Modellering av AZE
(Allowable Zone of Effect)

Lokalitet: **Hammer**
Kunde: **Cermaq AS**

ÅKERBLÅ
A DNV COMPANY

Rapport		
Rapportbeskrivelse og navn	Modellbasert bestemmelse av AZE for lokalitet Hammer. SM-CQ-Hammer-110213417-6001-01-001.pdf	
Rapportversjon	Dato	Beskrivelse
01	18.10.2024	Første utgivelse
Rapportdistribusjon	Innhold fra denne rapporten kan brukes så lenge rapporten oppgis som kilde, og at alt benyttet materiale blir kreditert Åkerblå AS.	

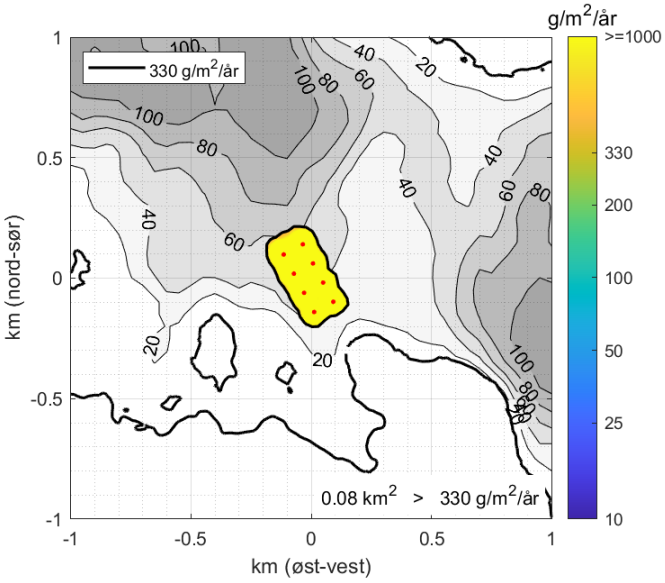
Lokalitet			
Lokalitetsnavn	Hammer	Lokalitetsnummer	13592
Kommune	Steigen	Fylke	Nordland

Sammendrag

AZE (sedimentering > 330 g/m²/år):	
Areal	0.08 km²
Hovedretning for spredning	NV – SØ
Lengde	410 m (NV – SØ)
Bredde	240 m (NØ – SV)

Beregnet AZE kommer i kontakt med både fiskeri og gyteområder.

Denne rapporten tilfredsstiller kravene for beregning av AZE i ASC- standarden.



Oppdragsgiver		
Selskap	Cermaq AS; Gjerbakknes, 8286 NORDFOLD	
Kontaktperson	Ingunn Johnsen	ingunn.johnsen@cermaq.com

Oppdragsansvarlig		
Selskap	Åkerblå AS; Nordfrøyveien 413, 7260 SISTRANDA Organisasjon nr. 916 763 816	
Rapportansvarlig	Øystein Breiteig	oystein.breiteig@akerbla.no
Kontrollert av	Mari Sandvik	mari.sandvik@akerbla.no

Innholdsfortegnelse

1. Innledning 4

2. Områdebeskrivelse 5

3. Metode 7

3.1 Modelloppsett 7

3.1.1 Strømmålinger 7

3.1.2 Bunndata 7

3.1.3 Fôringsdata 7

4. Resultater 9

4.1 AZE – Allowable Zone of Effect 9

4.2 Akkumulert utslipp 10

4.2.1 Tidsutvikling akkumulert utslipp 10

4.2.2 Totalt akkumulert utslipp 11

4.2.3 Akkumulert utslipp ved tidspunkt for ASC-undersøkelse 12

4.3 AZE og omliggende områder 13

5. Konklusjon 15

6. Vedlegg - Resultater fra strømmålinger ved lokaliteten 16

7. Vedlegg - Usikkerhetsvurdering 18

7.1 Inngangsdata 18

7.2 NewDepomod 18

7.3 Modellert spredning 18

8. Referanser 19

1. Innledning

Åkerblå AS har på oppdrag fra Cermaq AS utført modellering for å bestemme Allowable Zone of Effect (AZE) ved oppdrettslokalitet Hammer.

Formålet med rapporten er å beskrive utbredelse av området som er påvirket av utslipp fra oppdrettsanlegget for å bestemme AZE. En produksjonsperiode på 23 måneder er modellert. På grunnlag av dette er største utbredelse av AZE bestemt ved akkumulering av organisk materiale fra produksjonen i løpet av ett år.

Aquaculture Stewardship Council (ASC) Salmon Standard (2019) stiller krav til undersøkelse av bentisk fauna, reduksjonspotensiale (E_h) og kobbernivå (Cu) i sedimentene ved oppdrettslokaliteter. Standarden krever at tillatt sone for påvirkning (AZE) modelleres og at stasjoner for bunnundersøkelse plasseres i henhold til denne. Resultatene fra undersøkelse av fauna, E_h og Cu vurderes ut fra stasjonenes plassering i forhold til AZE. I ASC-standarden er AZE definert som området hvor bidraget av organisk materiale fra oppdrettsanlegget til sedimentlaget er 330 g/m^2/år eller større, noe som tilsvarer Infaunal Trophic Index (ITI) = 25. Resultatene fra modelleringen for lokaliteten er presentert med både denne grenseverdien, og nivåer av avfallssedimentering som er lavere og høyere. Dette for å få en full beskrivelse av miljøpåvirkningen både innenfor AZE og i overgangssonen rundt.

Når man vurderer bentiske effekter, anbefales det å ta prøver under burene og i avstand fra burene, både innenfor og utenfor AZE. AZE er vanskelig å identifisere som et konstant areal, noe som gjør det svært nyttig med en lokalitetsspesifikk modellering av utslippet og sedimenteringen under anlegget. Analysen for å bestemme områdespesifikk AZE og deponeringsmønstre vil bidra til at prøvetaking finner sted i de områdene som er mest hensiktsmessige for å beskytte bentisk helse rundt oppdrettsanleggene. De mulige negative påvirkningene på bentisk biodiversitet er i ASC-standarden adressert ved å inkludere en analyse på flere overvåkingsstasjoner, inkludert et referansepunkt, ved hjelp av en bunndyrsindeks (oversatt fra ASC, (2019)).

Biologisk nedbrytning av utslippsmaterialet er ikke inkludert i modellen. Modelleringens kvalitet er avhengig av kvaliteten på tilgjengelige inngangsdata og modellens begrensninger. Resultatene bør derfor vurderes ut fra lokal kunnskap og erfaring.

