



2012

Rapport – Lokalitetsundersøkelse etter NS9415:2009

Lokalitet: Mundal

Dokumentnummer: LR-12001-0003



Rapport – Lokalitetsundersøkelse - Eikebærånæ

Rapporttittel: Lokalitetsundersøkelse etter NS9415:2009

Lokalitetsnavn: Mundal/Eikebærånæ	Lokalitetsnummer: 13870	Kommune: Lindås	Fylke: Hordaland
--------------------------------------	----------------------------	--------------------	---------------------

Forfattere: Ingve Karlsen & Thommes Thomassen	Godkjent av: Tore Birkeland
--	--------------------------------

Oppdragsgiver: Eide Fjordbruk AS	Org.nummer: 866751242	Kontaktperson: Arne Herre Staveland
-------------------------------------	--------------------------	--

Dato for utførelse: 11.09.2012	Prosjektnummer: 0003	Distribusjon: Ingen uten tillatelse fra kunde eller ansvarlig org. enhet	Kundenummer: 12001
Status: Ekspedert kunde (EK)			

Dokumentnummer: LR – 12001-0003	Antall sider: 35	Rev.: 0	Dato for revisjon:
------------------------------------	---------------------	---------	--------------------

Akvasafe AS
Adresse: Hjellestadveien 313, postboks 55, 5259 Hjellestad
Organisasjonsnummer: 997935187
Nettside: www.akvasafe.no
E-post: ingve@akvasafe.no
Telefon: 468 12 632



Innholdsfortegnelse

Sammendrag	5
1 Innledning.....	8
1.1 Oppdrag	8
1.2 Område, beskrivelse av lokalitet og anlegg	8
2 Metode.....	12
2.1 Fastsettelse av bølger	12
2.2 Beregning av vindhastighet.....	12
2.3 Beregning av effektiv strøklengde	12
2.4 Fastsettelse av havdønninger	12
2.5 Fastsettelse av andre bølgeforhold på lokaliteten	13
2.6 Fastsettelse av ispåvirkninger	13
2.7 Beskrivelse av vanndybder, bunntyper og topografi.....	14
2.8 Fastsettelse av strømhastighet	14
2.8.1 Generelt	14
2.8.2 Valg av metode for fastsettelse av strømhastighet	14
3 Instrumenter og dokumentasjon.....	16
3.1 Strømmåling.....	16
3.2 Bunnundersøkelser	17
3.3 Kart.....	17
3.4 Vinddata.....	17
3.5 Bølgedata	18
3.6 Tidevannsnivå	18
3.7 Is.....	18
3.8 Dataredigering, datakvalitet og kvalitetskontroll	19
3.8.1 Strøm.....	19
3.8.2 Bølger	19
3.8.3 Kvalitetskontroll	19
4 Resultat	20
4.1 Fastsettelse av bølger	20



Rapport – Lokalitetsundersøkelse - Eikebæråne

4.2	Fastsettelse av havdønninger	20
4.3	Fastsettelse av andre bølgeforhold på lokaliteten	20
4.3.1	Kombinertbølger	20
4.3.2	Skipsgenererte bølger, bølgetog og bølgerrefleksjon	20
4.4	Tidevann	21
4.5	Fastsettelse av ispåvirkninger	21
4.5.1	Nedising	21
4.5.2	Drivis og innfrysning	22
4.6	Beskrivelse av vanndybde, bunntype og topografi	22
4.7	Fastsettelse av strømhastighet	22
4.7.1	Ulike strømmtyper	22
4.8	Vurdering av strømresultatene	23
5	Litteratur og referanser	25
6	Vedlegg	26
6.1	Vedlegg 1: Strømaktivitet 5 m 2012	26
6.2	Vedlegg 2: Statistisk data 5 m 2012	27
6.3	Vedlegg 3: Strømaktivitet 15 m 2012	28
6.4	Vedlegg 4: Statistisk data 15 m 2012	29
6.5	Vedlegg 5: Strømaktivitet 5 m 2011	30
6.6	Vedlegg 6: Statistisk data 5 m 2011	31
6.7	Vedlegg 7: Strømaktivitet 15 m 2011	32
6.8	Vedlegg 8: Statistisk data 15 m 2011	33
6.9	Vedlegg 9: Bølgedata	34
6.10	Vedlegg 10: Kontrollberegning	35



Sammendrag

Kartkoordinater	GPS posisjon(senter):	60°33.8060N 5°21.1810Ø			
	Tom lokalitet:	Nei			
Vindforhold	Referanse vindfart U (m/s):	Returperiode 10 år		Returperiode 50 år	
		27,5		30,4	
	Basis vindfart hhv 10 og 50 år, beregnet (m/s):	Returperiode 10 år		Returperiode 50 år	
		N:	24,7	N:	27,4
		NØ:	16,5	NØ:	18,3
		Ø:	22,0	Ø:	24,3
		SØ:	27,5	SØ:	30,4
		S:	27,5	S:	30,4
		SV:	27,5	SV:	30,4
		V:	27,5	V:	30,4
		NV:	27,5	NV:	30,4
Bølgeforhold	Beregnet:	Ja, effektiv strøklengde			
	Målt:	Nei			
	Signifikant bølgehøyde, Hs (m):	Returperiode 10 år		Returperiode 50 år	
		1,15		1,38	
	Irregulær sjø:	Vurdert ubetydelig			
	Havdønninger:	Ja, men vurdert til ubetydelig dimensjonerende effekt for anlegget.			
	Andre bølgeforhold (skipsgenererte, bølgererefleksjon, effekt av flere bølgetog, bølge-/strømminteraksjon):	Vurdert ubetydelig			
Er det tatt referansesjekk med kjentfolk?	Ja				
Bunntopografi	Dybde GPS referanse (m):	160			
	Dybder lokalitetsområde (m):	60-160			
	Terskelforhold:	Ikke lokale terskelforhold. Men mer perifert har Osterfjorden terskler.			
	Generelt:				
Opplysninger om strøm:	Måling i 1 år og bruk av langtidsstatistikk:				
	Måling av strøm i 1 mnd.:	Ja, to perioder henholdsvis 2011 og 2012			
	Bruk av tidligere strømmålinger:				



Rapport – Lokalitetsundersøkelse - Eikebærånæ

	Kritiske strømkomponenter (tidevannsstrøm, vindgenerert overflatestrøm, utbrudd fra kyststrømmen, vårflom pga snø- og issmelting):	-Overflatestrøm (Brakkvannsstrøm) - Utbrudd fra kyststrømmen. - Tidevannsstrøm (svak). I Osterfjorden er det sterk overflatestrøm og vind kan få brakkvannsstrømmen til å snu med enkeltperioder av sterk strøm.	
	Koordinater målestед:	Strømmålere for perioden 22.9 - 26.10-2011 stod utplassert i posisjon N 60°33,793' / Ø 05°21,219' Strømmålere for perioden 17.1 - 15.2-2012 stod utplassert i posisjon N 60°33,800' / Ø 05°21,199'	
	Måleperiode start (dd.mm.åå):	Måling 1: 22.9.2011	
	Måleperiode slutt (dd.mm.åå):	Måling 2: 17.1.2012	
	Måleperiode start (dd.mm.åå):	Måling 1: 26.10.2011	
	Måleperiode slutt (dd.mm.åå):	Måling 2: 15.2.2012	
	Målertype:	Gytte strømmåler (SD-6000), Rotor/propell	
	Maksimal strømhastighet på 5 m (m/s):	0,56	
	Retning for maksimal strømhastighet på 5 m (grader):	90 grader	
Dimensjonerende strøm	Maksimal strømhastighet på 15 m (m/s):	0,26	
	Retning for maksimal strømhastighet 15 m (grader):	90 grader	
	Strømhastighet 5 meter (m/s):	10 år: 0,92	50 år: 1,04
	Strømhastighet 15 m (m/s):	10 år: 0,43	50 år: 0,49 (0,50)
Vindbølger	Er vindbølger målt eller beregnet):	Beregnet, effektiv strøklengde	
	Måleperiode start (dd.mm.åå):		
	Måleperiode slutt (dd.mm.åå):		
	Hs (0-7), meter:	10 år: 1,15	50 år: 1,38
	Tilhørende Tp (s), (1-10):	10 år: 3,07	50 år: 3,76
	Retning for høyeste Hs (grader):	SV	
	Effektiv strøklengde for høyeste Hs (km) (1-40):	6,57	
Havbølger	Målt eller beregnet:	Vurdert	
	Opptredende:	Ja, men vurdert ubetydelig	



Rapport – Lokalitetsundersøkelse - Eikebæråne

	Måleperiode start (dd.mm.åå):		
	Måleperiode slutt (dd.mm.åå):		
	Største Hs (m) (0-7):	10 år: 1,15	50 år: 1,38
	Tilhørende Tp (s) (1-10):	10 år: 3,07	50 år: 3,76
Kombinert sjøtilstand	Største Hs (m) (0-7):	10 år	50 år:
	Bølgererefleksjon:	Kritisk: nei	
	Kryssende bølgetog:	Kritisk: nei	
	Skipsgenererte bølger:	Kritisk: nei	
	Andre kombinasjoner:	Kritisk: nei	
	Største stedvind, 10 m høyde, lengste strøk (m/s):	10 år	50 år
	Andre forhold:		
Nedising	Sjøsprøyt is:	Ubetydelig	Beregningsmetode: Beregnet
	Fare for drivis:	Ja	
	Fare for innfrysning/sjøis:	Ubetydelig	
Bunnkartlegging	Kartleggingsmetode:	MOM B og ROV	
	Terrengtype bunn:	Skrånende bratt bunn	
	Bunnstype:	Fjell	

1 Innledning

1.1 Oppdrag

Akvasafe AS har etter oppdrag utført en lokalitetsundersøkelse i samsvar med forskrift om krav til teknisk standard for flytende akvakulturanlegg (NYTEK – forskriften) og NS 9415:2009.

