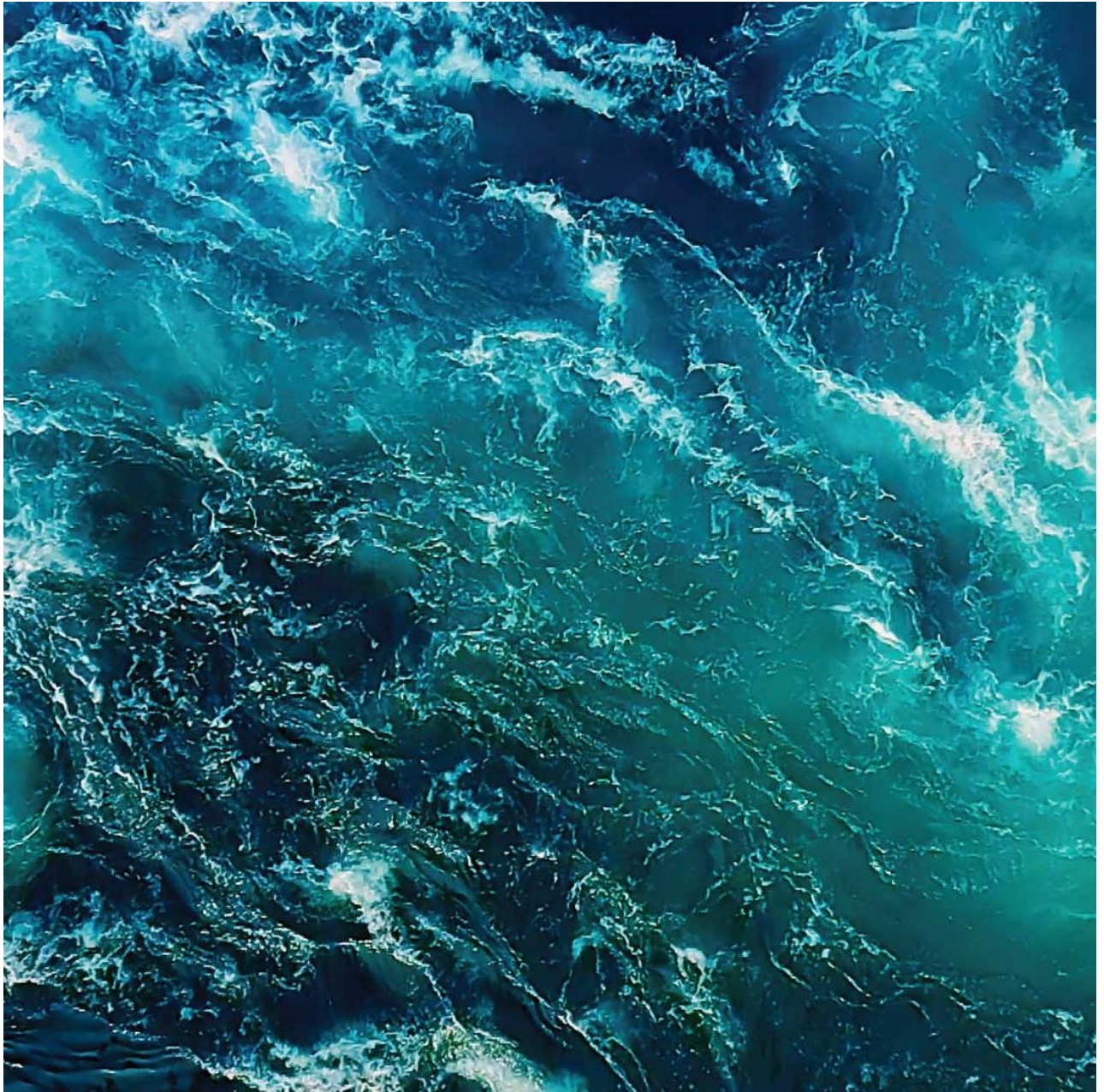


Bunnstrømsanalyse Bogelva

Akvaplan-niva AS Rapport: 64543.01



Bunnstrømsanalyse Bogelva

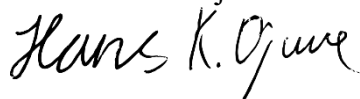
Forfatter(e)	Hans Kristian Djuve
Dato	14.02.2023
Rapport nr.	64543.01
Antall sider	16
Distribusjon	Gjennom kunde
Kunde	Nordlaks Oppdrett AS
Kontaktperson	

Sammendrag

Bunnstrømmen ved lokalitet Bogelv er studert for 4 måneder, for å se hvor mye sesongvariasjon man kan forvente, og for å se om det kan være gunstig å relokalisere anlegget til et område i nærheten med sterkere bunnstrøm. Sesongvariasjonene er betydelige. 95-persentilen for snitthastighetene direkte under merdene variere mellom 4.1 cm/s og 7.9 cm/s. Av de fire modellerte månedene, er det august som har svakest strøm og mars som har sterkest strøm. Like sør-vest for lokaliteten er det et område som er litt dypere, og som simuleringene viser at har sterkere strøm ved bunnen enn ved dagens plassering.

Godkjenninger

Hans Kristian Djuve



Prosjektleder

Per-Arne Emaus



Kvalitetskontroll rapport

Innholdsfortegnelse

FORORD	4
1 INNLEDNING.....	5
2 METODE.....	6
2.1 Havmodell	6
2.2 Grid/gitter	6
2.3 Inngangsdata	7
3 TEORI.....	8
4 RESULTATER.....	9
4.1 Bunnstrøm Bogelva – Mars måned.....	9
4.2 Bunnstrøm Bogelva – Mai måned.....	10
4.3 Bunnstrøm Bogelva – August måned	11
4.4 Bunnstrøm Bogelva – Oktober måned	13
5 SAMMENDRAG	15
6 REFERANSER.....	16

Forord

Strømforholdene rundt en oppdrettslokalitet har stor betydning for både fiskens trivsel og helse, og for lokalitetens evne til å omsette organisk materiale fra oppdrettsproduksjon. Forskning har de siste årene gjort det mulig å i større grad forstå både sirkulasjon og strømforhold ved å bruke hydrodynamiske modeller – strømmodeller – for å beskrive dette.