2. Områdebeskrivelse

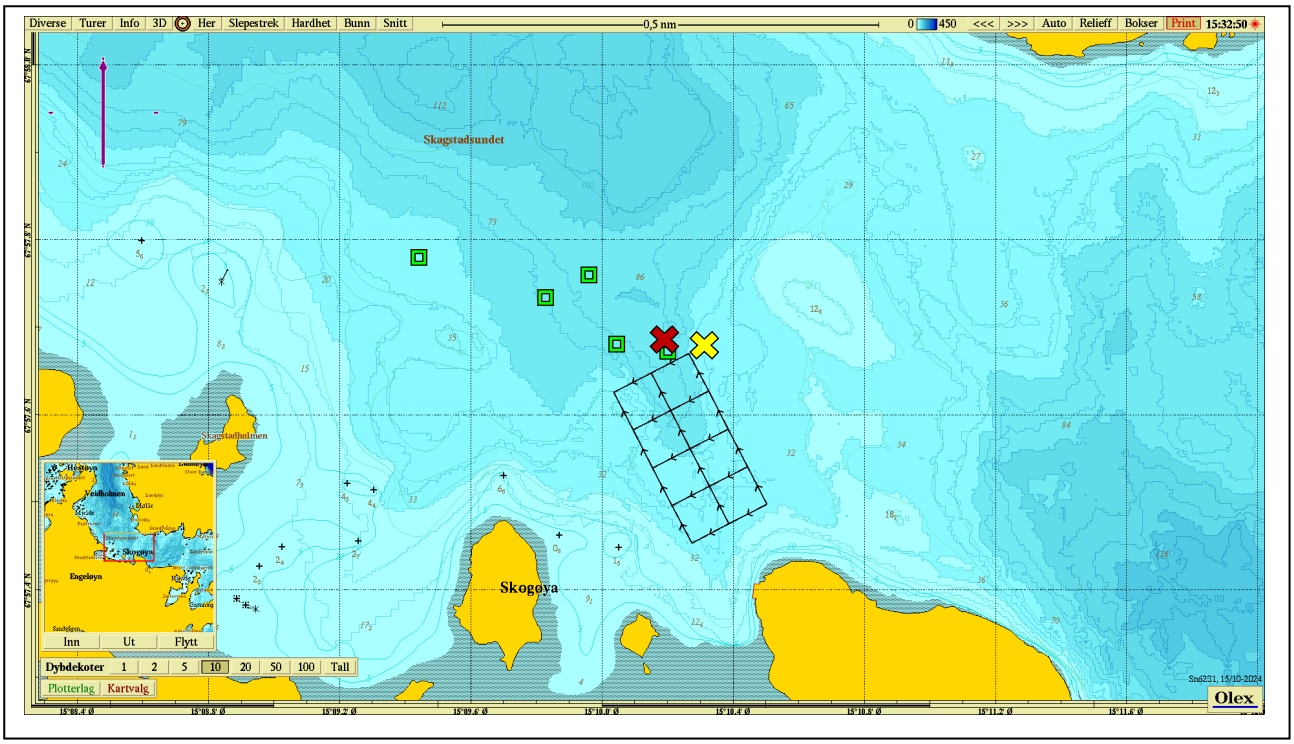
Hammer ligger i Steigen kommune i Nordland (Figur 2.1). Lokaliteten Hammer er plassert på sørsiden av Skagstadsundet, mellom øyene Lundøya og Engeløya. Lokaliteten ligger åpen mot Sagfjorden i Ø og mot Vestfjorden i NV/N.



Figur 2.1: Oversiktskart over området rundt lokaliteten (✜). Kartet er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy. Kartdatum: WGS84.

Anlegget ligger over en bunn som skråner slakt ned mot NV/N, der dypet øker til ca. 113 m NV/N for anlegget. Dypet varierer mellom omkring 32 – 81 m under merdene (Figur 2.2).

Ved lokaliteten er det tidligere gjort strømmålinger på 5 m og 17m dyp (Akvaplan-niva AS 2024) i posisjonen vist med rødt kryss og strømmålinger på 43m dyp (Akvaplan-niva AS 2011) i posisjonen vist med gult kryss i Figur 2.2. Det er også gjort C-undersøkelse (Akvaplan-niva AS 2021) ved lokaliteten. Posisjonene for disse prøvene er vist med grønne firkanter i Figur 2.2.



Figur 2.2: Oversiktskart over området ved lokaliteten. Dybden er vist med blå konturer, og merder vist som ruter. Posisjonen for strømmålingene på 5 m og 17 m er vist med rødt kryss. Posisjonen for strømmålinger på 43 m er vist med gult kryss. Plasseringene for C-stasjonene er markert med grønne firkanter. Kartet er hentet fra Olex. Kartdatum: WGS84.

3. Metode

Spredningen av avfall fra et oppdrettsanlegg er avhengig av strømmønsteret og bunntopografien i området under og rundt lokaliteten. For å bestemme transporten og sedimenteringen av utslippet er det laget en strøm- og spredningsmodell for lokaliteten ved hjelp av programvaren NewDepomod (SAMS Enterprise UK 2023). NewDepomod er en partikkelspredningsmodell, utviklet av Scottish Association for Marine Science (SAMS) som et verktøy for å beregne bunnpåvirkningen fra fekalier og fôrrester under og ved oppdrettslokaliteter. Ved å kjenne til forventet bunnpåvirkning fra en oppdrettslokalitet ved en viss produksjon, kan man benytte denne kunnskapen til å på best mulig forvalte bentisk fauna og økosystemet ved anlegget for å holde påvirkningen innenfor gitte grenseverdier.

I ASC-standarden er det et krav at AZE blir definert basert på et lokalitetsspesifikt og robust modellsystem. NewDepomod er et modellsystem som benytter strømmålinger fra lokaliteten for å simulere spredningen av partiklene. Det blir benyttet realistisk fôrforbruk og realistisk bunntopografi for å best kunne forutsi hvordan hvert enkelt anlegg påvirker bunnforholdene.

3.1 Modelloppsett

3.1.1 Strømmålinger

I de fleste tilfeller er strømmen ved en lokalitet målt i en kortere periode enn en produksjonssyklus. For å oppnå en lenger simuleringsperiode vil derfor strømmålingene blir repetert frem til ønsket periode er oppnådd. For å gjøre modelleringen kreves det målt strøm ved 3 til 4 dyp. Ved Hammer er det målt strøm på 5 m og 17 m dyp i 3 måneder (Akvaplan-niva AS 2024) og på 43 m dyp i 1 måned (Akvaplan-niva AS 2011). De kortere strømmålingene repeteres og kombineres med de lange strømmålingene ved hjelp av en sammenligning av tidevannssignalet. Strømmålingene som går inn i NewDepomod er dermed på 3 måneder for alle dyp. Videre blir denne strømmen repetert for å oppnå en 23 måneders lang produksjonssyklus.