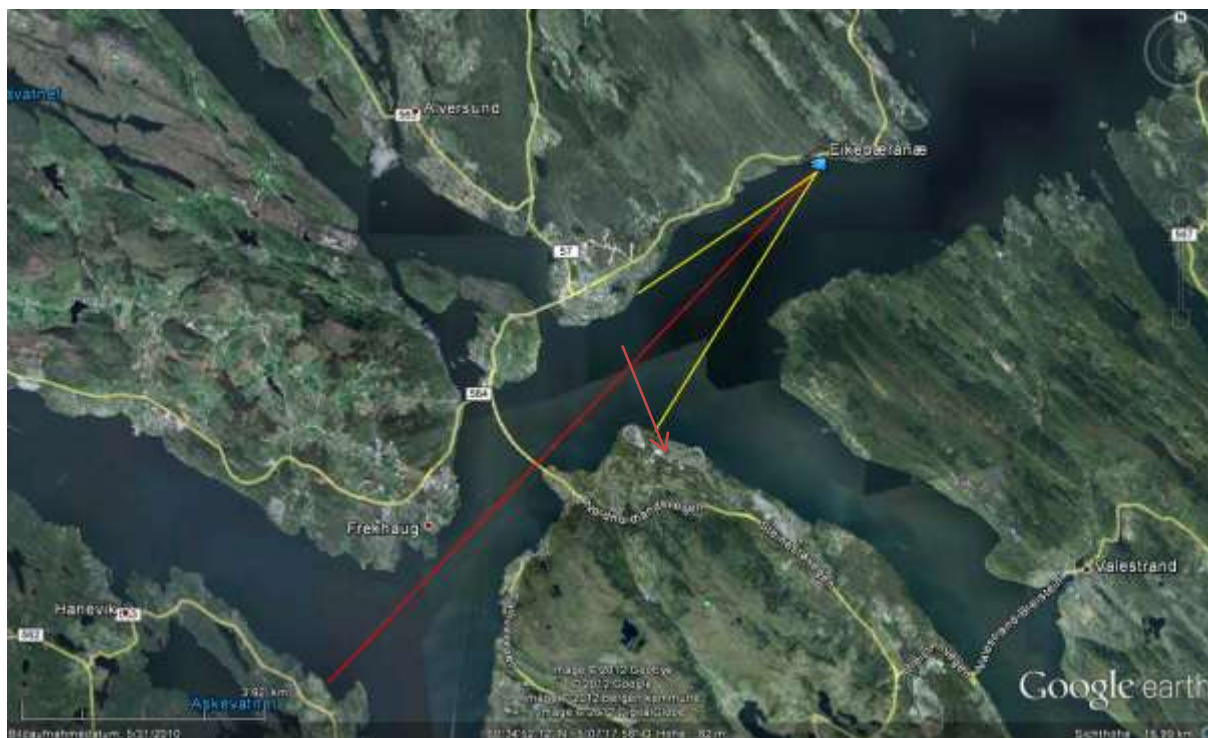
1.2 Område, beskrivelse av lokalitet og anlegg

Undersøkelsen er utført på lokaliteten Eikebæråne/Mundal i Lindås kommune. Lokaliteten ligger i Osterfjorden (Figur 1 og Figur 2).



Figur 1 Oversiktsbilde over lokalitet og anlegg (Hentet fra MOM B rapport 1065 – Rådgivende Biologer AS (2008).

Lokaliteten er en fjordlokalitet og ligger skjermet fra vær- og vindeksponering i retningsområdet vest-nord. Den er mest eksponert retningsområdet er fra øst – sør. Figur 2 illustrerer det mest eksponerte retningsområdet.



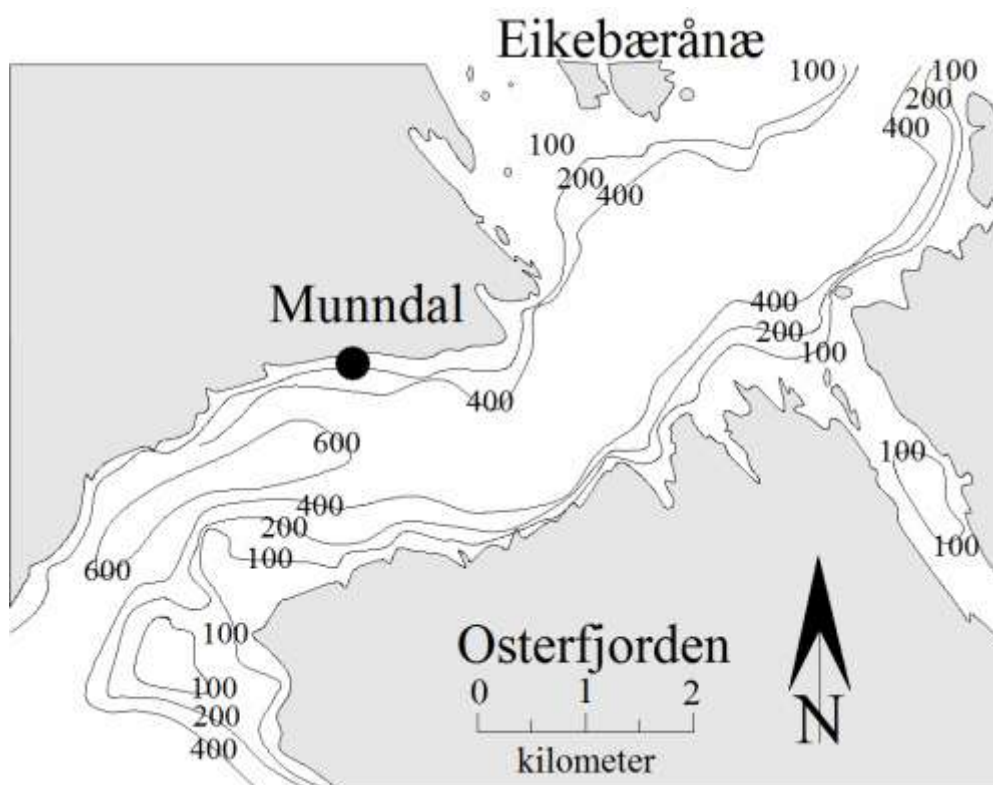
Figur 2 Avmerking av området til lokaliteten med inntegnet effektiv strøklengde.

Anlegget er lokalisert omtrentlig i retning nord - sør ca. 130 meter fra land. I følge Rådgivende Biologer AS (2008) ligger anlegget over en skrånende og bratt bunn med en dybde på ca. 160-310 meter under anlegget.

Rådgivende Biologer AS konkluderer at det ikke er terskler mellom lokaliteten og dybdeområdet i fjorden utenfor. Osterfjorden har imidlertid mer perifere terskler som ved Herdla.

I MOM B undersøkelsen til Rådgivende Biologer AS (2008) ble det ikke brukt ekkolodd til å kartlegge bunnforholdene på lokaliteten. Dette skyldes at lokaliteten er svært dyp og bratt. Det er imidlertid laget et kotekart ut fra hydrografisk original over området. Dybdene er korrigert med taulengdene fra grabbingen som ble utført av Rådgivende Biologer AS den 27. september 2007. Dette er kontrollert og revidert med ROV-undersøkelser utført av Sematek i regi av Akvasafe AS.