Akvaplan-niva har utviklet en kystnær strømmodell som beskriver sirkulasjonen nær kysten og i sund- og fjord-systemene langs kysten vår. Dette gjør at vi kan beregne hvordan oppdrettsproduksjon påvirker både andre lokaliteter i nærheten og hvordan produksjonen kan påvirke bunnforholdene.

I denne studien ser vi hvordan strømmen nær bunnen varierer gjennom fire årstider, og på den måten få en indikasjon på om en oppdrettslokalitet ligger gunstig plassert i forhold til bunnstrømmen.

1 Innledning

Akvaplan-niva AS har på oppdrag fra Nordlaks Oppdrett AS benyttet havmodellen FVCOM for å gi en modellbasert beregning på styrken til havstrømmen nær bunnen (bunnstrømmen) ved lokaliteten Bogelva i Gullesfjord i Kvæfjord kommune, i Troms og Finnmark fylke.

Ved å studere den beregnede bunnstrømmen i området kan man danne seg et bilde av hvilke områder av fjorden som har sterk nok bunnstrøm til å resuspendere sedimentert karbon som stammer fra matfiskproduksjon, og om de aktuelle lokalitetene ligger optimalt plassert i forhold til dette.

Modellberegningene gjelder for år 2018. Beregninger for andre år vil vise variasjon i sirkulasjonsmønstre- og styrker, men for formålet her egner en slik tidsbegrenset studie seg godt, spesielt siden vi modellerer forskjellige tider på året for å danne et bilde av forventet sesongvariasjon.

2 Metode

2.1 Havmodell

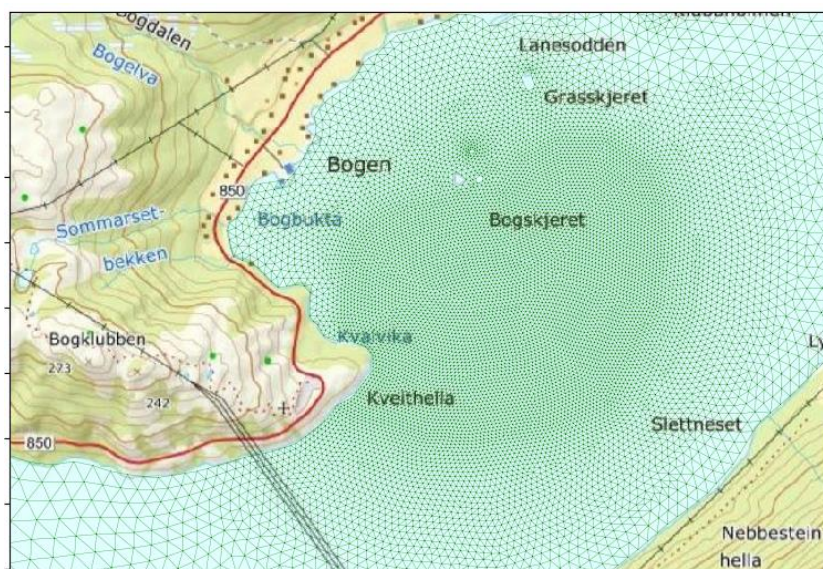
Vi har satt opp den hydrodynamiske modellen Finite Volume Community Ocean Model - FVCOM (Chen, 2003) med sikte på å regne oss fram til karakteristiske strømstyrker ved lokalitet Bogelv. Modellen benytter et ustrukturert gitter, som betyr at vi kan variere modelleringens detaljgrad innad i modelldomenet. På den måten kan vi tillate oss å modellere med 10-20 meters oppløsning i interesseområdene, samtidig som domenet dekker et stort nok område til å fange effekten av storskala havsirkulasjon og værpåvirkning på den lokale sirkulasjonen inne i fjorden.

2.2 Grid/gitter

Vi har klippet ut en del av modellgitteret for Nordland og økt oppløsningen betraktelig i området rundt Bogelv som vist i Figur 1 og Figur 2.



