

2013

Rapport – Lokalitetsundersøkelse etter NS9415:2009

Lokalitet: Hidlekjerringa

Dokumentnummer: LR-12016-0111

Revisjon: 0



Rapporttittel: Lokalitetsundersøkelse – Hidlekjerringa etter NS9415:2009

Lokalitetsnavn: Hidlekjerringa	Lokalitetsnummer: 33797	Kommune: Strand	Fylke: Rogaland
-----------------------------------	----------------------------	--------------------	--------------------

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

Oppdragsgiver: Bremnes Seashore AS	Org.nummer: 836597702	Kontaktperson: Ernst Olav Helgesen
---------------------------------------	--------------------------	---------------------------------------

Dato for utførelse: 18.12.2013 Status: EK	Prosjektnummer: 0111	Distribusjon: Ingen uten tillatelse fra kunde eller ansvarlig org. enhet	Kundenummer: 12016
---	-------------------------	---	-----------------------

Dokumentnummer: LR – 12016-0111	Antall sider: 39	Rev.: Erstatter:	0 -	Dato for revisjon:
------------------------------------	---------------------	---------------------	--------	--------------------

Akvasafe AS Adresse: Organisasjonsnummer: Nettside: E-post: Telefon:	Hjellestadveien 313, Pb. 55, 5814 Bergen 997935187 www.akvasafe.no ingve@akvasafe.no 468 12 632
---	---



Innholdsfortegnelse

1	Sammendrag	5
2	Innledning	7
2.1	Oppdrag	7
2.2	Område, beskrivelse av lokalitet og anlegg	7
3	Metode	10
3.1	Bølger	10
3.2	Vindhastighet	10
3.3	Effektiv strøklengde	10
3.4	Havdønninger.....	10
3.5	Andre bølgeforhold på lokaliteten.....	11
3.6	Ispåvirkninger.....	11
3.7	Beskrivelse av vanndybder, bunntyper og topografi	12
3.8	Strømhastighet	12
3.8.1	Generelt	12
3.8.2	Valg av metode for fastsettelse av strømhastighet	13
3.8.3	Ulike strømtyper	14
4	Instrumenter og dokumentasjon	15
4.1	Strømmåling.....	15
4.2	Bunnundersøkelser	17
4.3	Kart.....	17
4.4	Vinddata.....	17
4.5	Bølgedata	18
4.6	Tidevannsnivå	18
4.7	Is.....	18
4.8	Dataredigering, datakvalitet og kvalitetskontroll	18
4.8.1	Strøm.....	18
4.8.2	Bølger	19
4.8.3	Kvalitetskontroll	19
5	Resultat	20
5.1	Lokalvindgenererte bølger.....	20



5.2	Havdønninger.....	20
5.3	Andre bølgeforhold på lokaliteten.....	21
5.3.1	Kombinertbølger	21
5.3.2	Skipsgenererte bølger, bølgetog og bølgerrefleksjon	21
5.3.3	Interaksjon mellom bølge og strøm	21
5.4	Totalbølge	21
5.5	Tidevann.....	22
5.6	Ispåvirkninger.....	22
5.6.1	Nedising	25
5.6.2	Drivis og innfrysning.....	25
5.7	Beskrivelse av vanndybde, bunntype og topografi.....	26
5.8	Strømhastighet	26
5.8.1	Tidevannsstrøm.....	27
5.8.2	Vindgenerert overflatestrøm	27
5.8.3	Utbrudd fra kysstrømmen.....	27
5.8.4	Oppstuingsstrøm.....	28
5.8.5	Vårflom på grunn av snø- og ismelting.....	28
5.8.6	Konklusjon strøm	28
6	Referanser	29
7	Vedlegg.....	30
7.1	Vedlegg 1: Strømkraftaktivitet 5 m	30
7.2	Vedlegg 2: Statistiske data 5 m	31
7.3	Vedlegg 3: Diagram maksstrøm og retning 5 m	32
7.4	Vedlegg 4: Strømkraftaktivitet 15 m	33
7.5	Vedlegg 5: Statistiske data 15 m.....	34
7.6	Vedlegg 6: Diagram maksstrøm og retning 15 m	35
7.7	Vedlegg 7: Bølgeberegning for alle 8 retninger	36
7.8	Vedlegg 8: Spesifikasjoner for strømmåler.....	37
7.9	Vedlegg 9: Vindretning og vindhastighet i strømmålingsperioden.....	39