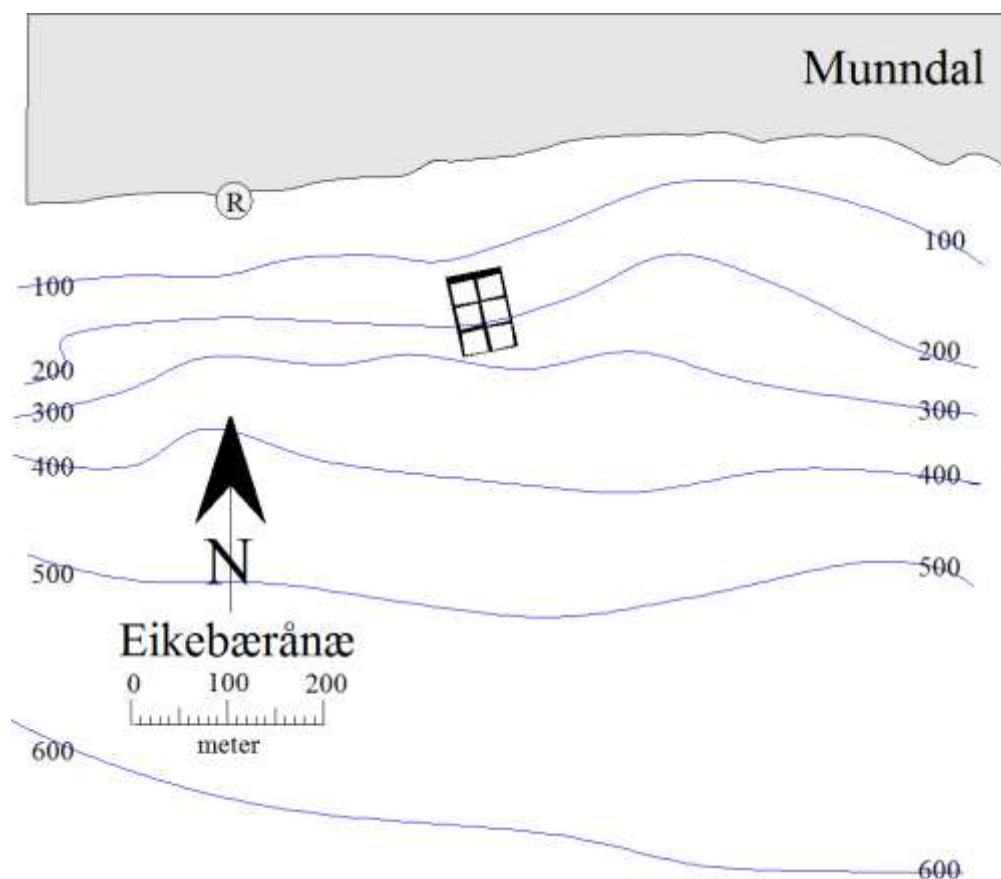
Figur 3 viser dybdeforhold over sjøområdet rundt Mundal og deler av Osterfjorden.



Figur 3 Oversiktskart over sjøområdet med dybdekoter (Hentet fra MOM – B rapportnummer 1065 – Rådgivende Biologer AS - 2008).

Bunnen skråner i anleggets lengderetning mot sør. Det fortsetter å skråne jevnt sørover til det dypeste partiet i Osterfjorden på 600 meter, ca. 0,7 km sør for anlegget (Rådgivende Biologer 2008).

Prøvetakingene i MOM B undersøkelsen viser at lokalitetens primærbunn i all hovedsak er fjellbunn.



Figur 4 Utsnitt av lokalitetsområdet og dybdeforhold rundt lokaliteten. (Hentet fra MOM – B rapportnummer 1065 – Rådgivende Biologer AS 2008).



2 Metode

2.1 Fastsettelse av bølger

I følge NS 9415:2009 skal vindgenererte bølger enten fastsettes ved hjelp av bølgemålinger eller ved hjelp av beregninger i henhold til 5.3.1.4 (effektiv strøklengde). Bølgemålingene skal videre behandles i henhold til 5.3.1.2 (irregulær sjø ved bruk av JONSWAP-spekter) eller 5.3.1.3 (regulær sjø med regulær bølgehøyde lik $H=H_{maks}=1,9 \times H_s$).

2.2 Beregning av vindhastighet

10- og 50-årsbølge skal bestemmes ut fra tilhørende verdier for lokalitetens 10- og 50-årsvind. Lokalitetens 50-årsvind (50-årsbasisvindfart) er fastsatt ved bruk av referansevindhastighet (V_B) for hver enkelt kommune hentet fra NS-EN 1991-1-4:2005 og NA:2009 (Nasjonalt tillegg NA). For å få basisvindhastigheten blir det lagt til 17 % til referansevindhastigheten for omregning til terrengkategori I, fordi strøket vil gå over åpne sjø. Vindfarten blir også justert for retningsfaktoren (C_{RET}) om ikke spesielle forhold tilsier noe annet.

Lokalitetens 10- årsvind (10-årsbasisvindfart) er fastsatt ved at referansevindhastigheten (V_B) er multiplisert med sannsynlighetsfaktoren (C_{prob}) for 10-årsreturperiode (C_{prob} , 10år = 0,902480 ved $K=0,2$ og $n=0,5$) og deretter oppjustert til terrengkategori I og justert for retningsfaktoren.

Justert vindhastighet (U_A), signifikant bølgehøyde (H_s) og pikperiode (T_p) blir deretter utregnet etter formler i NS 9415:2009 for både 10-årsvinden og 50-årsvinden.

En skal beregne den justerte vindhastigheten U_A ved bruk av basisvindhastigheten V_B (m/s):

$$U_A = 0,71 \times V_B^{1,23}$$

2.3 Beregning av effektiv strøklengde

Akvasafe AS beregner bølger ut fra vinddata og strøklengde målt på sjøkart.

Effektiv strøklengde brukes sammen med en vinkelåpning +/- 15° og 7,5° mellomrom, det vil si man måler strøklengden for ytterligere 4 retninger i gitt sektor og anvender følgende formel:

$$F_e = \frac{\sum_{i=-15^\circ}^{i=+15^\circ} R_i \times \cos^2 \alpha_i}{\sum_{i=-15^\circ}^{i=+15^\circ} \cos \alpha_i}$$

2.4 Fastsettelse av havdønninger

Akvasafe AS vurderer og dokumenterer hvorvidt havdønninger opptrer på lokaliteten. Dersom havdønninger opptrer på lokaliteten og er kritisk for anlegget, skal bølgehøyde og periode beregnes ved hjelp av følgende:

- Diffraksjons- og refraksjonsanalyse



Rapport – Lokalitetsundersøkelse - Eikebærånæ

- Målinger for å fastsette dønninger med returperiode 10 og 50 år.
- Andre anerkjente metoder som kan dokumentere sikkerhet, gyldighet og nøyaktighet.

2.5 Fastsettelse av andre bølgeforhold på lokaliteten

Akvasafe AS vurderer og dokumenterer hvorvidt følgende effekter kan ha innvirkning på bølgespekteret (dersom det er brukt effektiv strøklengde):

- Skipsgenererte bølger
- Bølgerrefleksjon (for eksempel hvis lokaliteten ligger nær en steil fjellvegg eller lignende).
- Effekt av flere bølgetog (for eksempel hvis to fjordsystemer møtes eller ved kombinasjon av vindgenererte sjø- og havdønninger).
- Bølge-/strøminteraksjon (endringer av bølgespekteret på lokaliteter med mye strøm).

Disse forholdene kan bidra til å endre bølgespekteret i form av en økt signifikant bølgehøyde eller endret pikperiode. Resultatene av analysene kan føre til at man må oppgi flere bølgespektre for lokaliteten. Akvasafe AS vil vurdere hvorvidt disse effektene kan ha innvirkning på bølgespekteret.

2.6 Fastsettelse av ispåvirkninger

Akvasafe AS vurderer og dokumenterer fare for isdannelse på flytende oppdrettsanlegg og tilhørende fastmontert utstyr. Det skal gjøres på bakgrunn av følgende meteorologiske data for lokaliteten:

- Lufttemperatur
- Vind og vindeksponering
- Bølger og bølgeeksponering
- Sjøtemperatur

For tyngdetetthet av is, hvis ikke annet dokumenteres skal det benyttes 850 kg/m^3 inntil 10 m over havoverflaten.

Totalt sett vil dette gi et isingspotensial som gir en dimensjonerende ising over et definert tidsintervall. Tiden for kontinuerlig akkumulasjon av is skal vurderes ut fra muligheten for fjerning av is og dokumenterte tiltak mot nedising. Hvis ikke annet dokumenteres, skal det benyttes 3 døgn.

Fastsettelse av is og isingspotensiale skal gjøres ut i fra anerkjente metoder. Det skal innhentes eventuelle erfaringer fra den spesifikke lokaliteten i vurderingen.

Dersom det er fare for drivis på lokaliteten vil dette bli vurdert og dokumentert. Kilder for drivis kan være ferskvannsbasseng (innsjøer), elver og elveutløp, elveosser og brakkvannsområder, skjermede fjorder og sund med sjøis. Det skal angis hvilke deler av året det kan forekomme drivis. Vurderingene skal utføres med basis i meteorologiske data og mulige kilder sammenholdt med eventuelle lokale kunnskaper.

Dersom det er fare for innfrysning av lokaliteten vurderes og dokumenteres dette, med angivelse av



mulig tid på året dette kan forekomme. Dette skal gjøres ved å vurdere meteorologiske data sammenholdt med eventuelle lokalkunnskap for lokaliteten.

2.7 Beskrivelse av vanndybder, bunntyper og topografi

Akvasafe AS vurderer og dokumenterer bunntopografi og type ved bunnfester og langs fortøyningslinjer ved hjelp ROV, ekkolodd og MOM B-undersøkelser. Bunndybde i relevant areal for det flytende oppdrettsanlegget, innbefattet fortøyningen, skal kartlegges. Store uregelmessigheter, som store steiner, bergrygger, sprekker eller større gjenstander skal registreres spesielt.

2.8 Fastsettelse av strømhastighet

2.8.1 Generelt

I henhold til NS 9415:2009 kan en bruke tre metoder for å fastsette strømhastighet:

- Måling av strøm i ett år og bruk av langtidsstatistikk.
- Måling av strøm i en måned og bruk av multiplikasjonsfaktorer.
- Bruk av tidligere målinger.