Figur 1: Oversikt over modellområdet



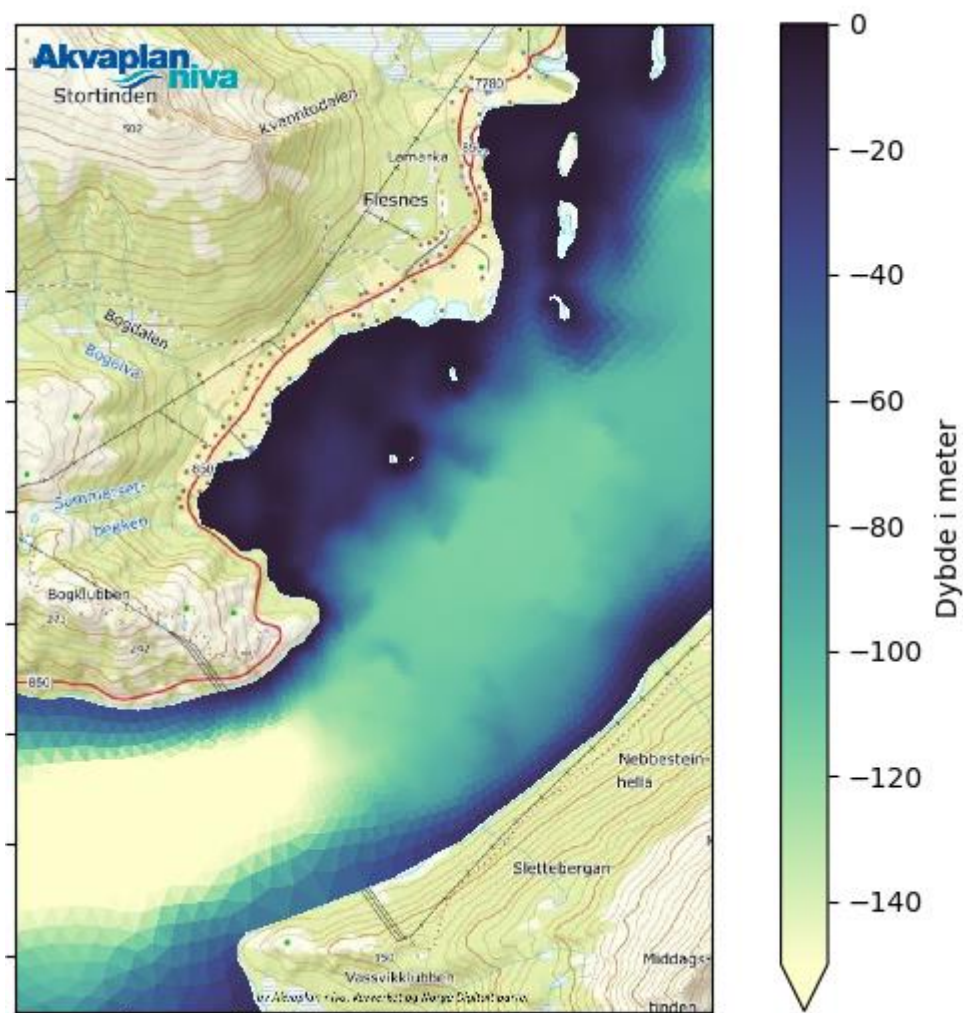
Figur 2: Nærbildet av gitteret ved lokaliteten

2.3 Inngangsdata

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) har delt elveavrenningsdata med oss, mens atmosfære-inngangsdata henter vi fra Metrologisk institutt sin modell MetCoOp. For randen av modellen hentes data fra vår egen FVCOM-kjøring som dekker hele Nordland.

Bunntopografien er hentet fra Norges Kartverks offentlige database, som er lagret med 50 m avstand. Nordlaks har også supplert oss med høyoppløst batymetri for havbunnen ved anlegget som er tatt i bruk. Vi har av tekniske grunner glattet batymetrien noe. Figur 3 viser et utsnitt av bunndypet i området rundt Bogelva.

Havsirkulasjonen i modellområdet er modellert for mars, mai, august og oktober 2018. Dette er tilstrekkelig for å se på sesongvariasjoner. En modellering med strømdata for 2022 ville gitt andre resultater i øyeblikksbilder, men erfaring tilsier at strømstatistikken er representativ for hvilket som helst år. Det vil si at selv om bunnstrømmen i 2018 ikke er lik den i 2022, så er styrken på strømmen sammenlignbar fra år til år, og konklusjonen man trekker av en analyse for 2018 vil også holde for 2022.



Figur 3: Bunndypet rundt Bogelva

3 Teori

Havmodellen vi bruker benytter som nevnt et gitter som varierer i størrelse horisontalt og vertikalt. Det betyr at tykkelsen på de vertikale lagene varierer fra sted til sted. Vannet på steder hvor tykkelsen på dette laget er tykt nær bunnen påvirkes mindre av bunnfriksjon enn steder der laget er tynt (siden avstanden fra bunn til "gjennomsnitts-vannmassen" i hver celle avtar med tykkelsen på laget). Om vi ikke tar høyde for dette, vil strømmen som regel se sterkere ut der laget er tykt enn der det er tynt.

Vi tar høyde for det at modellen har ulik vertikal oppløsning fra sted til sted ved å bruke en fysisk tilnærming som kalles for "law of the wall". Denne tilnærmingen antar det følgende:

- Turbulensintensiteten er stabil (turbulensen endrer ikke middelstrømstyrken i det øyeblikket vi studerer)
- Vannmassen er stabilt stratifisert (dvs. vannpakken vi studerer er hverken betydelig lettere eller tyngre enn omgivelsene, men driver fritt med strømmen)

I oseanografiske anvendelser av disse antagelsene antar man gjerne at de er gyldig så lenge man ikke beveger seg for nært eller langt bort fra havbunnen (typisk i intervallet 0.05 – 5 m fra havbunn).

Turbulensstyrke under disse forholdene kan uttrykkes: $\epsilon = \left(\frac{\tau}{\rho_0}\right) \frac{dU}{dz}$. Her er ϵ turbulensstyrken, τ er et mål på hvor mye kraft vannet påfører sjøbunnen, ρ_0 er sjøvannets tetthet og $\frac{dU}{dz}$ måler hvor kjapt strømstyrken endres med vertikal avstand fra sjøbunnen (vertikalt hastighetsskjær). Turbulensstyrken er altså sterk om sjøvannet påfører mye kraft på havbunnen, tettheten er liten og hastighetsskjæret er sterkt.

"Kraften som påføres havbunnen" er et abstrakt begrep som vanskelig lar seg måle i virkeligheten. Man tilnærmer dermed verdien til τ som produktet av kvadratet til en karakteristisk hastighet u og vannets tetthet ρ_0 , altså $\tau \approx \rho_0 u^2$ (kvadratet kan forklares med at en sjøbunn ikke kan påføre en kraft på vannet, og at τ derfor alltid må være positiv – det er vannet som er i bevegelse, ikke havbunnen).