3.1.2 Bunndata

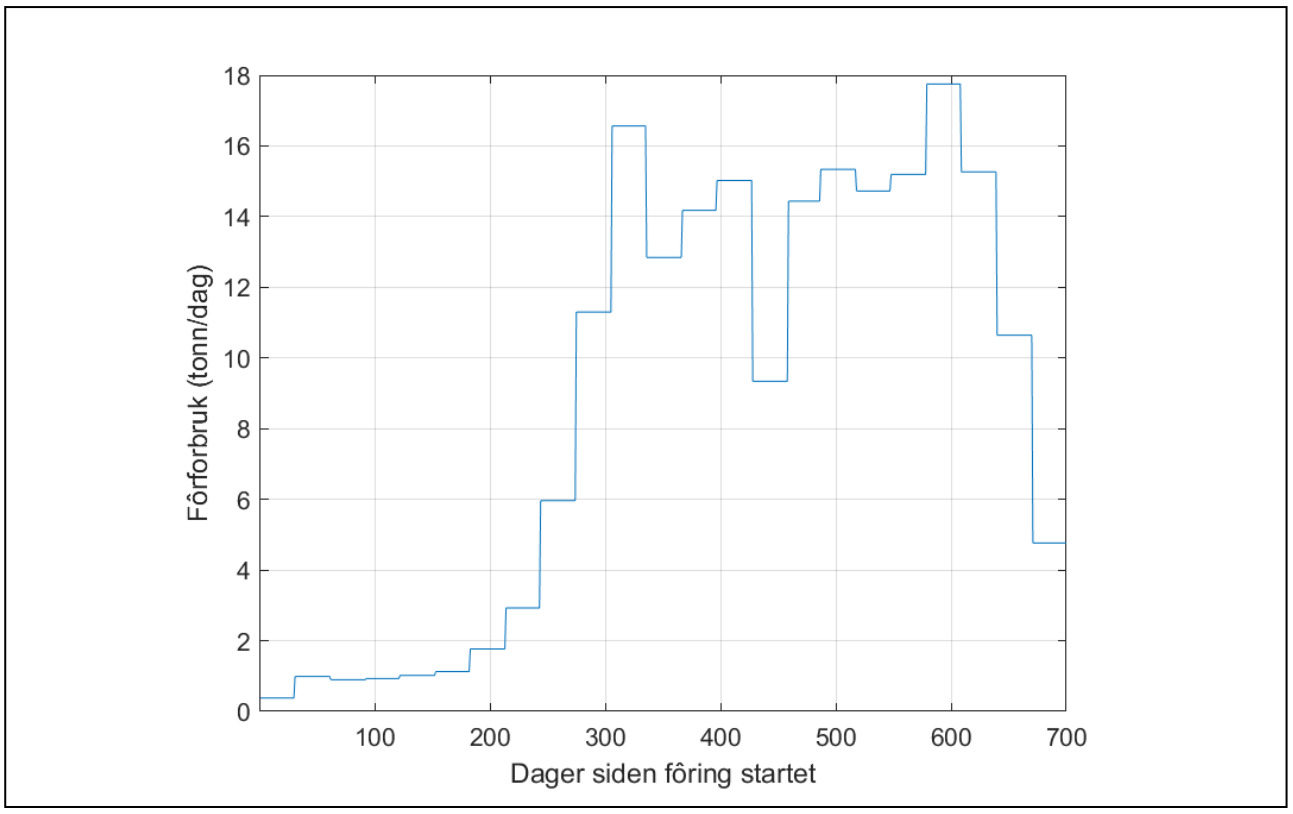
Modellen settes opp for et område som strekker seg 1 km bort fra lokalitetens senter i alle retninger med en oppløsning på 25 m. Bunndata brukt i modellen er hentet fra Kartverket, og tilpasset oppløsningen i modellen ved hjelp av interpolasjon. For å sette opp modellen brukes en WGS84 til UTM-transformasjon (Beauducel 2019).

3.1.3 Fôringsdata

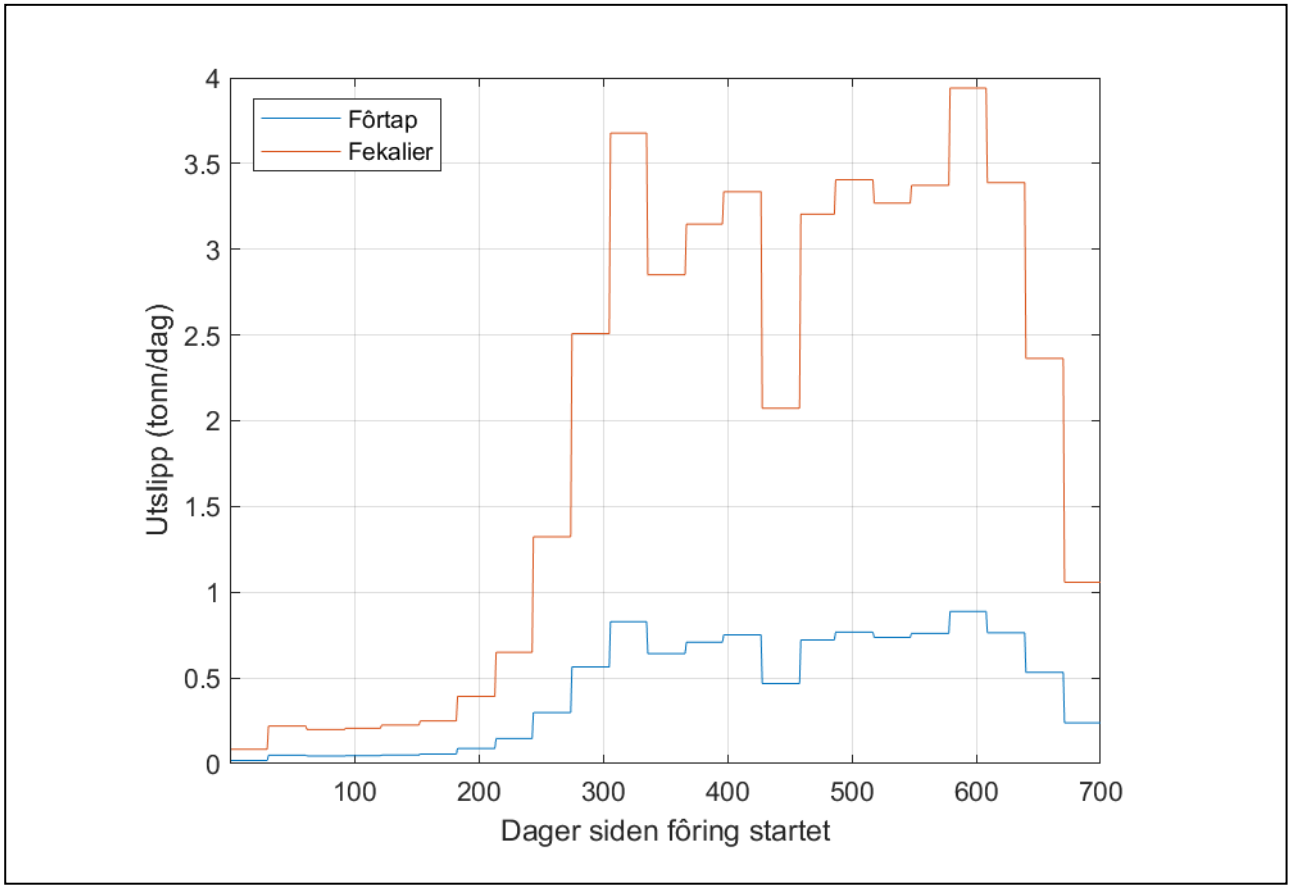
Fôringen lagt til grunn i modelleringen varte i 23 måneder og det modellerte utslippet er fordelt likt på 8 merder. Figur 3.1 viser det daglige fôrforbruket ved lokaliteten. Dette er basert på fôringsdata fra kunde oppgitt fra november 2019 til og med september 2021. Fôrforbruket er benyttet som grunnlag for å bestemme utslippet ved lokaliteten. Spredningen er modellert over hele produksjonssyklusen.

For hvert tonn fôr som tilføres anlegget slippes det ut 0.272 tonn partikulært organisk material. Dette inkluderer et fôrtap på 5 % (Cromey, et al. 2002, Bannister, et al. 2016). Utslipp i tonn pr dag i form av fôrspill og fekalier er vist i Figur 3.2.

Fallhastigheten til fekaliene er basert på en uniform fordeling hvor gjennomsnittet er 3.2 cm/s, og variasjonsparameteren er 0.32 cm/s. For fallhastigheten til fôrutslippet benyttes en uniform fordeling hvor gjennomsnittet er 9.5 cm/s og variasjonsparameteren er 0.95 cm/s.