Målingene skal minst foretas på to nivåer, henholdsvis 5 og 15 meter. Målingene skal foretas på det stedet på lokaliteten man antar har de høyeste strømhastighetene. Målingene skal være representativ for arealet der oppdrettsanlegget skal ligge. Målestedet skal angis og begrunnes. Logging av strøm skal skje minst per 10. minutt og danne grunnlag for dimensjonerende strømhastighet på lokaliteten. Tidligere målinger som er logget hvert 30. minutt kan benyttes når en skal sette sammen strømdata for et helt år.

Måling av strømhastighet innebærer registrering av både tid, fart og retning i hele måleperioden. Strømmålingene skal skje i henhold til NS 9425-1 og /eller NS 9425-2, avhengig av lokalitetens bunndybde og eksponering.

2.8.2 Valg av metode for fastsettelse av strømhastighet

a) Måling av strøm i ett år og bruk av langtidsstatistikk

Data for strømhastighet kan fremskaffes ved hjelp av målinger i minst 12 måneders varighet på lokaliteten. Dataene er da behandlet ved hjelp av harmonisk analyse og med en påfølgende harmonisering til langtidsstatistikk.

Alternativt kan det settes sammen flere delmålinger av minst 4 ukers sammenhengende varighet som til sammen dekker ett kalenderår.

b) Måling av strøm i en måned

Følgende multiplikasjonsfaktorer brukes:



Rapport – Lokalitetsundersøkelse - Eikebæråne

Tabell 1 Multiplikasjonsfaktorer som resultat av returperiode

Returperiode	Multiplikasjonsfaktor
10	1,65
50	1,85

Dersom høyeste dimensjonerende strømhastighet med en returperiode på 50 år, basert på en måling i en måned blir lavere enn 50 cm/s, skal den dimensjonerende strømhastigheten (50-årsreturperiode) på lokaliteten uansett settes til 50 cm/s. De andre verdiene i strømmosen skal justeres proporsjonalt tilsvarende.

Dersom det kan sannsynliggjøres at strømmålingen i en måned har fanget opp maksimal strøm for 12 måneder, kan kravet om å sette dimensjonerende strøm til 50 cm/s fravikes. En nærmere beskrivelse av de ulike strømkomponentene skal inngå i vurderingen. Vurderingen skal dokumenteres.

c) Bruk av tidligere strømmålinger

Eksisterende strømmålinger kan brukes hvis de møter kravene til bruk av 12 eller 1 måneders målinger. Målinger på andre dybder enn 5 og 15 meter skal kunne brukes, forutsatt at det er mulig å bruke disse til å estimere strømhastigheten på de nevnte dybdene ved interpolering. Ved bruk av målinger foretatt på andre dybder enn henholdsvis 5 og 15 meter kan ikke ekstrapolering benyttes for å estimere strømhastigheten på de nevnte dybdene.

Videre vil Akvasafe AS vurdere og dokumentere hvilke kritiske strømkomponenter som bidrar til det totale strømbildet på lokaliteten:

- Tidevannsstrøm.
- Vindgenerert overflatestrøm.
- Utbrudd fra kyststrømmen.
- Vårflom på grunn av snø- og ismelting.

Kvalitetsvurdering av måledataene fra strømmålingene skal foretas og innbefatte:

- Troverdighet.
- Faktorer i måleperioden som kan ha påvirket målingene.

3 Instrumenter og dokumentasjon

3.1 Strømmåling

Til strømmålingene på Dale II benyttet UNI Research typen Gytre målere, instrument- type SD 6000.

2011:

Måler nr 1059 målte strøm på 5 m djup

Måler nr 1317 målte strøm på 15 m djup

2012:

Måler nr 1642 målte strøm på 5 m djup

Måler nr 880 målte strøm på 15 m djup

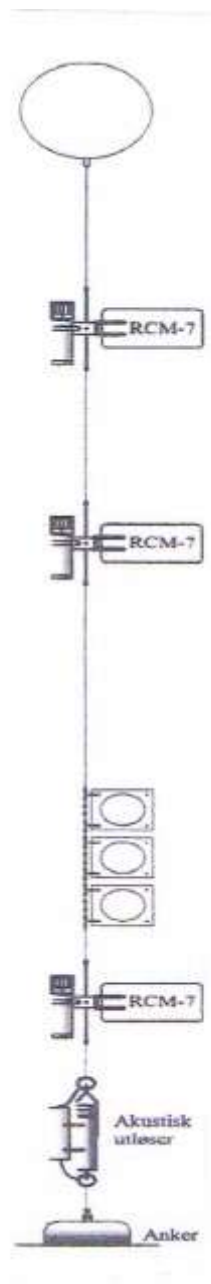
Leverandøren av målerne er Sensordata AS. Måleprinsippet er fysisk registrering av strøm ved hjelp av rotormåling.

Det ble lagret strømhastighet, strømreretning, temperatur, dato og klokkeslett automatisk for 10 minutt. Programvaren til strømmåleren beregnet og plottet resultatene ut fra målingene.

Rotoren har en startfriksjon på 1,4 cm/s. Ved lavere strøm enn dette, angir strømmåleren en strømhastighet på 1,0 cm/s. Strømmen kan være oppgitt som lavere enn dette hvis strømmåleren har forandret retning i løpet av 10 minutters intervallet.

Strømhastighetens nøyaktighet er 0,5 cm/s. Kompassnøyaktighet er ± 2 grader.

Kalibreringen er utført hos Sensordata ved levering av instrumentet.



Figur 5 Skisse av strømmålerigg. Modifisert skisse fra NS 9425.



3.2 Bunnundersøkelser

Dybdeforholdene er kartlagt av Rådgivende Biologer AS og tegnet inn på kart med dybdekoter. Kart er tegnet etter hydrografiske originaler. Dybdene er korrigert med taulengdene fra grabbingen 27. september 2007. Det er ikke brukt ekkolodd på grunn av at lokaliteten er svært dyp og bratt.

Bunntypen er kartlagt i forbindelse med siste MOM – B undersøkelsen (2007). Det ble utført 10 grabbhogg med en 0,028 kvadratmeter stor Van Veen grabb.

Sematek i regi av Akvasafe AS har utført ROV inspeksjoner på samtlige liner ved Mundal og verifisert dybder og bunnforhold. ROV som ble brukt var en ROV VB Offshore, maks dybde 2000 meter. ID nummer: AKS003. ROV er levert av OM.

3.3 Kart

Det er vist bilder og oversiktskart over lokalitetsområdet og plassering av anlegget. Bilde er hentet fra MOM rapport fra Rådgivende Biologer. Kartene er hentet fra Google Maps.

Det er tatt utsnitt fra Lindås kommune med avmerking av lokalitet. I tillegg er dybdeforhold tegnet inn etter hydrografiske originaler.

3.4 Vinddata

Vinddata er hentet fra NS-EN 1991-1-4:2005+ NA:2009. «Eurokode 1: Laster på konstruksjoner Del 1-4: Allmenne Laster vindlaster». Det er beregnet vindhastighet med en returperiode på 10 og 50 år i 16 himmelretninger (NS 9415:2009).

Vindhastigheter som blir benyttet er gjennomsnittlige vindhastigheter over 10 minutter, 10 meter over havoverflaten med terrengkategori II. For kystnære områder, opprørt hav, åpne vidder og strandsoner uten trær og busker så er terrengkategorien I. Her er vinden 17 % høyere.

Hastighetene blir oppjustert med oppgitt retningsfaktor fra standarden.

$$V_B = V_{REF} \times C_{RET} \times C_{\text{ÅRS}} \times C_{\text{SHO}} \times C_{\text{SAN}}$$

V_B = Basisvindhastighet

V_{REF} = Referansevindhastigheten

C_{RET} = Retningsfaktoren

$C_{\text{ÅRS}}$ = Årsfaktoren

C_{SHO} = Nivåfaktor

C_{SAN} = Årlig sannsynlighet faktor for overskridelse

For bestemmelse av bølgeforhold ved anlegget brukes stedsvindhastigheten, V_s . Det vil si vindhastighet over 10 minutter ved 10 meters høyde ved lokaliteten.

$$V_s(Z) = C_r(Z) \times C_t(Z) \times V_b$$



C_r = Terrengruhetsfaktoren

C_t = topografifaktoren

Stedsvindhastigheten blir justert til strøkvindhastighet i henhold til lokalitetens strøkgeometri.

3.5 Bølgedata

Akvasafe AS har beregnet bølger ut fra vinddata og strøklengde målt på sjøkart.

Dimensjonerende, signifikant bølgehøyde bestemmes ut fra effektiv strøklengde og 10 minutters middelvind i 10 m høyde, og slik at bølgehøyden øker (tilnærmet) proporsjonalt med vindhastigheten og proporsjonalt med kvadratroten av effektiv strøklengde. 50 – års bølgen bestemmes ut fra lokalitetens 50 års – vind. 10 – årsbølgen bestemmes ut fra lokalitetens 10 – års vind.

Signifikant bølgehøyde og tilsvarende pikperiode i bølgespekteret samt effektiv strøklengde er gitt ved:

$$H_S = 5,112 \times 10^{-4} \times U_A \times \sqrt{F_e}$$

$$T_P = 6,238 \times 10^{-2} \times (U_A \times F_e)^{\frac{1}{3}}$$

Effektiv strøklengde brukes sammen med en vinkelåpning +/- 15° og 7,5° mellomrom.