Med de antagelsene vi har gjort, kan hastighetsskjæret $\frac{dU}{dz}$ bare være en funksjon av bunnfriksjonen og avstanden fra sjøbunn, som regel uttrykt slik: $\frac{dU}{dz} = \frac{u}{kz}$. Denne ligningen sier at hastighetsskjæret avtar med avstand fra veggen (law of the wall). Den kan integreres, slik at man finner $U(z) = \left(\frac{u}{k}\right) [\ln(z) - \ln(z_0)]$. z_0 har en spesiell betydning, ettersom den gir et mål på størrelsen til ting nær sjøbunnen som skaper friksjon med vannmassene og turbulens. I havmodeller setter man denne lik en verdi, i vårt tilfelle er $z_0 = 0.001 \text{ m}$. Leddet (u/k) bestemmer man basert på hastigheten modellen gir i høyde z over sjøbunnen, og når man kjenner $\left(\frac{u}{k}\right)$ kan man beregne strømmen U i for en fast høyde z . (Thorpe, 2007).

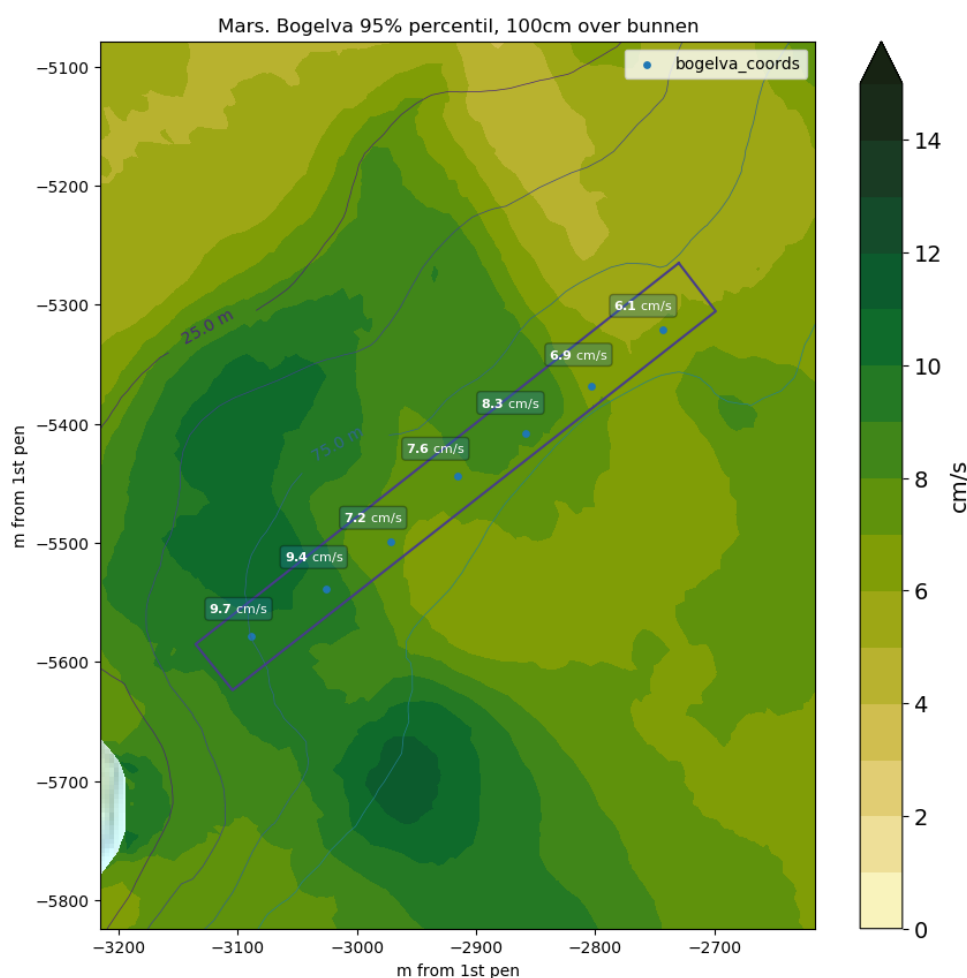
4 Resultater

I denne omgang er det altså bunnstrømmen som er i fokus, og vi har valgt å modellere totalt 4 måneder spredt utover året for å se på mulige sesongvariasjoner. Bunnstrømmen vises som månedsmiddel, 1 meter over bunn og som 95-persentil. Det vil si at 95% av tiden er strømmen svakere enn figuren viser, og 5% av tiden er den sterkere enn figuren viser. For å danne et bilde av sannsynlighet for at bunnstrømmen er sterk nok til å resuspendere sedimenter fra tid til annen er 95-persentilen en god indikator. Bunnstrømmen kan man i grove trekk si at må til tider nå en hastighet på over 9 cm/s for at det skal være sannsynlig at man får resuspensjon av organisk materiale på havbunnen (Law, 2016).