Figur 3.1: Daglig fôrforbruk benyttet for spredningsmodellering ved lokaliteten.



Figur 3.2: Utslipp benyttet for spredningsmodellering ved lokaliteten.

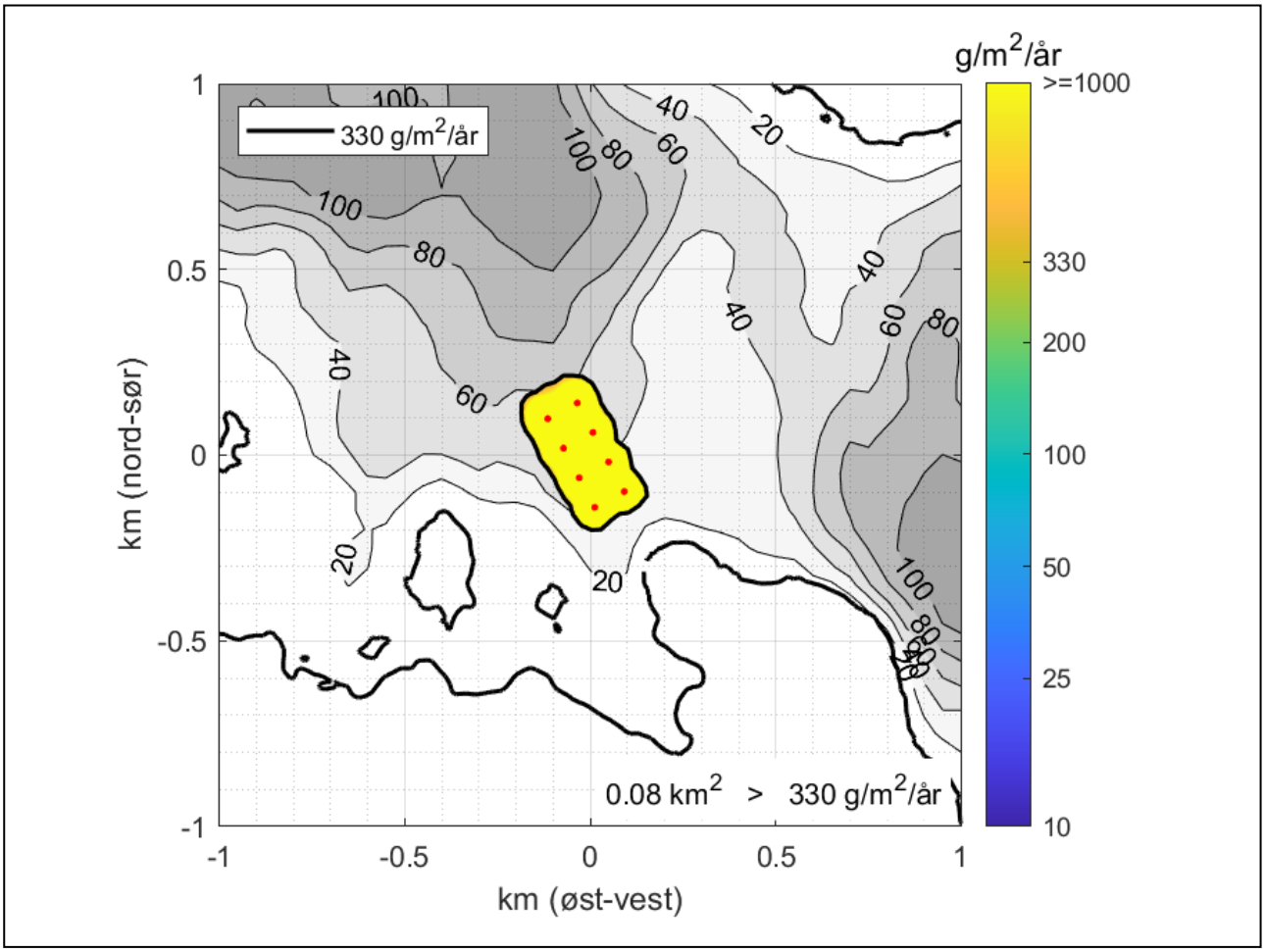
4. Resultater

Spredningen av utslipp fra lokaliteten er modellert for en hel produksjonsperiode. I løpet av perioden akkumuleres utslippet på bunnen under anlegget og avsetningen over grenseverdien for AZE (330 g/m^2/år) øker med tiden. Resultatene i dette kapittelet viser utviklingen i både tid og rom for akkumulering av utslipp ved lokaliteten, med fokus på AZE (> 330 g/m^2/år, ASC (2019)).

4.1 AZE – Allowable Zone of Effect

Utbredelsen av AZE er vist i Figur 4.1. AZE er ca. 240 m bred (NØ – SV) og ca. 410 m lang i linje med anleggets akse (NV – SØ). Maksimal utbredelse av AZE er i dette tilfellet 0.08 km^2.

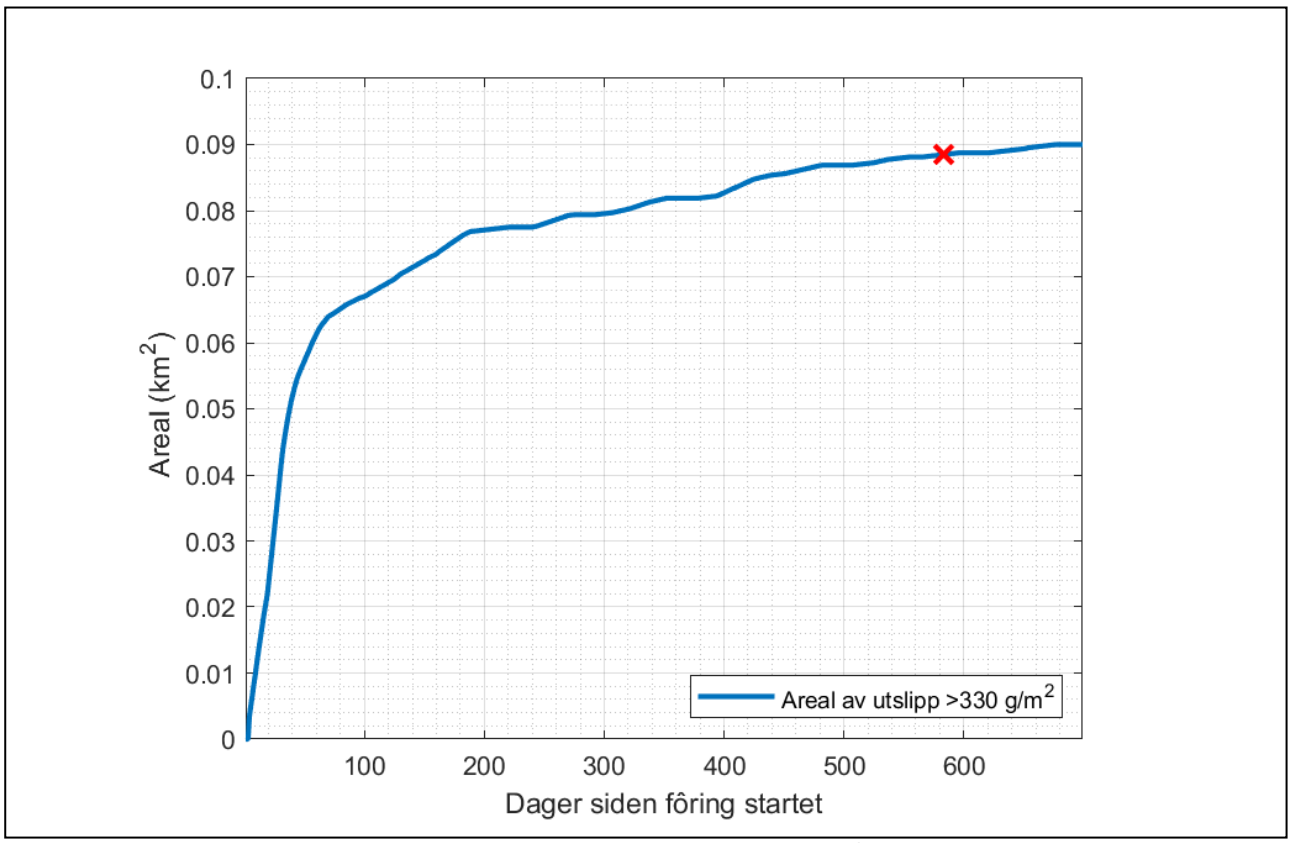
Utbredelsen av avfallspartikler samsvarer med utformingen av anlegget. Dette viser at partiklene i størst grad sedimenterer under anlegget, og at videre spredning skjer i hovedstrømretningene (V/NV) og mot de dypere områdene i NV for lokaliteten.



