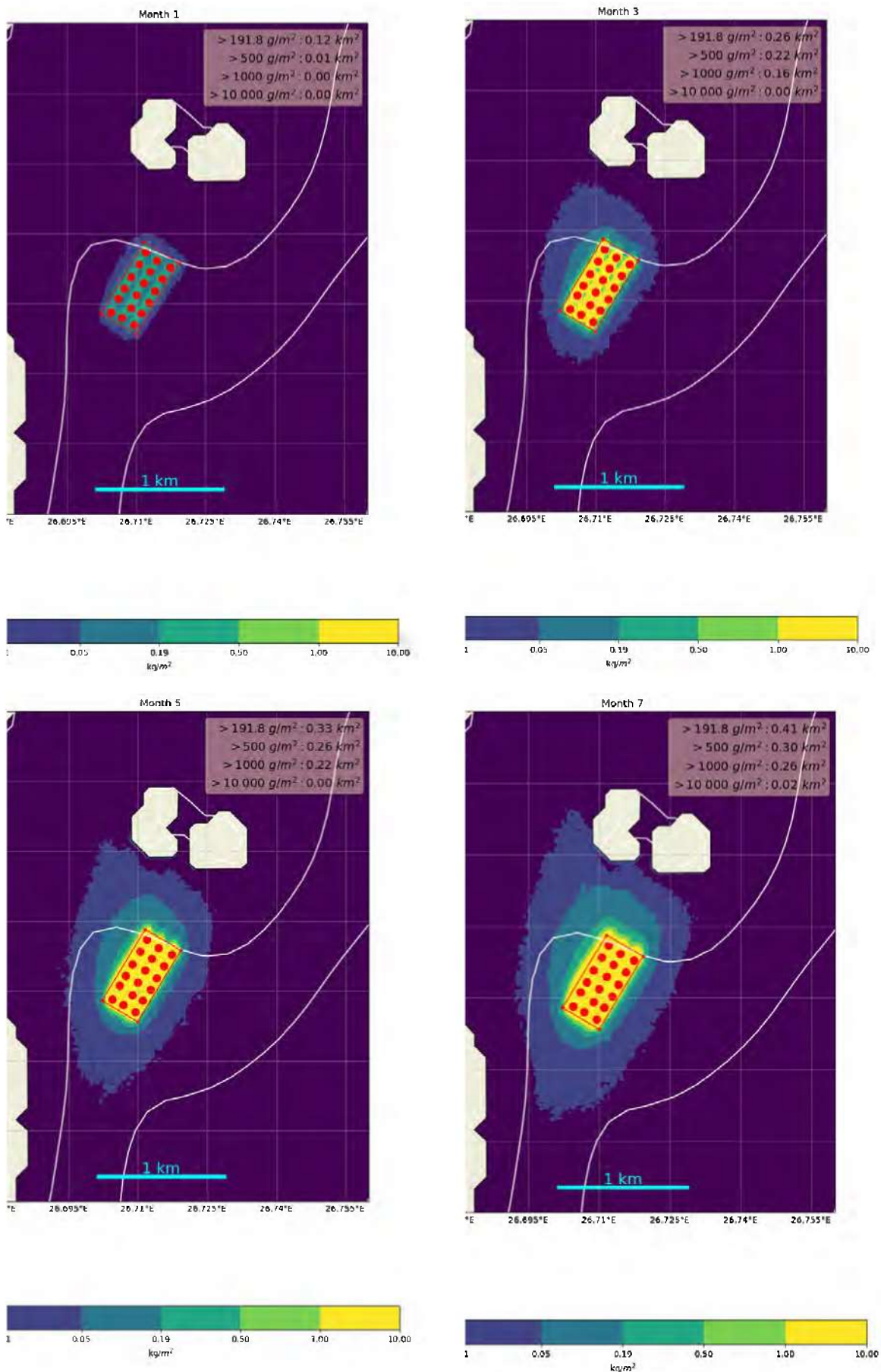
3.3 Akkumulert utslipp

Arealet på området med akkumulert utslipp $> 191.8 \text{ g/m}^2$ er vist i Figur 9. Figuren viser at størrelsen på området øker mye de første månedene og avtar gradvis utover i produksjonsperioden. I den første måneden er det lite biomasse i anlegget og også små utslipp, samtidig som at man starter med et uberørt område. Dermed blir det et lite område som har utslipp $> 191.8 \text{ g/m}^2$, men som raskt øker ettersom foringsmengden øker og tiden går.