1 Sammendrag

Kartkoordinater	Fiskeridirektoratet (senter):	59° 04.037N - 5° 50.363Ø		
	GPS (senter):	59° 04.037N - 5° 50.363Ø		
Vindforhold	Referansevindfart U (m/s):	Returperiode 10 år	Returperiode 50 år	
		23	26	
	Stedsvindhastighet hhv 10 og 50 år, beregnet (m/s):	Returperiode 10 år	Returperiode 50 år	
		N:	24,4	N: 27,6
		NØ:	21,8	NØ: 24,9
		Ø:	24,5	Ø: 28,1
		SØ:	23,9	SØ: 26,2
		S:	23,0	S: 25,2
		SV:	23,6	SV: 26,9
		V:	25,5	V: 29,2
NV:	26,2	NV: 28,8		
Lokalvindgenererte bølger	Er vindbølger målt eller beregnet):	Beregnet, STWAVE		
	Måleperiode start (dd.mm.åå):			
	Måleperiode slutt (dd.mm.åå):			
	Hs (0-7), meter:	10 år: 0,7	50 år: 0,8 ¹	
	Tilhørende Tp (s), (1-10):	10 år: 4,2	50 år: 4,3	
	Retning for høyeste Hs (grader):	150°		
	Effektiv strøklengde for høyeste Hs (km) (1-40):			
Havbølger	Målt eller beregnet:			
	Opptredende:	Nei		
	Måleperiode start (dd.mm.åå):			
	Måleperiode slutt (dd.mm.åå):			
	Største Hs (m) (0-7):	10 år:	50 år:	
	Tilhørende Tp (7-16):	10 år:	50 år:	
Total bølge	Største Hs (m) (0-7):	10 år: 0,7	50 år: 0,8 ²	
Kombinert sjøtilstand	Bølgerefleksjon:	Kritisk: nei		
	Kryssende bølgetog:	Kritisk: nei		
	Skipsgenererte bølger:	Mindre bølger fra skipstrafikk som er vurdert ubetydelig		
	Andre kombinasjoner:	Kritisk: Nei		
	Er det tatt referansesjekk	Nei		

¹ Se vedlegg 7 for beregning av bølger for alle retningene.

² Se vedlegg 7



	med kjentfolk?		
Bunnkartlegging	Kartleggingsmetode:	Er en ny lokalitet. Bunnscann er foretatt. ROV undersøkelse må tas i forbindelse med A-sertifikat.	
	Terrengtype bunn:	Skrånende mot øst-sørøst	
	Bunntype:		
Bunntopografi	Dybde GPS referanse (m):	Ca. 100	
	Dybder lokalitetsområde (m):	Ca. 20-180	
	Terskelforhold:	Nei	
	Generelt:		
Opplysninger om strøm	Måling i 1 år og bruk av langtidsstatistikk:		
	Måling av strøm i 1 mnd.:	Ja	
	Bruk av tidligere strømmålinger:	Nei	
	Koordinater målestед:	59° 04.002N - 5° 50.374Ø	
	Måleperiode start (dd.mm.åå):	07.02.2013	
	Måleperiode slutt (dd.mm.åå):	19.03.2013	
	Målertype:	Doppler profilmåler	
	Maksimal strømhastighet på 5 m (m/s):	0,546	
	Retning for maksimal strømhastighet på 5 m (grader):	192° (Rådata, 01.03.2013)	
	Maksimal strømhastighet på 15 m (m/s):	0,310	
	Retning for maksimal strømhastighet 15 m (grader):	200° (Rådata, 16.02.2013)	
Dimensjonerende strøm	Strømhastighet 5 m (m/s):	10 år: 0,90	50 år: 1,01
	Strømhastighet 15 m (m/s):	10 år: 0,51	50 år: 0,57
Nedising	Sjøsprøyt is (cm/t):	Middels 1,2-1,3	Beregningsmetode: Overland
	Fare for drivis:	Nei	
	Fare for infrysning/sjøis:	Nei	