Figur 4.1: Utbredelse av AZE ved lokaliteten. De røde prikkene viser plassering av merdene.

4.2 Akkumulert utslipp

4.2.1 Tidsutvikling akkumulert utslipp



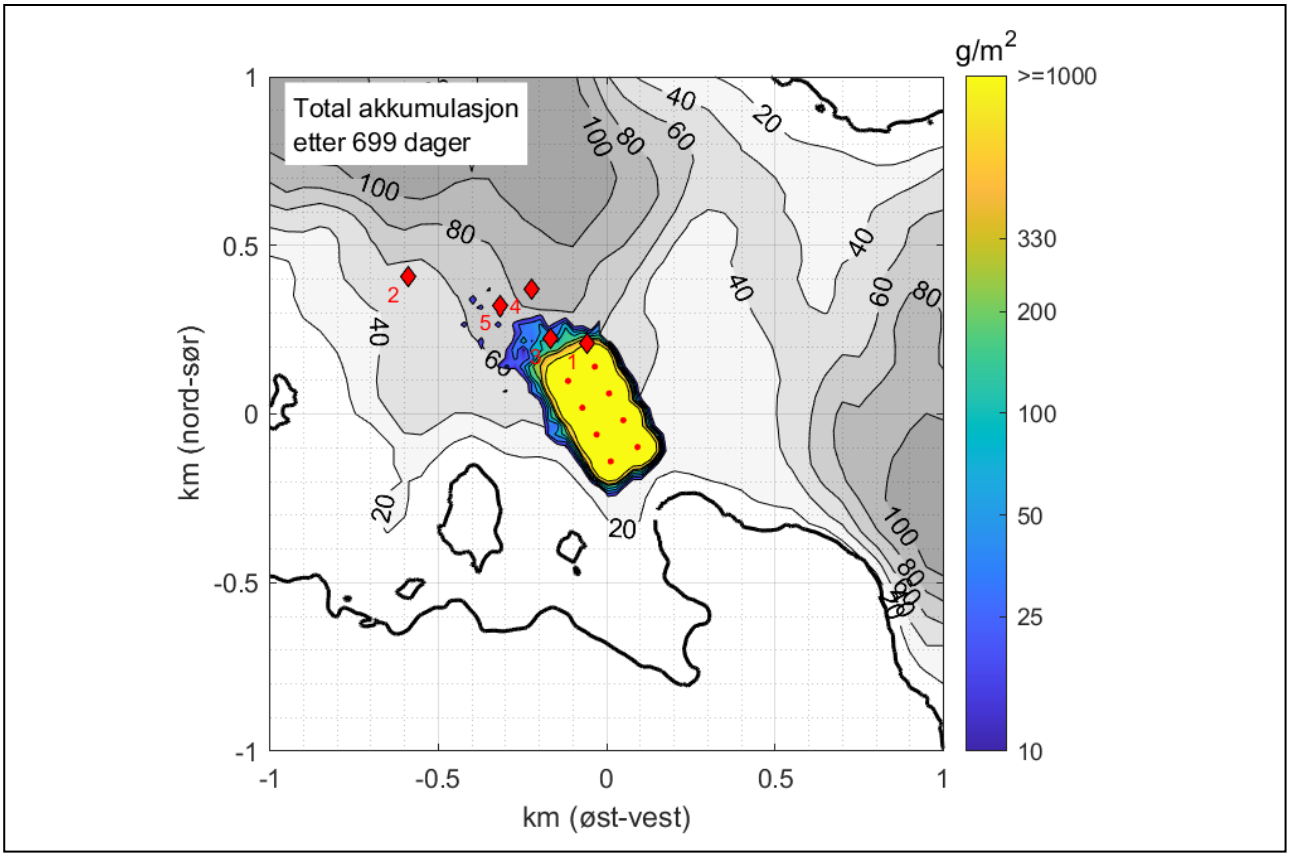
Figur 4.2: Arealet av akkumulert utslipp på mer enn 330 g/m^2 under anlegget. Datoen for C-undersøkelse (07.06.2021) er markert med rødt kryss.

Arealet med en tetthet av utslippsmateriale over 330 g/m^2 er vist for hele simulasjonsperioden i Figur 4.2. Mengden utslippsmateriale overstiger grenseverdien 330 g/m^2 3 dager etter at fôringen starter. Arealet øker raskt i begynnelsen av produksjonsperioden. I løpet av de 12 første månedene bygger arealet seg opp til 0.08 km^2. Videre øker arealet med utslippsmateriale (> 330 g/m^2) til totalt 0.09 km^2 ved slutten av produksjonsperioden.

4.2.2 Totalt akkumulert utslipp

Det totale akkumulerte utslippet ved slutten av modelleringsperioden er vist i Figur 4.3. Området med en tetthet av utslippsmateriale over grenseverdien 330 g/m^2 er gitt med mørk gul, mens overgangssonen er vist med grønn- og blåfarger. Merk her at tidsperioden for akkumulering er hele utslippsperioden.

Spredningen ut fra anlegget er i hovedsak langs dybdekonturene med størst spredning mot V/NV, og lengden på påvirkningsområdet (> 10 g/m^2) er omtrent 600 m i retning NV – SØ. I retning NØ - SV er maksimal utbredelse ved slutten av simuleringen ca. 310 m. Det er også større spredning mot de dypere områdene NV for anlegget enn mot de grunne områdene i SØ/S.