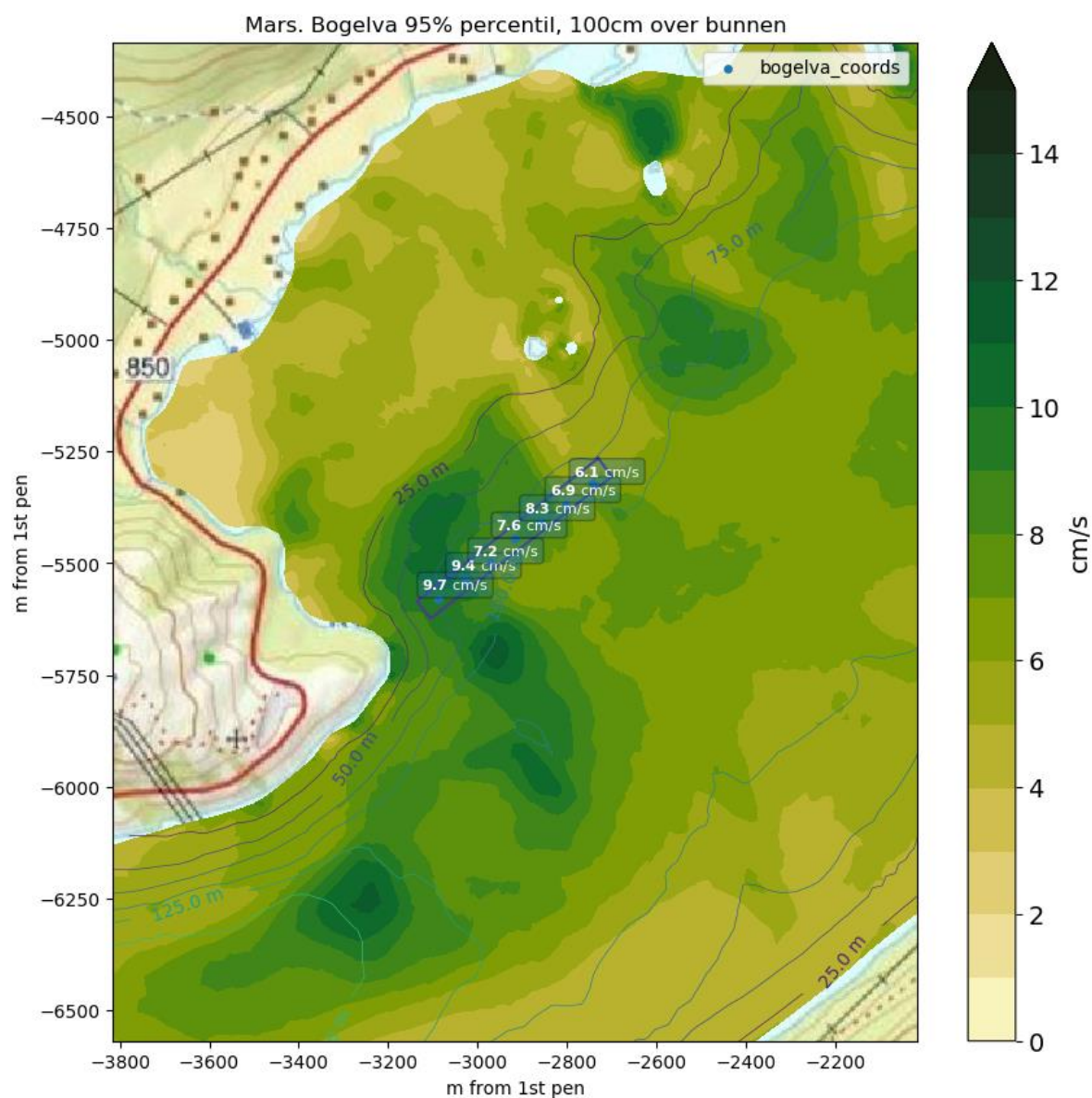
De neste fire figurene viser oversiktsbildet av bunnstrømmen for månedene som er modellert, for å vise sesongvariasjon.

4.1 Bunnstrøm Bogelva – Mars måned

Månedsmidlet bunnstrøm for Bogelva i mars er vist i Figur 4, og et oversiktsbilde for området i Figur 5. Snitthastigheten for 95-persentilen for hastighetene under merdene er 7.9 cm/s.



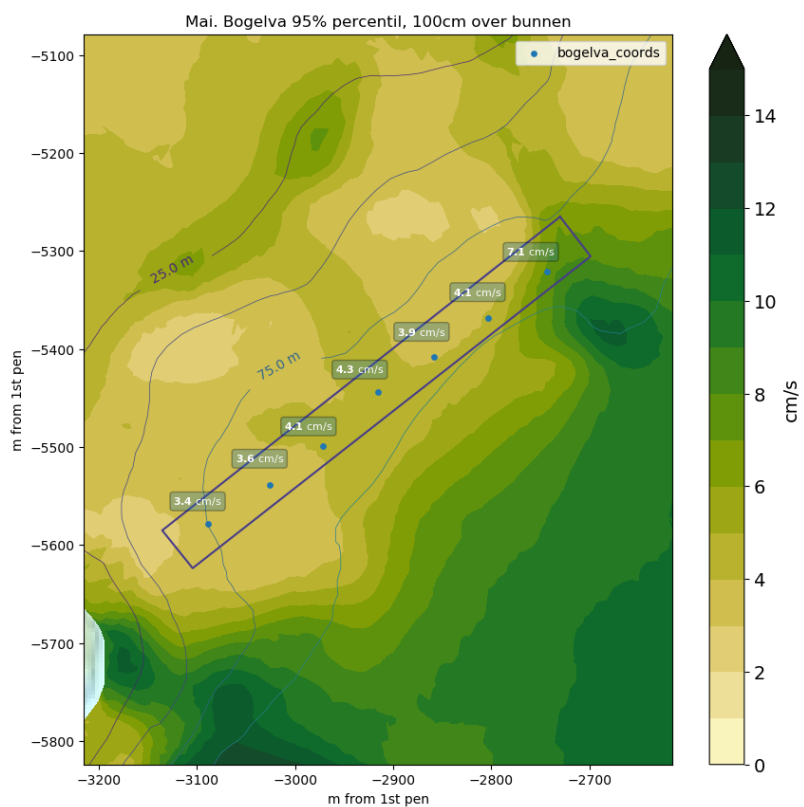
Figur 4: Bunnstrøm mars ved lokalitet Bogelv.