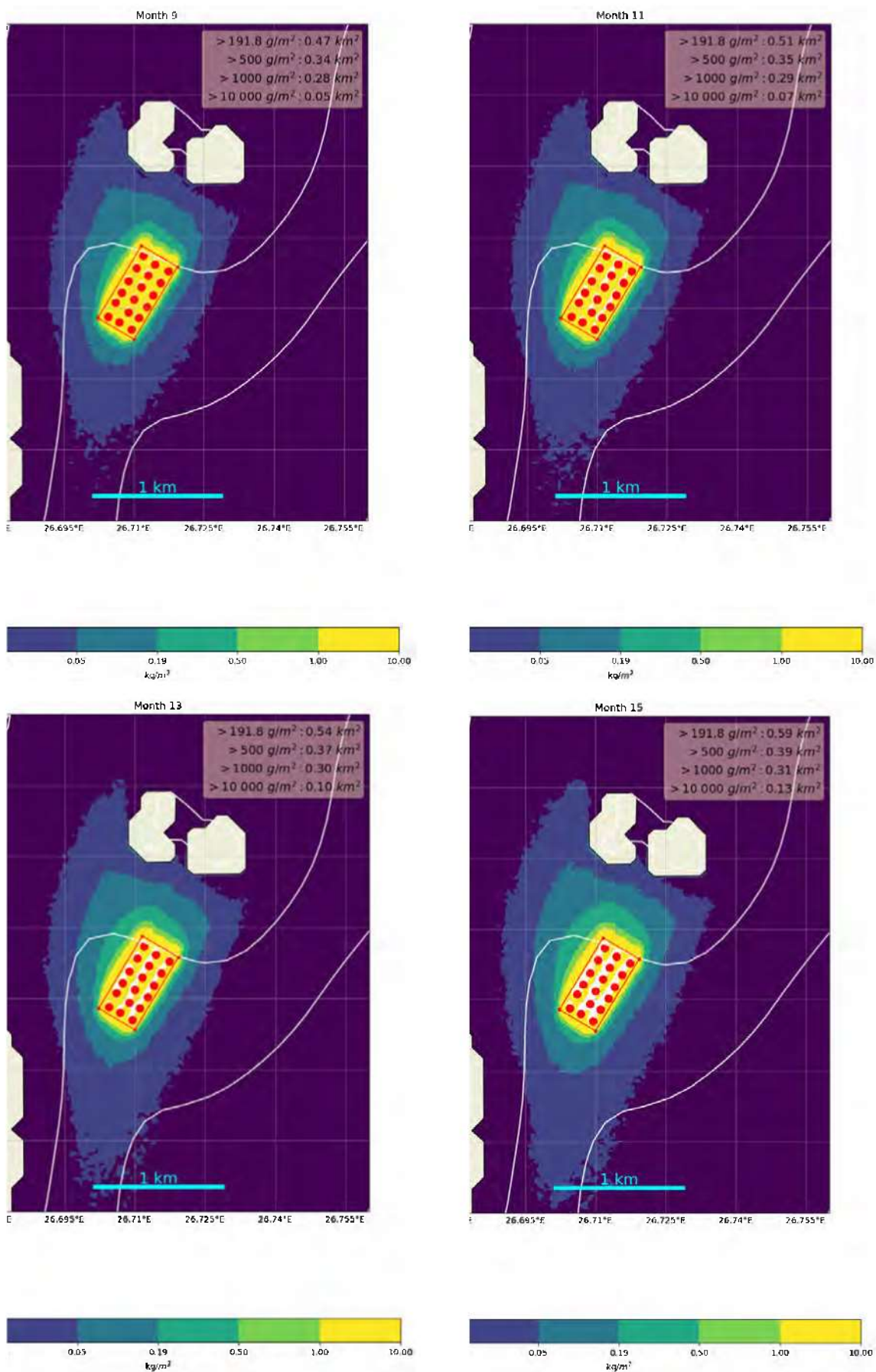
Figur 10 og Figur 11 viser hvordan det horisontale området med akkumulerte utslipp $> 191.8 \text{ g/m}^2$ vokser seg gradvis større i løpet av produksjonsperioden. Området med utslipp øker seg gradvis større i en nordlig og sørlig retning. Mot nord er utbredelsen begrenset av Henrikholmen.