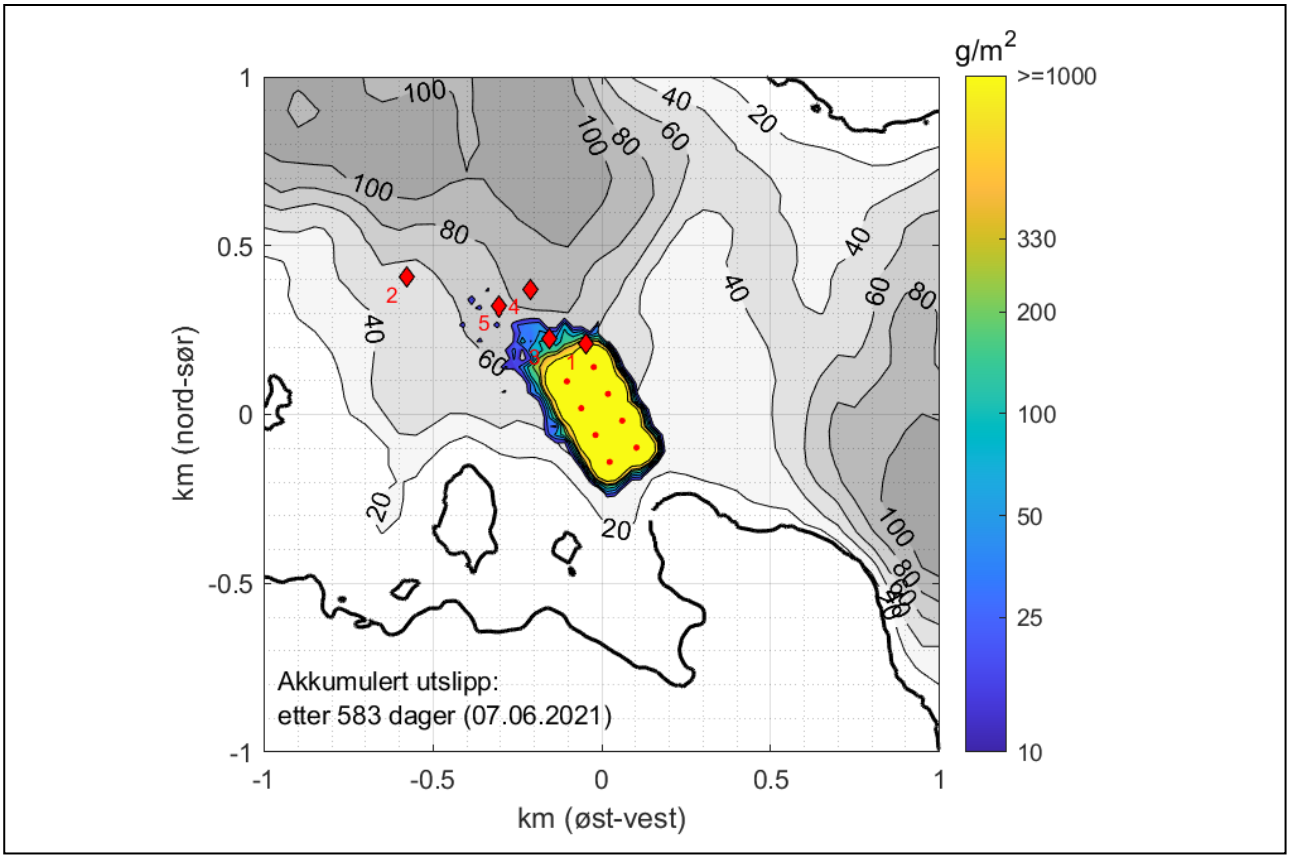


Figur 4.3: Totalt akkumulert utslipp ved lokaliteten i løpet av fôringsperioden. Røde prikker viser plassering av merdene. Merk her at tidsperioden for akkumulering er hele utslippsperioden. De røde rutene markerer stasjonene i C-undersøkelsen (Akvaplan-niva AS 2021).

4.2.3 Akkumulert utslipp ved tidspunkt for ASC-undersøkelse

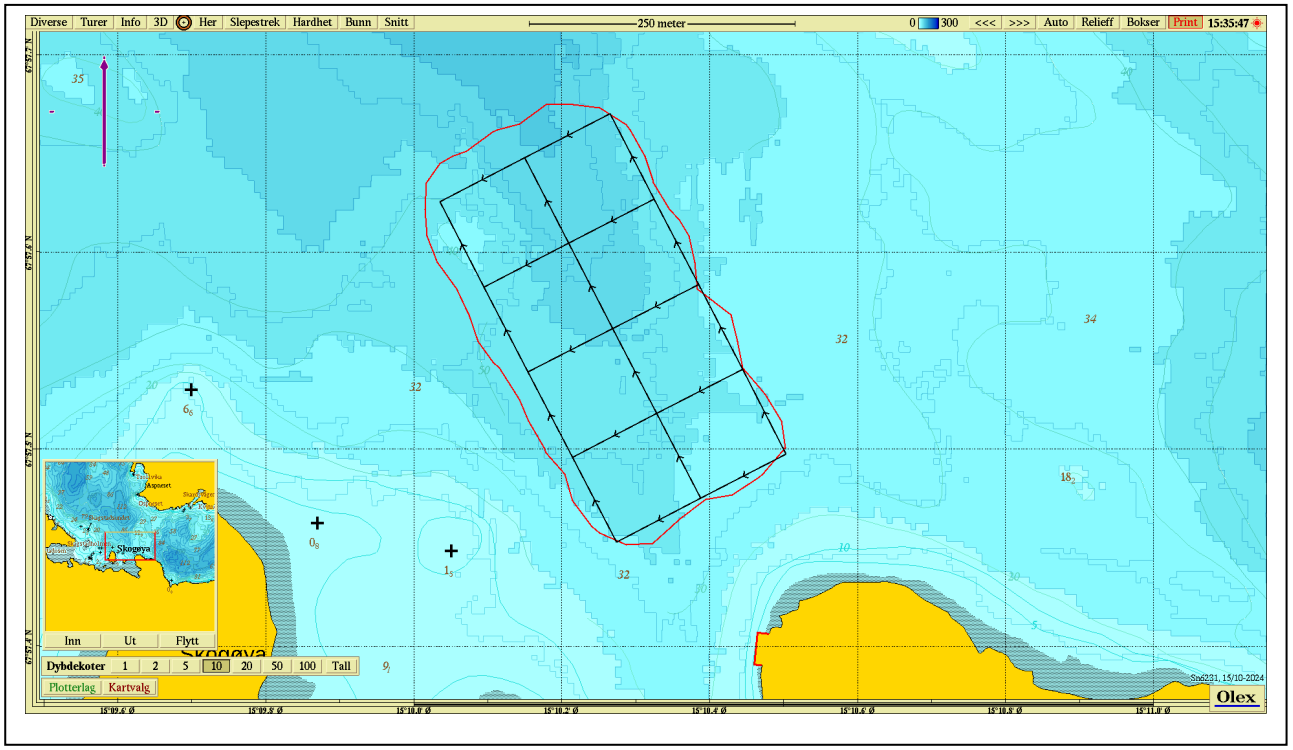
07. juni 2021 ble det utført en C-undersøkelse ved Hammer (Akvaplan-niva AS 2021) hvor det ble tatt bunnprøver fra 5 prøvestasjoner (Figur 2.2). Disse prøvestasjonene er vist i Figur 4.4 sammen med modellert akkumulert sedimentering for tidspunktet.

I C-undersøkelsen ble stasjonene 1 og 3 antatt å ligge innenfor AZE, mens stasjon 2, 4 og 5 var forventet utenfor AZE (Akvaplan-niva AS 2021). Stasjonene 1 og 3 fikk tilstandsgrad «Svært dårlig», mens stasjonene 2, 4 og 5 fikk tilstandsgrad «God» (Akvaplan-niva AS 2021). Stasjonene 2, 4 og 5 hadde akseptable bunnforhold. For modellert AZE faller stasjon 1 innenfor AZE, mens stasjon 2, 3, 4 og 5 ligger utenfor modellert AZE.