Maksimal bølgehøyde er gitt ved:

$$H_{MAKS} = 1,9 \times H_S$$

3.6 Tidevannsnivå

Data er hentet fra nærmeste målestasjon for tidevann. Dataene er innhentet fra Statens kartverk.

3.7 Is

Opplysninger er innhentet ved samtaler med oppdretterne og vurdering fra Akvasafe AS sitt personell. Erfaringene er sett i sammenheng med topografi og geografi i området. Vind- og lufttemperaturdata er innhentet fra Meteorologisk Institutt, fra nærmeste værstasjon.

Isakkumulering (ISO 19906) er delt inn i tre kategorier:

Tabell 2 Ising styrke fra ISO 19906

Styrke	Akkumulering (mm/t)	Lufttemperatur	Vindhastighet (m/s)
Treg	< 10	0 - -3	Alle
	< 10	< -3	< 7
Rask	10-30	-3 - -8	7 - 15
Veldig rask	>30	< - 8	>15



Rapport – Lokalitetsundersøkelse - Eikebæråne

Guest et al. (2005) deler ising risikoen inn i fem kategorier:

Tabell 3 Ising klasse og opphopning som guide til isingsrisikoen.

Ising klasse	Null	Liten	Middels	Stor	ekstrem
Isingsoppnopning (cm/t)	0	<0,7	0,7-2,0	2,0-4,0	>4,0

3.8 Dataredigering, datakvalitet og kvalitetskontroll

3.8.1 Strøm

Strømmålere er satt ut og tatt opp av Rådgivende Biologer AS. Data er avlest og lagret av Rådgivende Biologer AS. Akvasafe AS har gjennomgått rådata fra disse målingene etter intern prosedyre.

Rådgivende Biologer AS utførte strømmålingene i en periode med normalt vær- og vindforhold. Dette tyder på at strømmålingene som ble utført er representative for normale strømforhold ved lokaliteten.

Da strømmålingene ble utført vinter og høst, var det mest sannsynlig lite eller ingen begroning på målerne.

3.8.2 Bølger

Rådgivende Biologer AS har beregnet vindgenererte bølger ved å bruke effektiv strøklengde. Akvasafe AS har tatt en kontroll på disse beregningene ved stikkprøver av den mest kritiske strøklengden på lokaliteten.

3.8.3 Kvalitetskontroll

Akvasafe AS har interne prosedyrer til å kontrollere rapporter utført av andre selskaper.

4 Resultat

4.1 Fastsettelse av bølger

Den sterkeste forventet 10- og 50-årsbasisvind (V_b , m/s) for lokaliteten er henholdsvis 27,5 (m/s) og 30,4 (m/s). Ved å justere for retningsfaktoren i forhold til NS-EN 1991-1-4:2005 og NA:2009, vil en få et godt bilde av 50-årsvinden i ulike himmelretninger på lokaliteter som ligger i åpent terreng, uten større fjell etc. i nærheten.

I forhold til NS-EN 1991-1-4:2005 og NA:2009 har indre Hordaland en retningsfaktor ned mot 0,6 for vindretning fra NØ. Lokaliteten ved Eikebærånæ ligger mest eksponert til mot SV med en retningsfaktor på 1.

10- og 50-årsbølgen (H_s , m) og bølgeperiode (pikperiode, T_p , s) er funnet for lokaliteten ved å kombinere verdier for lokalitetens 10- og 50-årsvind med lokalitetens effektive strøklengde.

Rådgivende Biologer AS har i et notat vurdert den effektive strøklengden på lokaliteten med vind fra SV (sektor 214 – 236 målt på sjøkart) med 5 km. Akvasafe AS har etterberegnet dette, og satt den effektive strøklengden til 6570. Akvasafe AS mener dette vil gi et mer representativt bilde.

Rådgivende Biologer AS har vurdert den høyeste signifikante 10 – årsbølgen (H_s) med tilhørende bølgeperiode (T_p) for lokaliteten kommer fra SV, og er beregnet til 1,15 m og 3,07 s. Den høyeste 10-årsbølge (H_{max}) er beregnet til å være 2,18 m. Den høyeste signifikante 50-årsbølge (H_s) med tilhørende bølgeperiode (T_p) for lokaliteten kommer fra samme retning, og er beregnet til å være 1,30 m og 3,20 s. Den høyeste 50-årsbølgen er beregnet til 2,47 m.

I følge Akvasafe AS sine etter beregninger vil H_s være 1,38 m og T_p 3,75 s for retning SV.

4.2 Fastsettelse av havdønninger

Lokaliteten ligger i Osterfjorden og er vurdert av Akvasafe AS til ikke å ha havdønninger av avgjørende dimensjonerende påvirkning på anleggskonstruksjonen som foreligger på Mundal

4.3 Fastsettelse av andre bølgeforhold på lokaliteten

4.3.1 Kombinertbølger

Endringer i bølgespektrumet kan forekomme når havbølger og vindbølger treffes. Dette kan føre til høyere eller forminskede bølger. Det forekommer ikke kombinerte bølger av dimensjonerende betydning på lokaliteten.

4.3.2 Skipsgenererte bølger, bølgetog og bølgerrefleksjon

Båter kan generere bølger som i noen tilfeller overskrider vindgenererte bølger. Bølgehøyden avtar imidlertid eksponentialt med avstand fra seillinje og skipsgenererte bølgehøyder er også avhengig av type skip og hastighet på skipet (Dam et al. 2005, Hofmann et al., 2008). Hofmann et al. (2008) gir eksempler på skipsgenererte bølger: Ferger som genererer bølger med høyde 0,04-0,15 m og periode ca 3,7 sekund. Passasjerskip som genererer bølger med høyde 0,1-0,5 m og periode ca 2,9 sekund. For



Rapport – Lokalitetsundersøkelse - Eikebæråne

at skipsgenererte bølger skal påvirke lokaliteten og føre til høyere bølger enn de dimensjonerende vindbølger, må bølger virke sammen med vindbølger.

Lokaliteten ligger ut mot hoveleia for skipstrafikk i Osterfjorden, men ligger et godt stykke fra selve leia, forholdsvis nær land. Da lokaliteten samtidig ligger relativt eksponert til mot vær og vind, vil de skipsgenererte bølgene bety lite for den totale bølgepåvirkningen på anlegget ved lokaliteten.

Bølgerefleksjon av dimensjonerende betydning vil ikke oppstå på lokaliteten.

På lokaliteter med svært sterk strøm, som for eksempel i et strømsund, vil det kunne oppstå bølge-/strøminteraksjon. På Mundal vil det ikke være bølge- og strøminteraksjon betydning.

4.4 Tidevann

Følgende verdier er hentet fra tidevannstabell for den norske kyst med Svalbard 2009, 72 årgang, korrigert til nærmeste sekundærhavn.

Tabell 4 Tidevannsvariasjon på lokaliteten Eikebæråne

Standarhavn: Bergen	Sekundærhavn: Leirvik	Høyde korreksjon: 0,76
Høyvann	Høyeste observert vannstand Høyeste astronomiske tidevann (HAT) Middel spring høyvann (MHWS)	1,83 cm 137 cm 115 cm
Lavvann	Middel spring lavvann (MLWS) Laveste astronomiske tidevann (LAT) Laveste observerte vannstand	115 cm 0 -32

4.5 Fastsettelse av ispåvirkninger

Både stål og platanlegg kan påvirkes av is da oppdriften ikke blir tilstrekkelig. Dette vil medføre at deler av anlegget kommer under vann (SINTEF, 2006). Dersom oppdriften blir redusert blir anlegget utsatt for tvungne deformasjoner, selv om is vil smelte og forsvinne med senking av anlegget. I følge Sintef (2006) er isingraten avhengig av kombinasjoner av lufttemperatur, vindhastighet, sjøvannstemperatur og mengde vann i luften. Lav saltholdighet kan også forsterke effekten av ispåslag på anlegg. Større mengder drivis vil også kunne påføre anlegg store krefter.

4.5.1 Nedising

Det er ikke kjent at nedising av oppdrettsanlegg har oppstått på Vestlandet i betydelig omfang. Dette stemmer med oppdretters egne erfaringer på denne lokaliteten. Akvasafe AS har brukt beregningsmetoden for akkumulering av sjøsprøytis for noen risikoperioder på anlegget anbefalt av Overland (Overland, J. E., 1990 og Overland, J. E. et al., 1986). Vindhastighet og lufttemperatur er



Rapport – Lokalitetsundersøkelse - Eikebæråne

hentet fra Norsk Meteorologisk Institutt fra nærmeste værstasjon. Sjøtemperatur er tatt fra antatte normalverdier i de mest kritiske perioder (januar – mars).

I følge ISO 19906 (tabell 5.6.1 og tabell 5.6.2) kan isakkumulering på lokaliteten blir treg med en isingsrisiko mellom 0 og liten.

4.5.2 Drivis og innfrysning

Lokaliteten i Osterfjorden har store ferskvannstilførsler fra vassdrag lokalt i området. Det vil derfor kunne oppstå fare for drivis, islegging eller isgang på lokaliteten. Det ligger seg helst is dersom en mildværsperiode med mye nedbør og snøsmelting etterfølges av stille og kaldt vær. Da vil ferskvannet/brakkvannet legge seg oppå fjordvannet og utsettes for frysing.