2 Innledning

2.1 Oppdrag

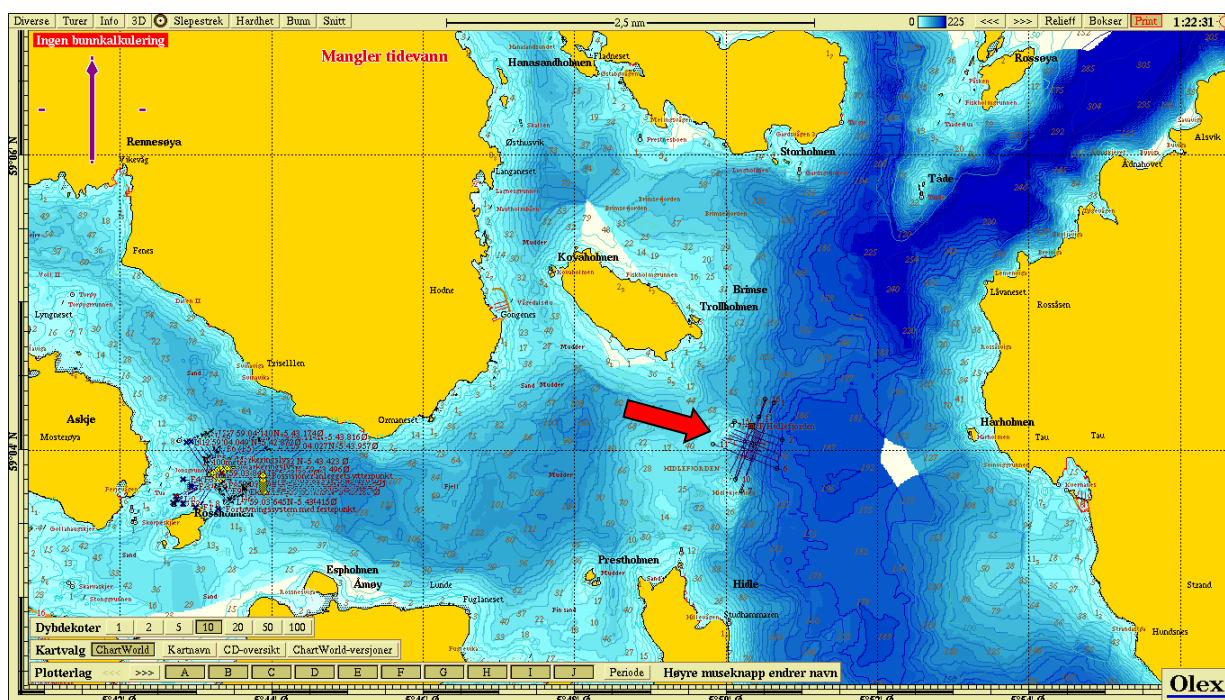
Akvasafe AS har etter oppdrag fra Bremnes Seashore AS utført en lokalitetsundersøkelse etter NS 9415:2009 for lokaliteten Hidlekjerringa.

Akvasafe AS har kontrollert rådata fra strømmålinger (Berge-Haveland, 2013) og innhentet lokalitetsinformasjon fra kjentmann på lokaliteten. Akvasafe AS har i tillegg kontrollert bølgeberegninger utført av Polytec (Segtnan, 2013).

Beskrivelser om lokalitet, metoder, måleinstrumenter og resultater er hentet fra de ulike rapportene. Der endringer og eventuelle rettelser er nødvendig er dette nevnt i rapporten.