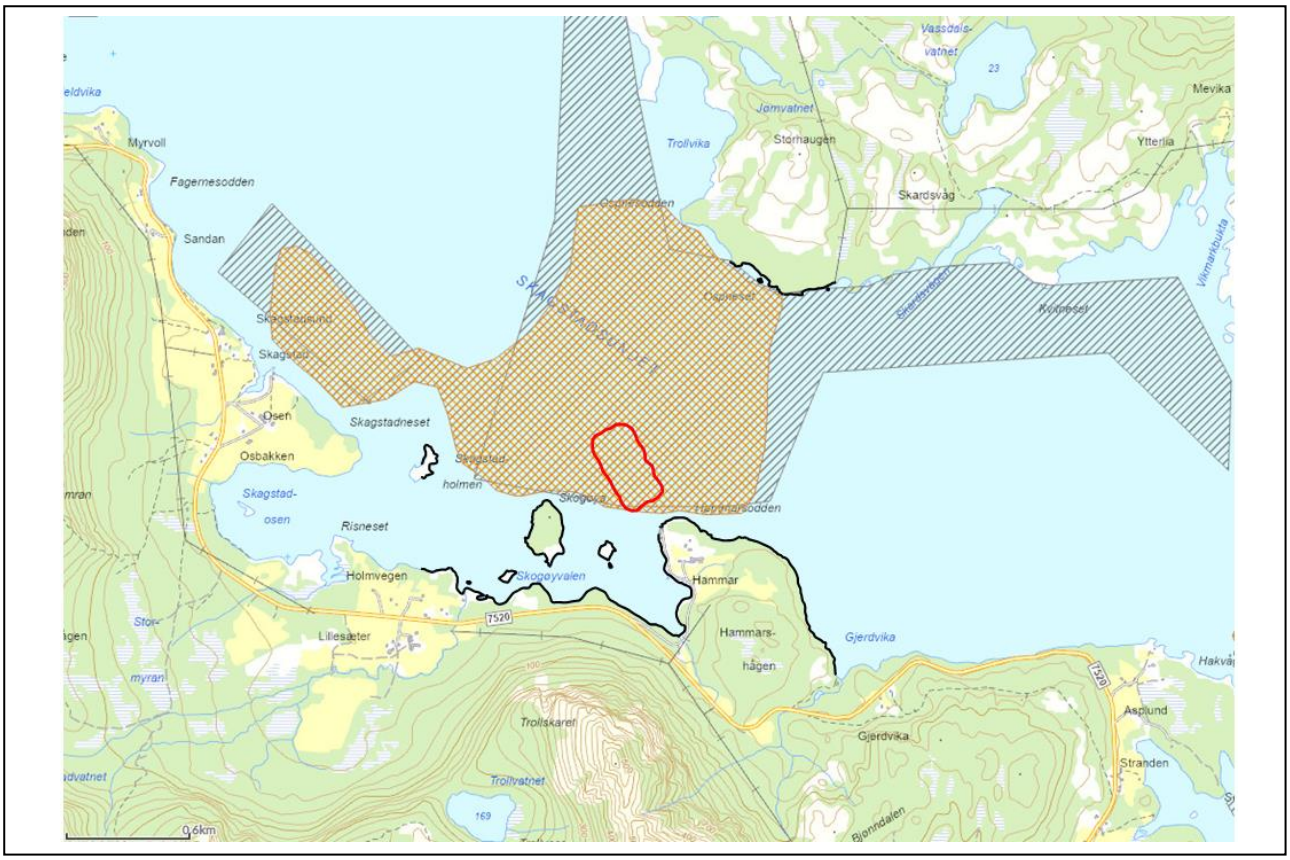
Figur 4.4: Totalt akkumulert utslipp ved tidspunkt for ASC-undersøkelse, 07.06.2021. Røde prikker viser plassering av merdene og de røde rutene markerer stasjonene i C-undersøkelsen (Akvaplan-niva AS 2021).

4.3 AZE og omliggende områder



Figur 4.5: Olex-kart med inntegnet AZE markert med rød kontur (grenseverdi 330 g/m^2/år). Den tynne kompasspila øverst i venstre hjørne indikerer kartets orientering. Dybden er vist med blå konturer. Kartdatum: WGS84.

Figur 4.5 viser utbredelsen av AZE (rød kontur) i forhold til anlegget.



Figur 4.6: Den røde konturen markerer største utbredelse av AZE (330 g/m^2/år). Gyteområder alle arter er vist med skravert oransje område og fiskeplasser – passive redskaper er vist med grå skråstilte striper. Kartdatum: WGS84.

Beregnet AZE ligger innenfor gyteområder alle arter, gyteområder torsk og fiskeplasser – passive redskaper (Figur 4.6). Informasjonen om kystnære fiskeridata er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy.

5. Konklusjon

Simuleringen viser at det er størst opphopning av utslippsmateriale rett under anlegget og at det videre ut fra anlegget hovedsakelig er spredning langs bunnkonturene. AZE er ca. 240 m bred (NØ – SV) og ca. 410 m lang i linje med anleggets akse (NV – SØ). Arealet av modellert AZE er 0.08 km^2.

Gjennom simuleringsperioden brer utslippene seg gradvis utover. Den maksimale utstrekningen i retning NV – SØ er omtrent 600 m mot slutten av perioden og i retning NØ – SV er utbredelsen ved slutten av simuleringen ca. 310 m.

Beregnet AZE kommer i kontakt med både fiskeri og gyteområder.

Modellresultatene er basert på fôringsmengde fra en generasjon, og i vurderingen av resultatene bør det tas hensyn til en eventuell endring i biomasse og utslippsmengde.

6. Vedlegg - Resultater fra strømmålinger ved lokaliteten

Tabell 6.1 viser informasjon om strømdata målt ved punktet markert med rødt kryss (5 m og 17 m) og med gult kryss (43 m) i Figur 2.2. Strømmen på 5 m og 17 m dyp er målt i 3 måneder, mens strømmen på 43 m dyp er målt i 1 måned. Tabell 6.2 viser strømdata fra de periodene brukt i simulering. Gjennomsnittshastigheten er 11.8 cm/s på 5 m dyp, og den signifikante makshastigheten 21.5 cm/s. Strømhastigheten avtar i dypet og ved 43 m har strømmen en gjennomsnittshastighet på 3.2 cm/s.