Det legger seg oftest is i fjordområdene innenfor Osterfjorden og Sørfjorden. Periodevis er det observert isflak som driver ut Sørfjorden eller Osterfjorden og inn i salhusfjorden eller gjennom Hagelsundet (Statens Vegvesen 1990). Kjentmann/oppdretter bekrefter at det har vært problemer med is tidligere år.

Vinteren 1971/72 var det mye is også i Salhusfjorden. Blant annet hadde et fiskefartøy problemer med å ta seg fram gjennom fjorden. Sannsynligvis var denne vinteren meget ekstrem med hensyn til isforholdene (Statens Vegvesen 1991).

4.6 Beskrivelse av vanndybde, bunntype og topografi

I forbindelse med MOM B – undersøkelsen den september 2007 ble det tatt 10 grabbhogg med en 0,028 m² stor van Veen grabb fra forskjellige steder under anlegget. Innholdet i prøvene er typisk for et område med jevnt bratt, skrånende terreng i tilknytning til et fjordbasseng. Prøvetakingen viste at anlegget sin primærbunn i all hovedsak er fjellbunn. Ved Akvasafe AS sin ROV inspeksjon av fortøyningsliner på lokaliteten ble bunnen verifisert.

Dybdeforholdene på lokaliteten og området rundt er illustrert på grunnlag av sjøkart og hydrografiske originaler og ved hjelp av lengdemerkinger på grabbtauet ved MOM B undersøkelsen.

Bunnen skråner i anlegget sin lengderetning mot sør. Det fortsett å skråne jevnt sørover til det dypeste partiet i Osterfjorden på 600 meter, ca. 0,7 km sør for anlegget (Rådgivende Biologer AS 2008).

4.7 Fastsettelse av strømhastighet

4.7.1 Ulike strømtyper

Det finnes ulike typer strøm som påvirker strømbildet på lokaliteten.

- Vindstrøm
- Tidevannsstrøm
- Trykkdreven strøm



- Vårflom

Vindstrøm blir dannet når vind blåser over sjøen. Vindstrømmen i overflaten kan være 2-5 % av vinden sin hastighet i fjord- og kyststrøm. Full storm (25 m/s) kan sette opp en vindstrøm på 0,5 m/s på åpent hav. Sterk vind i en fjord vil føre til oppstuing av vann innover i fjorden. Når vinden snur eller løyer, vil denne oppstuingen slippe, og det oppstår en kraftig, men kortvarig utover rettet strøm med hastigheter som kan bli 70-80 cm/s.

Tidevannsstrøm blir satt opp av tidevannets periodiske bevegelse. Dette kan gi stor strømfart, spesielt i sund og fjordarmer. Tidevannsstrømmen er svakest utenfor Jæren (100-års tidevannsstrøm beregnet til 20 cm/s), og øker sørover og nordover langs kysten. Utenfor Nord Troms og Finnmarkskysten vil maksimal strømhastighet kunne komme opp i 40–50 cm/s.

Trykkdreven strøm oppstår når vannstanden er ulik. Det er kjent at Kyststrømmen går nordover langs Norskekysten med inntil 50 cm/s. Avrenning fra elver og fjorder danner en utover rettet brakkvannstrøm i overflatelaget. Ved lavtrykk over Nordsjøen oppstår det ofte sørvestlig vind inn i Skagerak. Denne vinden bremser opp kyststrømmen, og det skjer en kraftig oppstuing. Når oppstuingen slipper, oppstår det et utbrudd i kyststrømmen. Strømhastigheten kan da komme opp i over 1 m/s, og strømmen kan spre seg inn i fjordarmene, spesielt på Vestlandskysten, som har en ganske sterk intermediær innstrømming.

Vårflom i forbindelse med snø- og issmelting vil i mange tilfeller bidra kraftig til strømhastigheten. Dette forekommer typisk i månedene april – juni. Denne effekten kan i perioder være så stor at den dominerer over andre strømtyper.

Når en måler overflatestrøm på 5 m dybde på en lokalitet over en måned, så kan strømmålingsserien inneholde komponenter av alle de ulike strømtypene. Ved stille og tørt vær vil tidevannsstrømmen dominere. Ved urolig vær, mye nedbør og i vårflomperioder vil trykkdreven strøm, vårflommen og vindstrøm påvirker målingene mye.

4.8 Vurdering av strømrresultatene

Det ble utført en måneds strømmålinger av Rådgivende Biologer AS både i 2011 og 2012. De største registrerte strømhastighetene (det vektorielle middelet av strømfarten over en ti minutters måleperiode) innenfor hver 15 graders sektor på 5 og 15 meters dybde er multiplisert med en faktor på 1,65 og 1,85 for å estimere henholdsvis 10- og 50-årsstrømmen.

I forhold til NS 9415:2009 avsnitt 5.2.3 skal den høyeste dimensjonerende strømfarten med en returperiode på 50 år settes til 50 cm/s, selv om strømmålingene viser en dimensjonerende strømfart som er under 50 cm/s. De andre verdiene i strømrøsen skal da økes prosentvis tilsvarende.

På tross av høy tidevannsforskjell er tidevannsstrømmene meget svake i Osterfjorden. Årsaken til dette er at dypene er meget store (over 500 meter) hvilket gjør at strømmen fordeles over dette



Rapport – Lokalitetsundersøkelse - Eikebæråne

dypet. Hastighetene er anslått til noen få cm/sek. Dette bekreftes av strømmålingene som viser at tidevannet er omtrent ikke til stede i strømmålingene.

Det er en betydelig tilførsel av brakkvann til områdene innenfor. Dette fører til en brakkvannsstrøm utover i overflatelagene. Denne strømmen er begrenset til typisk 3 til 4 meters dybde, men den kan være sterk. Dette gjenspeiles i målingene hvor maksimumstrøm på 5 meter er 56,2 cm/s. Den sterkeste forventet dimensjonerende 10- og 50-årsstrømfart på 5 m dybde er 0,9 og 1,04 m/s i 90 graders retning.

På 15 meter er den maksimale strømmen målt til 25,6 cm/s. Den sterkeste forventet dimensjonerende 10- og 50-årsstrømfart på 15 meters dybde, er 0,42 og 0,47 (blir satt til 0,50) m/s i 90 graders retning.

Rådgivende Biologer AS utførte strømmålingene i en periode med normale vær- og vindforhold. Dette tyder på at strømmålingene som ble utført er representative for normale strømforhold ved lokaliteten.

Vind kan få brakkvannsstrømmen til å snu. Disse strømvendingene kan være meget brå.

Strømhastighetene er gjennomgående sterkere inn Osterfjorden enn ved strøm ut fjorden.

Strømhastigheter på over 1 m/s har vært målt av Statens Vegvesen (1990). Målingene utført av

Rådgivende Biologer ser ut til å ha fanget opp dette.



5 Litteratur og referanser

Eilertsen, M, Brekke, E & Staveland A. (2008): MOM B – granskning av oppdrettslokaliteten Eikebæråne /Mundal i Lindås kommune. Rapportnummer 1065.

Hasselmann, K.et al. (1973): Measurements of wind-wave growth and sell decay during the Joint North Sea Wave Project, Deutches Hydrographisches Institut, Hamburg.

Hofmann, H., Lorke, A. og Frank Peeters (2008). The relative importance of wind and ship waves in littoral zone of a large lake. Limnology Oceanography, 53 (1), 368-380.

ISO 19906:2010 Petroleum and natural gas industries – Artic offshore structures.

Kystkartverket (2006). Dybdegrunnlag fra statens kartverk Sjø.

Norsk standard NS – EN 1991-4:2005+NA2009: Eurokode 1: Laster på konstruksjoner. Del 1-4: allmenne laster – Vindlaster Standard Norge, 131 s + vedlegg.

Norsk standard NS9415:2009. Flytende oppdrettsanlegg. Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift. 2. utgave november 2009. Standard Norge, 100 sider.

Rådgivende Biologer – Notat – bølgeberegning på lokalitet Mundal.

Sintef (2005). Miljøkriterier på lokalitet

Sintef (2006). Islaster – isvekst og forslag til tiltak. Rapportnr. SFH80 A064062.

Statens Vegvesen (1991) – Værforhold ved Salhusfjorden.



6 Vedlegg

6.1 Vedlegg 1: Strømaktivitet 5 m 2012

Oversikt over strømaktiviteten i alle 15 graders kompassretninger på 5 m dybde for lokaliteten Mundal. Måleperiode: 17.1.2012-15.2.2012. Antall målinger: 4180. Intervalltid: 10 min.