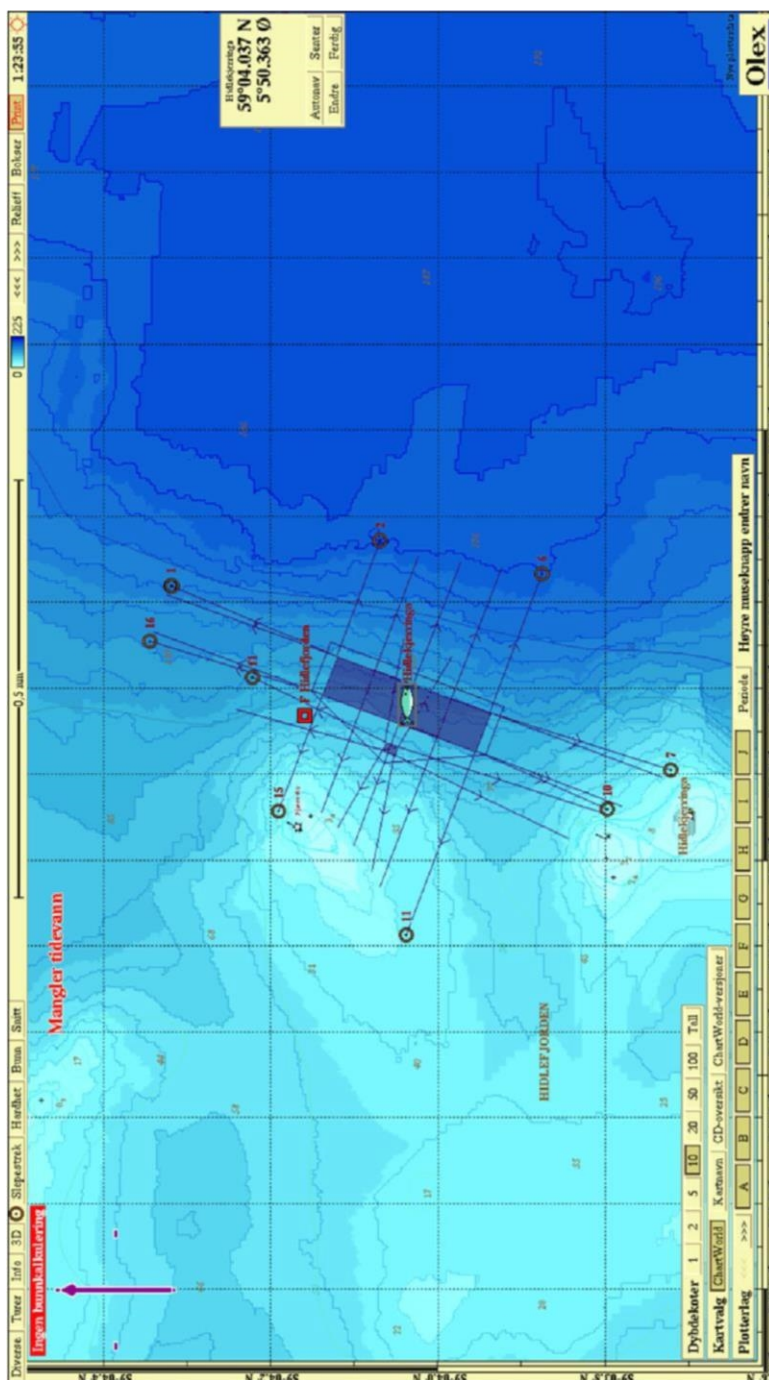
2.2 Område, beskrivelse av lokalitet og anlegg

Lokalitetsundersøkelsen er utført på lokaliteten Hidlekjerringa i Strand kommune i Rogaland. Lokaliteten ligger ved skjæret Hidlekjerringa nordøst for øya Hidle i Hidlefjorden mellom Rennesøy og Tau. Lokaliteten er i hovedsak utsatt for bølger fra retning SØ-S og V. I forhold til de andre retningene er lokaliteten mindre utsatt. Se Figur 1.



Figur 1: Oversiktsbilde av lokalitetsområdet ved Hidlefjorden. Lokaliteten er markert med en rød pil. Akvasafe har innhentet kartutsnittet fra Olex.

Figur 2 viser detaljbilde av lokalitetsområdet med rammefortøyningen. Senter av lokalitetsområdet har GPS koordinater: 59° 04.037'N - 5° 50.363'Ø. Tabell 1 viser sjøkartposisjoner for hjørnene på anlegget.



Figur 2: Kartutsnitt med anlegg og fortøyningsarrangement på lokaliteten ved Hidekjerringa. Akvasafe har innhentet kartutsnittet fra Olex.