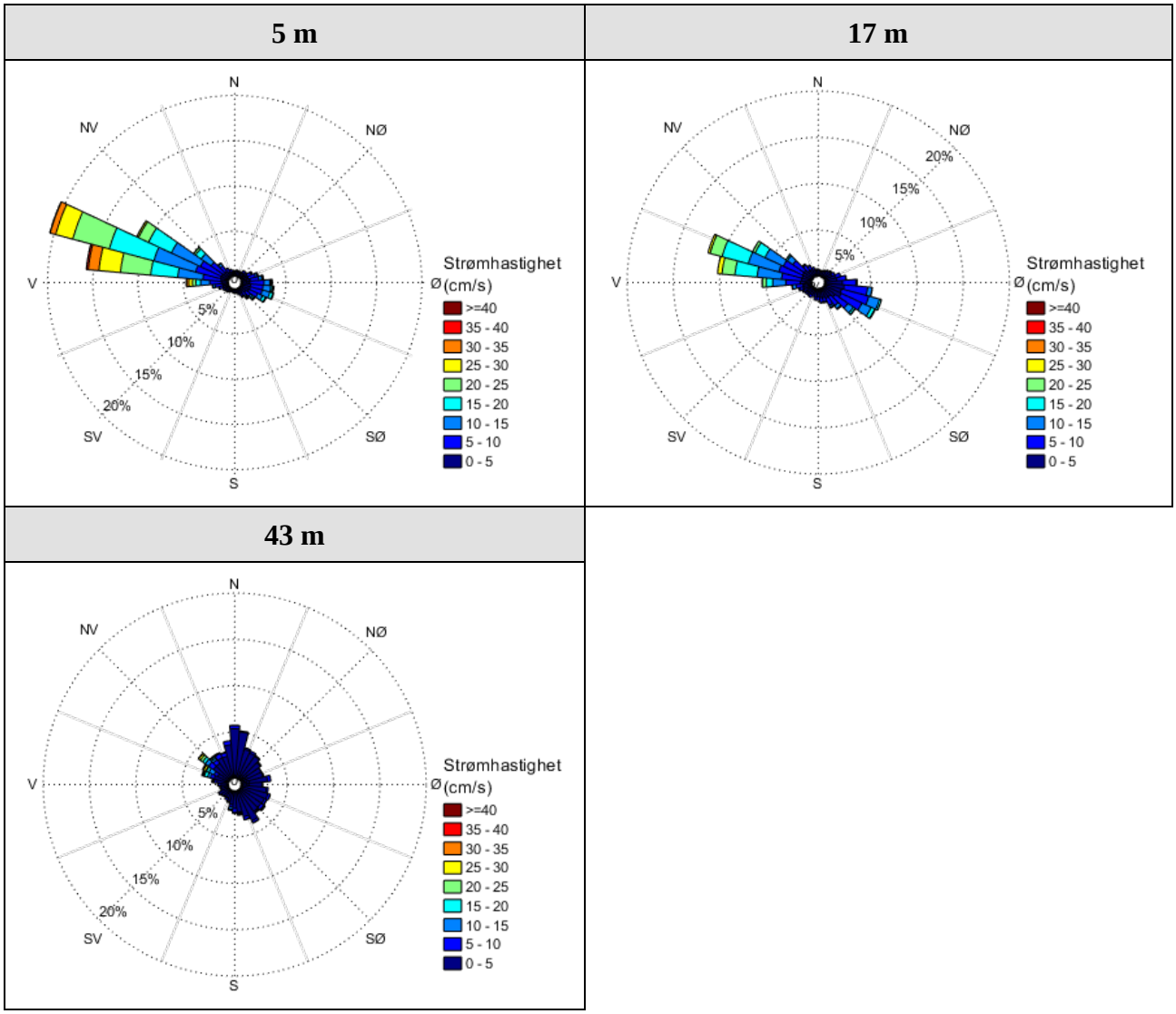
Strømrosene viser at den dominerende retningen er mot V/NV på 5 m og mot Ø/SØ – V/NV på 17 m dyp. Dette samsvarer med Skagstadsundets orientering. Strømmen på 43 m dyp er mot flere retninger, med mest vannutskiftning mot NV. Dette samsvarer med områdets bunntopografi. Strømmen er sterkest i overflaten (Tabell 6.2 og Figur 6.1).

Tabell 6.1: Bakgrunnsinformasjon om strømmålingene som går inn i NewDepomod (Akvaplan-niva AS 2024) og (Akvaplan-niva AS 2011).

Måledyp	**5 m**	**17 m**	**43 m**
Instrument type	Aanderaa punkt-dopplermåler	Aanderaa punkt-dopplermåler	SD 6000
Posisjon	67° 57.685' N; 015° 10.191' Ø	67° 57.685' N; 015° 10.191' Ø	67°57.681ˈ N 015°10.311ˈ Ø
Dyp på målested	86 m	86 m	60 m
Måleperiode	23.01.24 - 02.05.24	23.01.24 - 02.05.24	20.07.11 - 17.08.11
Måleintervall	10 minutter	10 minutter	10 minutter

Tabell 6.2: Strømresultater fra strømmålinger ved lokaliteten.

Dyp	**5 m**	**17 m**	**43 m**
Gjennomsnitt (cm/s)	11.8	7.9	3.2
Sign. maks (cm/s)	21.5	14.6	7.0
Sign. min (cm/s)	3.7	2.7	0.9
Std.avvik (cm/s)	8.1	5.7	4.4
% < 1 cm/s	1.5	2.5	11.7
% > 30 cm/s	2.5	0.01	0.3



Figur 6.1: Strømroser av målt strøm ved lokaliteten.

7. Vedlegg - Usikkerhetsvurdering

Usikkerheter i resultater fra modellering kommer fra usikkerhet i inngangsdata til modellen og fra modelloppsettet.

7.1 Inngangsdata

Usikkerhetsmomenter i inngangsdata kommer fra:

- Måleusikkerheter i strømmålinger
- Lengden på strømmålingene og om de omfavner hele produksjonssyklusen
- Bunndata
- Fallhastigheten til fekaliene og fôrrestene

7.2 NewDepomod

NewDepomod-kjøringene er basert på strømmålinger i ett eller flere punkter og på 3 eller flere dyp. Det antas at denne strømmen er representativ for hele modellområdet. Dette er en forenkling da strømmen vil variere både i dypet og i rom fra en ende av anlegget til en annen. I områder med kompleks bunntopografi er det forventet endringer i strømmen over korte avstander, og dette vil ikke tas hensyn til i denne modelleringen.

7.3 Modellert spredning

I spredningsmodellen er utslippet karakterisert etter synkehastigheter som er uendret med tid. Modellen tar ikke hensyn til at utslippet kan få endret karakteristikk over tid på grunn av biologisk degradering. Det kan derfor forventes at modellen overestimerer massen av bunnsedimenter. Flokkulering (sammenklumping) av materiale er heller ikke tatt hensyn til i modellen.

8. Referanser

Akvaplan-niva AS. 2021. «C-undersøkelse ved lokalitet Hammer (13592), 2021.»

Akvaplan-niva AS. 2011. «Strømmålinger Hamar 2011. 5m, Spredning.»

Akvaplan-niva AS. 2024. «Strømmålinger ved Hammer, 13592, 2024.»

Aquaculture Stewardship Council. 2019. *ASC Salmon Standard.* Utrecht: ASC.

Bannister, R.J., I.A. Johnsen, P.K. Hansen, T. Kutti, og L. Asplin. 2016. «Near- and far-field dispersal modelling of organic waste from Atlantic salmon aquaculture in fjord systems.» *ICES Journal of Marine Science* 2408-2419.

Beauducel, François. 2019. «LL2UTM and UTM2LL (mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/45699-ll2utm-and-utm2ll). MATLAB Central File Exchange. Lastet ned 12.05.2023.»

Cromey, Chris J., Thom D. Nickell, Kenneth D. Black, Paul G. Provost, og Colin R. Griffiths. 2002. «Validation of a fish farm waste resuspension model by use of a particulate tracer discharge from a point source in a coastal environment.» *Estuaries* (Estuaries) 916-929.

SAMS Enterprise UK. 2023. «NewDEPOMOD User Guide. Lastet ned mars 2023.»