CURRENT SPEED / DIRECTION MATRIX														Ref. number: 1642		
File name: Mundal 5 m 15.2.SD6														Interval time: 10 Minutes		
Series number: 1																
Number of measurements in data set: 4180																
Data displayed from: 09:33 - 17.Jan-12 To: 10:03 - 15.Feb-12																
	Current speed groups													Total flow		Max
	1	3	4	5	6	8	10	15	25	50	75	100	Sum%	m³/m²	%	
0	58	7	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	1.7	607	0.4	5.6
15	55	10	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	1.6	523	0.4	6.2
30	51	14	1	3	2	1	0	0	0	0	0	0	1.7	662	0.5	7.0
45	113	31	5	5	7	4	1	1	0	0	0	0	4.0	1760	1.3	10.2
60	119	46	12	27	23	19	6	7	0	0	0	0	6.2	4621	3.3	13.6
75	89	82	36	24	32	42	29	25	18	22	0	0	9.5	16055	11.5	45.0
90	114	86	57	62	43	71	50	104	126	99	2	0	19.5	54679	39.1	56.2
105	99	72	34	32	37	51	28	61	77	12	0	0	12.0	23430	16.7	32.8
120	83	52	18	12	16	38	8	16	24	0	0	0	6.4	8285	5.9	23.8
135	63	41	9	15	16	7	0	2	3	0	0	0	3.7	2777	2.0	19.4
150	31	9	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1.1	421	0.3	5.4
165	18	17	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	1.0	420	0.3	5.2
180	31	11	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1.1	401	0.3	4.8
195	33	18	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	1.3	532	0.4	7.2
210	65	49	11	6	6	15	6	4	0	0	0	0	3.9	2726	1.9	13.0
225	77	62	13	20	18	16	21	15	0	0	0	0	5.8	5452	3.9	13.0
240	61	38	15	19	24	37	16	29	0	0	0	0	5.7	7003	5.0	14.2
255	41	38	7	10	11	17	10	19	0	0	0	0	3.7	4146	3.0	15.0
270	41	24	11	8	7	6	3	0	0	0	0	0	2.4	1666	1.2	8.2
285	40	13	5	2	4	3	1	0	0	0	0	0	1.6	847	0.6	8.2
300	36	1	1	4	0	1	0	0	0	0	0	0	1.0	407	0.3	6.4
315	55	9	1	5	2	4	4	0	0	0	0	0	1.9	1061	0.8	9.8
330	45	7	1	3	1	7	3	1	0	0	0	0	1.6	985	0.7	10.2
345	47	9	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	524	0.4	4.4
Sum%	35.0	17.8	5.9	6.5	6.2	8.2	4.4	6.8	5.9	3.2	0.0	0.0		139991		56.2



6.2 Vedlegg 2: Statistisk data 5 m 2012

Oppsummering av statistiske data for strømmålingene på 5 m dybde på lokaliteten Mundal. Måleperiode: 17.1.2012-15.2.2012. Antall målinger: 4180. Intervalltid: 10 min.

STATISTICAL SUMMARY

File name: Mundal 5 m 15.2.SD6

Series number: 1

Number of measurements in data set: 4180

Data displayed from: 09:33 - 17.Jan-12 To: 10:03 - 15.Feb-12

Ref. number: 1642

Interval time: 10 Minutes

	Total	East / west	North / south
Mean current speed (cm/s)	5,6	5,1	1,6
Variance (cm/s) ²	51,730	50,704	3,609
Standard deviation (cm/s)	7,192	7,121	1,900
Mean standard deviation	1,289	1,400	1,155
Maximum current velocity	56,2		
Minimum current velocity	0,2		
Significant max velocity	12,9		
Significant min velocity	1,0		



6.3 Vedlegg 3: Strømaktivitet 15 m 2012

Oversikt over strømaktiviteten i alle 15 graders kompassretninger på 15 m dybde for lokaliteten Mundal. Måleperiode: 17.1.2012-15.2.2012. Antall målinger: 4193. Intervalltid: 10 min.

CURRENT SPEED / DIRECTION MATRIX																
File name: Mundal 15 m 15.2.SD6										Ref. number: 880						
Series number: 1										Interval time: 10 Minutes						
Number of measurements in data set: 4193																
Data displayed from: 09:32 - 17.Jan-12 To: 12:12 - 15.Feb-12																
	Current speed groups													Total flow		Max curr
	1	3	4	5	6	8	10	15	25	50	75	100	Sum%	m³/m²	%	
0	133	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.4	854	1.7	1.2
15	122	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.4	894	1.8	2.0
30	107	23	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.1	875	1.8	4.0
45	139	42	5	6	2	4	0	0	0	0	0	0	4.7	1808	3.6	7.2
60	89	46	13	5	2	4	0	0	0	0	0	0	3.8	1657	3.3	7.2
75	83	47	15	17	18	24	7	4	7	0	0	0	5.3	4824	9.7	21.6
90	77	46	14	16	11	12	12	5	82	5	0	0	6.7	14333	28.8	25.6
105	156	57	22	23	14	12	1	2	29	0	0	0	7.5	7643	15.3	24.8
120	103	15	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2.9	839	1.7	4.8
135	144	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.7	965	1.9	2.2
150	156	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.8	977	2.0	2.4
165	209	11	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5.3	1406	2.8	4.2
180	291	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.1	1799	3.6	1.6
195	388	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.6	2432	4.9	1.4
210	254	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.4	1638	3.3	2.2
225	124	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.5	954	1.9	2.6
240	58	12	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1.7	539	1.1	4.2
255	50	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	454	0.9	3.8
270	52	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.4	368	0.7	3.2
285	87	20	5	8	1	1	0	0	0	0	0	0	2.9	1165	2.3	6.2
300	116	20	3	4	1	0	0	0	0	0	0	0	3.4	1093	2.2	5.6
315	110	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	744	1.5	2.8
330	105	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.6	665	1.3	1.6
345	147	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.5	882	1.8	1.0
Sum%	78.7	11.0	2.1	2.0	1.2	1.4	0.5	0.3	2.8	0.1	0.0	0.0		49808		25.6



6.4 Vedlegg 4: Statistisk data 15 m 2012

Oppsummering av statistiske data for strømmålingene på 15 m dybde på lokaliteten Mundal. Måleperiode: 17.1.2012- 15.1.2012. Antall målinger: 4193. Intervalltid: 10 min.

STATISTICAL SUMMARY

File name: Mundal 15 m 15.2.SD6

Series number: 1

Number of measurements in data set: 4193

Data displayed from: 09:32 - 17.Jan-12 To: 12:12 - 15.Feb-12

Ref. number: 880

Interval time: 10 Minutes

	Total	East / west	North / south
Mean current speed (cm/s)	2,0	1,5	0,9
Variance (cm/s) ²	12,454	12,777	0,455
Standard deviation (cm/s)	3,529	3,575	0,674
Mean standard deviation	1,782	2,311	0,779
Maximum current velocity	25,6		
Minimum current velocity	0,4		
Significant max velocity	3,9		
Significant min velocity	1,0		



6.5 Vedlegg 5: Strømaktivitet 5 m 2011

Oversikt over strømaktiviteten i alle 15 graders kompassretninger på 5 m dybde for lokaliteten Mundal. Måleperiode: 22.9.2011-26.10.2011. Antall målinger: 4898. Intervalltid: 10 min.

CURRENT SPEED / DIRECTION MATRIX																
File name: Mundal 5m.SD6														Ref. number: 1059		
Series number: 1														Interval time: 10 Minutes		
Number of measurements in data set: 4898																
Data displayed from: 08:21 - 22.Sep-11 To: 08:31 - 26.Oct-11																
	Current speed groups													Total flow		Max curr
	1	3	4	5	6	8	10	15	25	50	75	100	Sum%	m ³ /m ²	%	
0	93	45	7	1	1	3	0	0	0	0	0	0	3.1	1369	1.0	7.8
15	140	96	10	12	5	5	0	6	0	0	0	0	5.6	3130	2.4	15.0
30	192	181	24	7	18	7	3	7	4	0	0	0	9.0	5753	4.4	21.2
45	206	250	45	45	29	34	30	18	8	7	0	0	13.7	13886	10.5	41.4
60	140	166	53	34	32	66	65	99	99	31	4	0	16.1	39420	29.9	55.4
75	99	118	32	27	23	49	34	73	46	45	1	0	11.2	28004	21.3	52.2
90	78	91	21	16	13	32	12	7	8	6	0	0	5.8	7397	5.6	38.2
105	81	52	7	4	3	3	0	1	0	0	0	0	3.1	1549	1.2	10.4
120	54	36	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1.9	782	0.6	6.8
135	50	24	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1.6	614	0.5	5.4
150	46	14	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.3	456	0.3	3.4
165	50	22	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	581	0.4	4.0
180	41	18	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1.3	521	0.4	4.8
195	46	50	10	5	3	9	10	4	0	0	0	0	2.8	2471	1.9	12.6
210	27	35	10	5	11	14	19	15	5	0	0	0	2.9	4452	3.4	21.4
225	15	16	2	6	6	17	13	18	7	0	0	0	2.0	4142	3.1	22.6
240	20	5	4	9	4	12	5	11	2	0	0	0	1.5	2447	1.9	17.2
255	22	17	7	7	5	9	8	9	5	1	0	0	1.8	3040	2.3	25.6
270	38	30	13	13	8	13	8	9	6	0	0	0	2.8	3707	2.8	20.0
285	48	37	6	5	5	4	7	2	3	0	0	0	2.4	2184	1.7	22.6
300	41	29	4	2	2	6	3	2	2	0	0	0	1.9	1574	1.2	20.4
315	44	20	3	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1.4	724	0.5	16.0
330	72	49	5	4	3	3	1	14	1	0	0	0	3.1	2555	1.9	17.4
345	54	48	2	0	0	2	0	1	0	0	0	0	2.2	929	0.7	10.4
Sum%	34.6	29.6	5.7	4.2	3.5	5.9	4.5	6.1	4.0	1.8	0.1	0.0		131687		55.4



6.6 Vedlegg 6: Statistisk data 5 m 2011

Oppsummering av statistiske data for strømmålingene på 5 m dybde på lokaliteten Mundal.
Måleperiode: 22.9.2011-26.10.2011. Antall målinger: 4898. Intervalltid: 10 min.