Tabell 1: Sjøkartposisjoner for hjørnene på anlegget. Fra Berge-Haveland (2013).

Plassering	Posisjon
NØ	59° 04.137N - 5° 50.384Ø
SØ	59° 04.120N - 5° 50.437Ø
SV	59° 03.937N - 5° 50.342Ø
NV	59° 04.995N - 5° 50.254Ø
Anlegg midtpunkt	59° 04.037N - 5° 50.363Ø

3 Metode

3.1 Bølger

Ifølge 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 $H=H_{maks}=1,9 \times H_s$).

3.2 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 åpen 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):

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

3.3 Effektiv strøklengde

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

Effektiv strøklengde brukes sammen med en vinkelåpning på $\pm 3^\circ$, $\pm 6^\circ$, $\pm 9^\circ$ og $\pm 12^\circ$, det vil si man måler strøklengden for ytterligere 8 retninger i gitt sektor og anvender følgende formel:

$$F_e = \frac{\sum_{i=-12^\circ}^{i=+12^\circ} R_i \times \cos^2 \alpha_i}{\sum_{i=-12^\circ}^{i=+12^\circ} \cos \alpha_i}$$

3.4 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
- Målinger for å fastsette dønninger med returperiode 10 og 50 år.

- Andre anerkjente metoder som kan dokumentere sikkerhet, gyldighet og nøyaktighet.

3.5 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.

Ved beregning av kombinertbølge ($H_{s, tot}$) brukes følgende formel:

$$H_s^{tot} = \sqrt{(H_s^{vind})^2 + (H_s^{hav})^2}$$

For bestemmelse av tilhørende bølgeperiode velges perioden til havbølgen. Denne metoden egner seg også for kombinasjon av flere bølgetog uten at havbølger opptrer.

3.6 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.

3.7 Beskrivelse av vanndybder, bunntyper og topografi

Akvasafe AS vurderer og dokumenterer bunntopografi og -type ved bunnfester og langs fortøyningslinjer ved hjelp av metoder som bunnscann, ROV, digitale kart, ekkolodd og MOM B-undersøkelser. Akvasafe AS gjør oppmerksom på at hensikten med dette kravet er å lage et grunnlag for dimensjonering av fortøyningsystemer samt forhold som vil påvirke valg av type anker, bolt, lodd eller lignende. Videre er hensikten å gi en beskrivelse av bunnen slik at det velges tilstrekkelig med kjetting i områder med berg og steiner og at det ikke blir dimensjonert med tau i områder med stor fare for gnag.

Ved nye lokaliteter skal bunnundersøkelsen utføres ved et bunnscann med et rutenett med størst avstand på 10 x 10 meter. 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. I tillegg skal fortøyningslinjer kontrolleres med ROV.

Ved eksisterende lokaliteter (med anlegg) er det tilstrekkelig å kartlegge bunnforholdene med ROV (jfr. skriv fra Fiskeridirektoratet datert 11.1.2013).

3.8 Strømhastighet

3.8.1 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.

3.8.2 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:

Tabell 2: 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 strømrøsen 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.

3.8.3 Ulike strømtyper

Det finnes ulike typer strøm som påvirker strømbildet på en lokalitet:

- 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 0,5 m/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 intermediaær innstrømming.

Vårflom i forbindelse med snø- og ismelting 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 Instrumenter og dokumentasjon

4.1 Strømmåling

Til strømmålingene ved lokaliteten benyttet Resipientanalyse AS en strømmåler av typen Nortek Profiler 400 (Figur 3).