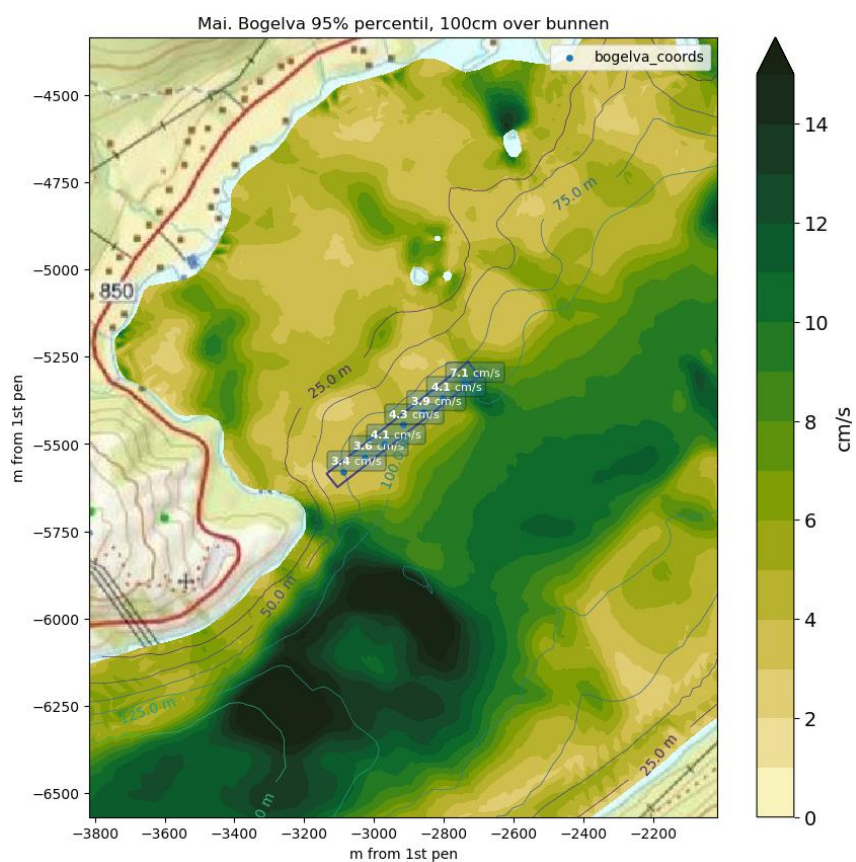
Figur 5: Bunnstrøm mars ved lokalitet Bogelva. Oversiktsbilde.

4.2 Bunnstrøm Bogelva – Mai måned

For mai viser Figur 6 95% prosentilen til bunnstrømmen for området i umiddelbar nærhet til lokaliteten, og Figur 7 viser det samme, men for et større område rundt lokaliteten. Snitthastigheten for bunnstrømmens 95% prosentil under lokaliteten er for mai måned på 4.4 cm/s.



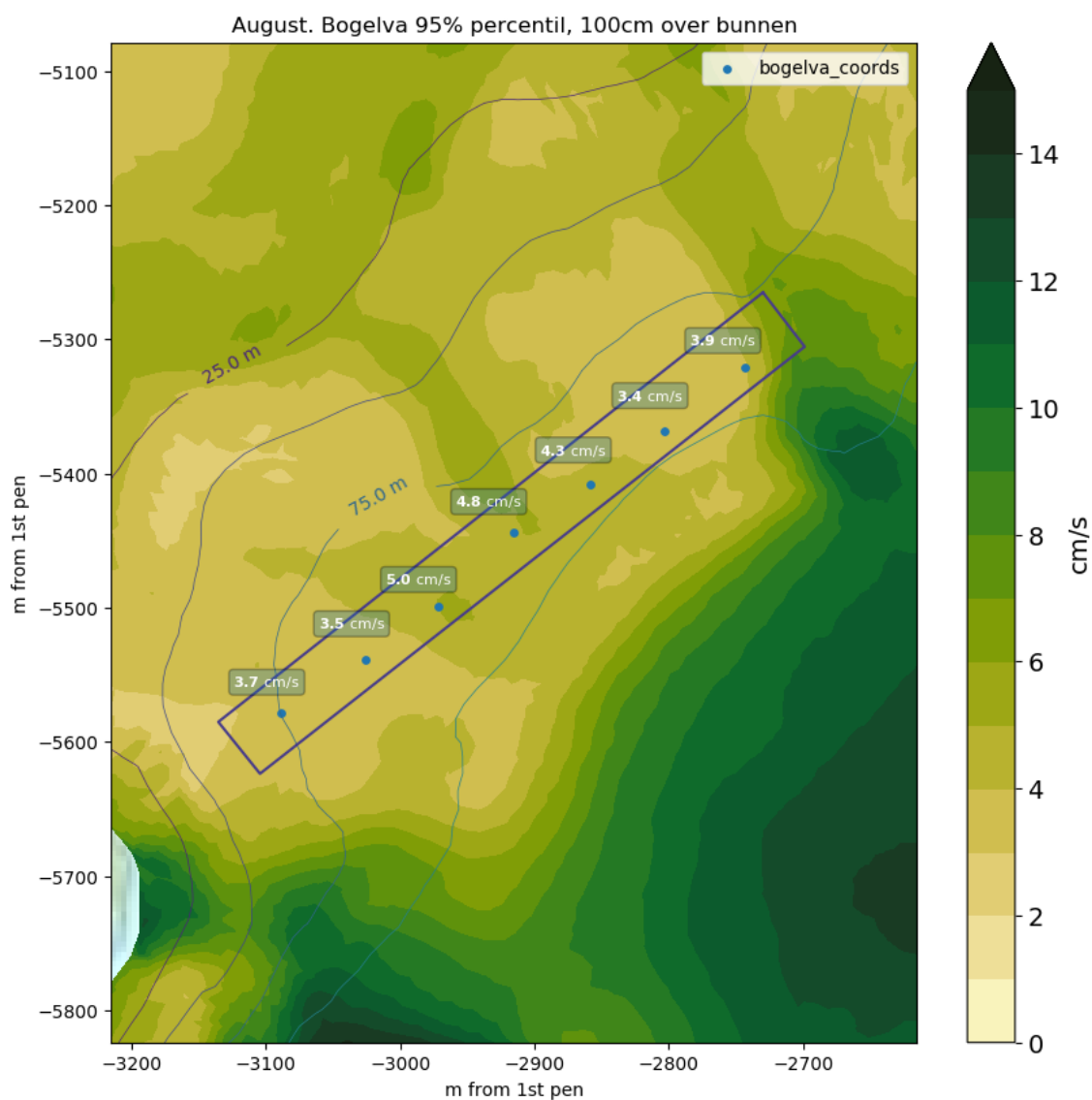
Figur 6: Bunnstrøm ved lokalitet Bogelva, mai måned.