STATISTICAL SUMMARY

File name: Mundal 5m.SD6

Series number: 1

Number of measurements in data set: 4898

Data displayed from: 08:21 - 22.Sep-11 To: 08:31 - 26.Oct-11

Ref. number: 1059

Interval time: 10 Minutes

	Total	East / west	North / south
Mean current speed (cm/s)	4,5	3,8	1,9
Variance (cm/s) ²	40,487	36,850	5,927
Standard deviation (cm/s)	6,363	6,070	2,435
Mean standard deviation	1,420	1,607	1,298
Maximum current velocity	55,4		
Minimum current velocity	0,2		
Significant max velocity	10,6		
Significant min velocity	1,0		



6.7 Vedlegg 7: Strømaktivitet 15 m 2011

Oversikt over strømaktiviteten i alle 15 graders kompassretninger på 15 m dybde for lokaliteten Mundal. Måleperiode: 22.9.2011-26.10.2011. Antall målinger: 4899. Intervalltid: 10 min.

CURRENT SPEED / DIRECTION MATRIX

File name: Mundal 15m.SD6

Ref. number: 1317

Series number: 1

Interval time: 10 Minutes

Number of measurements in data set: 4899

Data displayed from: 08:21 - 22.Sep-11 To: 08:41 - 26.Oct-11

	Current speed groups													Total flow		Max
	1	3	4	5	6	8	10	15	25	50	75	100	Sum%	m³/m²	%	
0	72	24	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2.0	644	0.9	4.6
15	86	59	11	4	0	1	2	3	0	0	0	0	3.4	1838	2.6	14.4
30	85	77	37	16	9	11	8	16	1	0	0	0	5.3	5144	7.3	15.6
45	63	51	32	26	26	31	4	3	0	0	0	0	4.8	4944	7.0	11.8
60	57	56	31	48	24	44	8	0	0	0	0	0	5.5	6029	8.5	10.0
75	74	60	28	40	33	54	8	0	0	0	0	0	6.1	6646	9.4	9.4
90	109	93	30	34	26	29	10	1	0	0	0	0	6.8	5938	8.4	10.4
105	160	99	17	18	7	11	1	0	0	0	0	0	6.4	3614	5.1	8.4
120	165	70	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5.0	1948	2.7	5.0
135	157	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.3	1440	2.0	2.8
150	164	49	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.4	1512	2.1	3.6
165	146	55	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	4.2	1537	2.2	14.6
180	90	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.9	1050	1.5	2.8
195	111	77	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.9	1502	2.1	4.0
210	99	89	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4.0	1756	2.5	5.0
225	46	98	33	23	7	7	0	0	0	0	0	0	4.4	3274	4.6	7.8
240	53	107	44	35	28	34	10	14	0	0	0	0	6.6	7463	10.5	14.2
255	36	66	20	31	28	29	3	7	1	0	0	0	4.5	5237	7.4	15.2
270	36	49	16	25	23	14	7	3	0	0	0	0	3.5	3786	5.3	12.2
285	36	42	8	7	8	13	1	0	0	0	0	0	2.3	1883	2.7	8.2
300	87	24	6	4	5	3	0	0	0	0	0	0	2.6	1297	1.8	8.0
315	104	23	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2.6	900	1.3	6.4
330	104	19	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2.6	904	1.3	6.8
345	71	21	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1.9	608	0.9	4.2
Sum%	45.1	28.9	6.8	6.6	4.6	5.8	1.3	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0		70894		15.6



6.8 Vedlegg 8: Statistisk data 15 m 2011

Oppsummering av statistiske data for strømmålingene på 15 m dybde på lokaliteten Mundal. Måleperiode: 22.9.2011-26.10.2011. Antall målinger: 4899. Intervalltid: 10 min.

STATISTICAL SUMMARY

File name: Mundal 15m.SD6

Series number: 1

Number of measurements in data set: 4899

Data displayed from: 08:21 - 22.Sep-11 To: 08:41 - 26.Oct-11

Ref. number: 1317

Interval time: 10 Minutes

	Total	East / west	North / south
Mean current speed (cm/s)	2,4	1,9	1,1
Variance (cm/s) ²	4,799	4,411	1,242
Standard deviation (cm/s)	2,191	2,100	1,115
Mean standard deviation	0,908	1,093	0,988
Maximum current velocity	15,6		
Minimum current velocity	0,0		
Significant max velocity	4,9		
Significant min velocity	1,0		



6.9 Vedlegg 9: Bølgedata

Beregnet effektiv strøklengde, 10- og 50- års vindfart, 10- og 50-års signifikant bølgehøyde med tilhørende pikperiode og maksimal bølgehøyde I ulike retninger for lokaliteten Mundal (Notat - Rådgivende Biologer).

								10- års bølge			50- års bølge			
Sektor	Hovud retning	Grader		Strøk- lengde breidde		Effektiv strøklengd	Vindfart		Signif. bølgehøgde	Pik- periode	Bølge- høgde	Signif. bølgehøgde	Pik- periode	Bølge- høgde
nr		frå	til	F (m)	W (m)	Fe (m)	10 år	50 år	Hs	Tp	Hmax	Hs	Tp	Hmax
1	N	348,75	11,25	150	5500	150	24,7	27,4	0,23	1,10	0,44	0,26	1,15	0,50
2	NNØ	11,25	33,75	150	2500	150	20,6	22,8	0,18	1,02	0,35	0,21	1,06	0,40
3	NØ	33,75	56,25	200	2300	200	16,5	18,3	0,16	1,02	0,31	0,18	1,07	0,35
4	ØNØ	56,25	78,75	500	2000	500	19,2	21,3	0,31	1,48	0,58	0,35	1,54	0,66
5	Ø	78,75	101,25	3000	1400	1998	22,0	24,3	0,73	2,48	1,38	0,82	2,58	1,56
6	ØSØ	101,25	123,75	2300	1300	1680	24,7	27,4	0,77	2,45	1,46	0,87	2,56	1,66
7	SØ	123,75	146,25	2000	1100	1443	27,5	30,4	0,81	2,44	1,54	0,92	2,54	1,75
8	SSØ	146,25	168,75	1700	3200	1700	27,5	30,4	0,88	2,57	1,67	1,00	2,68	1,90
9	S	168,75	191,25	1750	2300	1671	27,5	30,4	0,87	2,56	1,66	0,99	2,67	1,88
10	SSV	191,25	213,75	5000	1600	2678	27,5	30,4	1,10	2,99	2,10	1,25	3,12	2,38
11	SV	213,75	236,25	5000	1800	2880	27,5	30,4	1,15	3,07	2,18	1,30	3,20	2,47
12	VSV	236,25	258,75	2700	1750	2088	27,5	30,4	0,98	2,76	1,85	1,11	2,87	2,10
13	V	258,75	281,25	1200	2000	1197	27,5	30,4	0,74	2,29	1,40	0,84	2,39	1,59
14	VNV	281,25	303,75	250	5000	250	27,5	30,4	0,34	1,36	0,64	0,38	1,42	0,73
15	NV	303,75	326,25	200	7500	200	27,5	30,4	0,30	1,26	0,57	0,34	1,32	0,65
16	NNV	326,25	348,75	150	1500	150	26,1	28,9	0,25	1,12	0,47	0,28	1,17	0,53



6.10 Vedlegg 10: Kontrollberegning

Lokalitetsnavn: Eikebæråne

Posisjon N60°33,806', Ø5°21,181'

Kommune (referanse vind)

Retninger	SV
Multiplikasjonsfaktor	1,85
V_{REF}:	26
C_{RET}:	1
Korr. (h.o.h): 117%:	1,17
Korr. kyst.avst: x75%:	0,75
V_b:	22,82

Beregning av signifikant bølgehøyde:

Retninger	SV
U (Vindfart) (m/s)	22,82
F (Strøklengde) (m)	6568
U_A (Justert vindfart) (m/s)	33,2559632
F opphøyd i 0,5	81,0451699
"faktor"	5,112E-04
Signifikant bølgehøyde, H_s (m)	1,38

Beregning av pikperiode:

Retninger	SV
Strøklengde, F (m)	6568,32
Justert vindfart, U_A (m/s)	33,26
"omregningsfaktor"	6,238E-02
Omregning: (U_A x F)	218435,794
Omregning: row25^1/3	60,224694
Pikperiode, T_p (m)	3,75681641

Spisshetsparameter:

Retninger	SV
Spisshetsparameter:	3,91

Referansevindhastighet, V_{REF}, for kommune

Komm.nr.	Kommune	V _{REF} [m/s]	Fylke					
	Lindås	26	Hordaland					
Hordaland								
Vind, retningsfaktoren, C _{RET}								
Retning	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
R-faktor	0,9	0,6	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0
Retninger som ligger mellom de som er oppgitt i tabell kan beregnes vha. aritmetisk middelværdi ((a+b)/2)								