Figur 9 Akkumulert areal på område med utslipp $> 191.8 \text{ g/m}^2$



Figur 10 Akkumulert utslipp etter måned 1,3,5 og 7, i kg/m².



Figur 11 Akkumulert utslipp måned 9,11,13 og 15, i kg/m².

4 Konklusjon

Det er beregnet AZE-sone for lokaliteten Henrikholmen. Areal og utbredelse av AZE er beregnet ved numeriske simuleringer med partikkeldriftmodellen OpenDrift, med strømdata fra havmodellen NorFjords160. AZE rundt anlegget ble funnet til å ha en utbredelse på 0.52 km², med spredning primært mot nordvest. Spredning nord-nordvestover går opp til 200 m vekk fra anleggsrammen i nord-nordvest, mens AZE i sørlig retning strekker seg maksimalt rundt 50 m fra den sørlige enden av anleggsrammen.

5 Referanser

Asplin, L., J. Albreten, I.A. Johnsen, and A.D Sandvik, 2020, The hydrodynamic foundation for salmon lice dispersion modeling along the Norwegian coast, *Ocean Dynamics*, 70, 1151–1167.

Bannister, R. J., et al. "Near-and far-field dispersal modelling of organic waste from Atlantic salmon aquaculture in fjord systems." *ICES Journal of marine Science* 73.9 (2016): 2408-2419.

Cromey, C. J., et al. "Validation of a fish farm waste resuspension model by use of a particulate tracer discharged from a point source in a coastal environment." *Estuaries* 25.5 (2002): 916-929.

Dagestad, K.-F., Röhrs, J., Breivik, Ø., and Ådlandsvik, B.: OpenDrift v1.0: a generic framework for trajectory modelling, *Geosci. Model Dev.*, 11, 1405-1420, <https://doi.org/10.5194/gmd-11-1405-2018>, 2018.

Dalsøren, S., J. Albreten, and L. Asplin, 2020, New validation method for hydrodynamic fjord models applied in the Hardangerfjord, Norway, *Estuarine Coastal and Shelf Sci.*, 246, 107028.

Moore, A. M., Arango, H. G., Broquet, G., Powell, B. S., Weaver, A. T., and Zavala-Garay, J.: The Regional Ocean Modeling System (ROMS) 4-dimensional variational data assimilation systems: Part I—System overview and formulation, *Prog. Oceanogr.*, 91, 34–49, 2011.

NewDEPOMOD User Guide, SAMS Enterprise UK, <https://depomod.sams.ac.uk/docs/UserGuide.pdf>, 2022.

SEPA (2005) Regulation and Monitoring of Marine Cage Fish Farming in Scotland. Annex H – Methods for Modelling In-feed Anti-parasitics and Benthic effects - Fish farm manual. Scottish Environment Protection Agency, Stirling, Scotland. 140 pp.

<https://www.sepa.org.uk/media/113511/fish-farm-manual-annex-h.pdf>

Shchepetkin, A. and McWilliams, J.: The regional oceanic modeling system (ROMS): a split-explicit, free-surface, topography-following-coordinate oceanic model, *Ocean Model.*, 9, 347–404, <https://doi.org/10.1016/j.ocemod.2004.08.002>, 2005.

Åkerblå, Strømrapport: Henrikholmen, Lebesby kommune, SR-1121-NRS-Henrikholmen-101693-01-001, 2021.