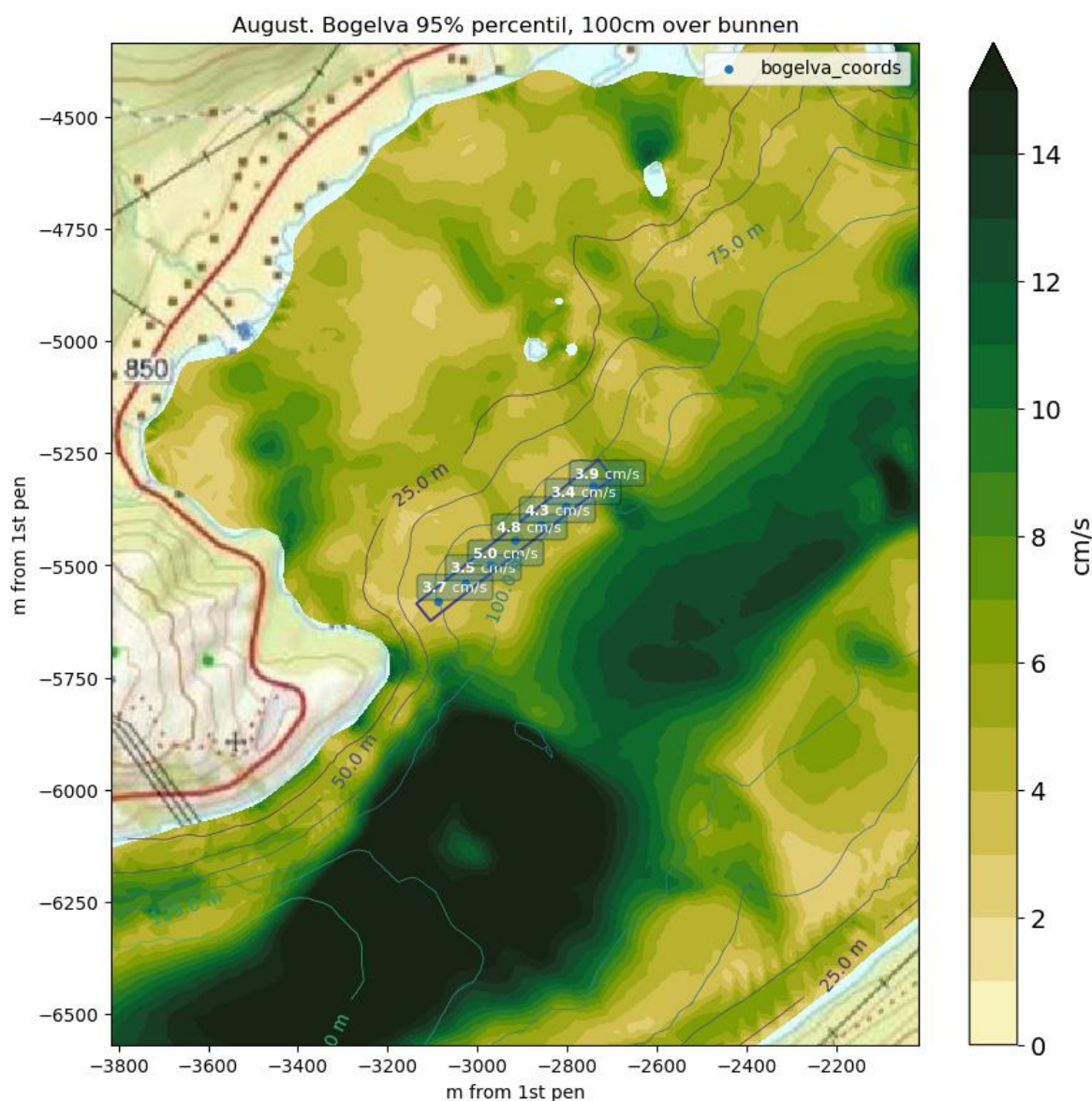
Figur 7: Bunnstrøm mai ved lokalitet Bogelva. Oversiktsbilde.

4.3 Bunnstrøm Bogelva – August måned

Månedsmidlet bunnstrøm for Bogelva i august er vist i Figur 8, og et oversiktsbilde for området i Figur 9. Snitthastigheten for 95-persentilen for hastighetene under merdene er 4.1 cm/s.



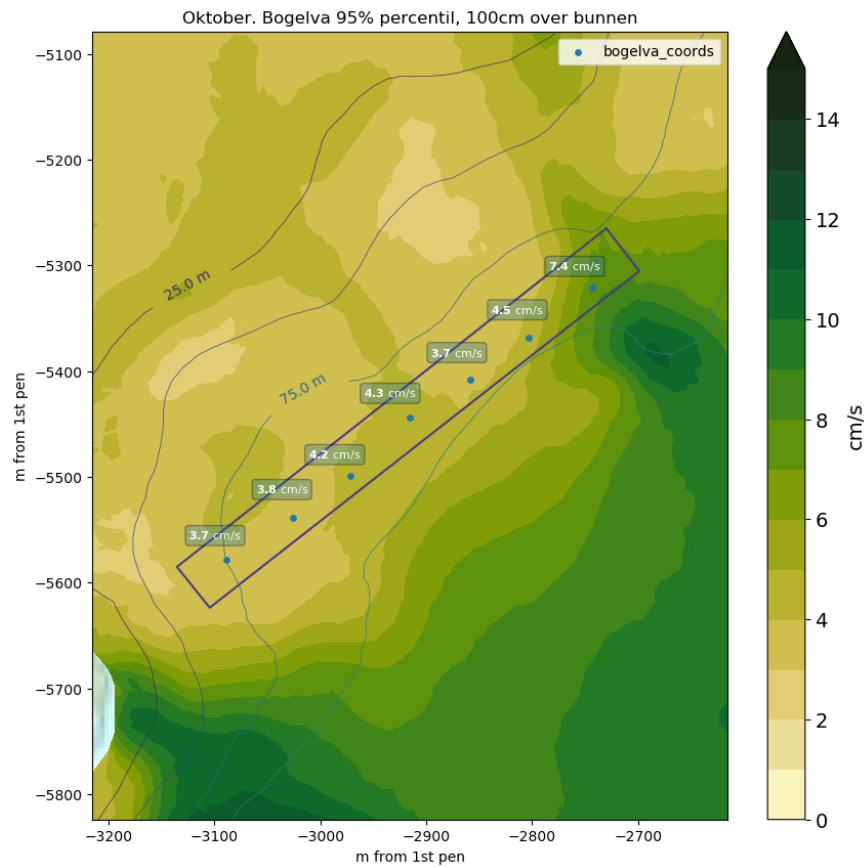
Figur 8: Bunnstrøm august ved lokalitet Bogelv.



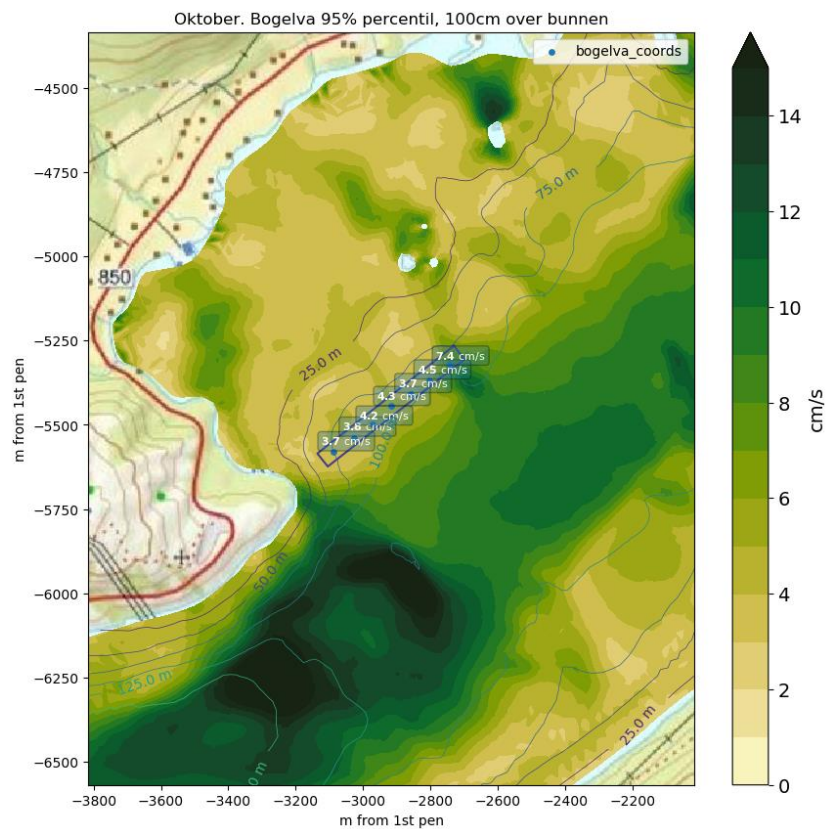
Figur 9: Bunnstrøm august ved lokalitet Bogelv. Oversiktsbilde.

4.4 Bunnstrøm Bogelva – Oktober måned

For oktober viser Figur 6 95% prosentilen til bunnstrømmen for området i umiddelbar nærhet til lokaliteten, og Figur 7 viser det samme, men for et større område rundt lokaliteten. Snitthastigheten for bunnstrømmens 95% prosentil under lokaliteten er for oktober måned på 4.5 cm/s.



Figur 10: Bunnstrøm oktober.



Figur 11: Bunnstrøm oktober. Oversiktsbilde.

5 Sammendrag

Bunnstrømmen ved lokalitet Bogelv er studert for 4 måneder, for å se hvor mye sesongvariasjon man kan forvente, og for å se om det kan være gunstig å relokalisere anlegget til et område i nærheten med sterkere bunnstrøm.

Sesongvariasjonene er betydelige. 95-persentilen for snitthastighetene direkte under merdene variere mellom 4.1 cm/s og 7.9 cm/s. Av de fire modellerte månedene, er det august som har svakest strøm og mars som har sterkest strøm.

Like sør-vest for lokaliteten er det et område som er litt dypere, og som simuleringene viser at har sterkere strøm ved bunnen enn ved dagens plassering.

6 Referanser

Chen, C. H. (2003). An unstructured grid, finite-volume, three-dimensional, primitive equations ocean model: application to coastal ocean and estuaries. *Journal of atmospheric and oceanic technology* 20.1, 159-186.

Law, B. H. (2016). Erodibility of aquaculture waste from different bottom substrates. *Aquacult. Environ. Interact*, 575–584.

Thorpe, S. A. (2007). An introduction to ocean turbulence. I S. A. Thorpe, *An introduction to ocean turbulence*. (ss. 85-86). Cambridge: Cambridge University Press.