Head ID: AQP 4368

Board ID: AQD 6664

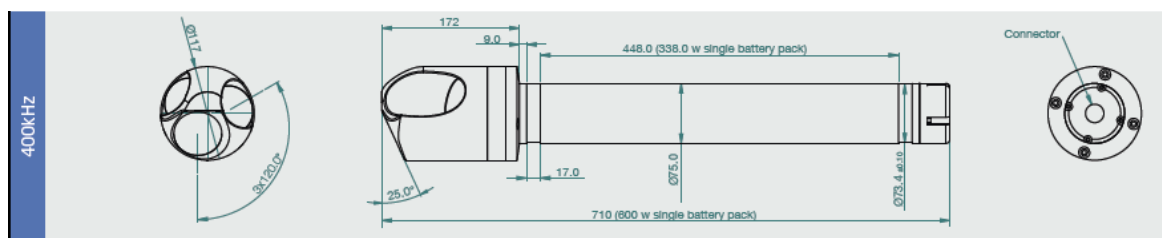
Startdato: 07.02.2013

Sluttdato: 19.03.2013

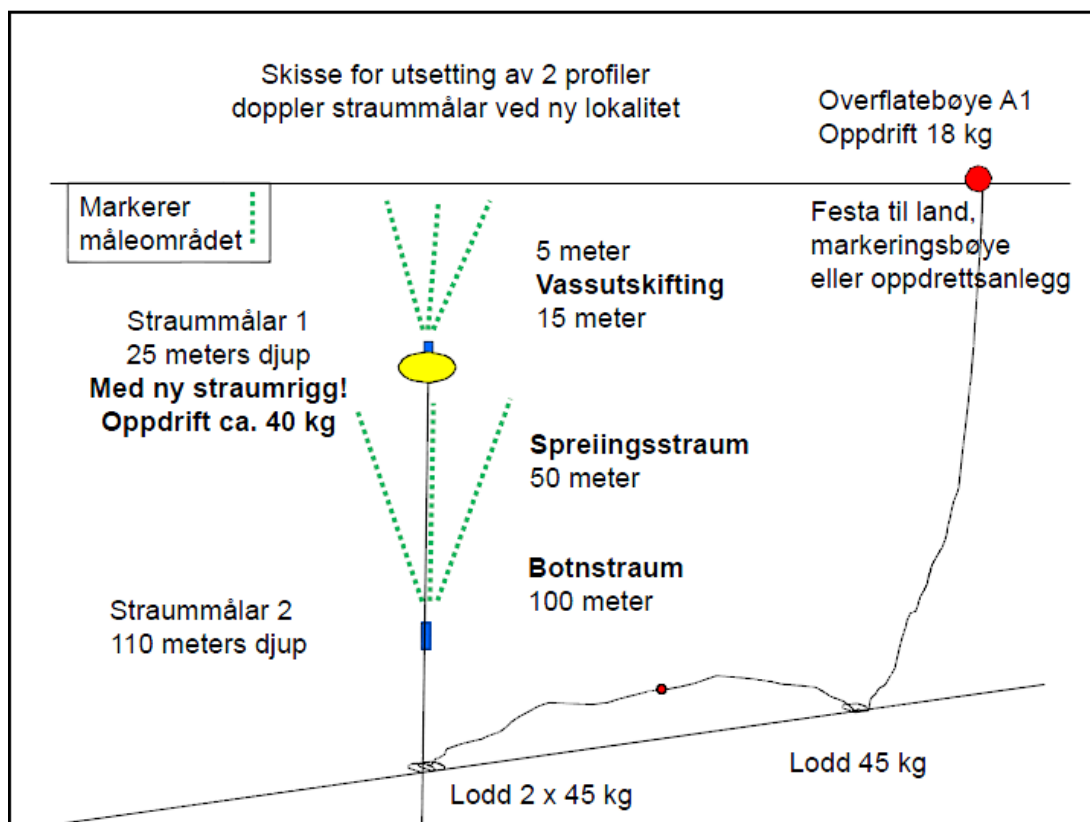
GPS posisjon (måler): 59° 04.002N - 5° 50.374Ø

Leverandøren av målerne er Nortek AS. Måleprinsippet er akustisk registrering av strøm. Tekniske spesifikasjoner for strømmåler er vist i vedlegg 8.

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



Figur 3: Tegning av Nortek 400 kHz profilerende strømmåler



Figur 4: Skisse av strømmålerigg (Berge-Haveland, 2013).

Strømmåleren ble forstøyd med lodd på bunnen. En spesialtilpasset oppdriftsbøye var festet rundt den øvre strømmåleren for å holde den stabil i vertikal posisjon (Figur 4).



4.2 Bunnundersøkelser

Dette er en ny lokalitet hvor anlegg og fortøyninger ikke er utlagt. Akvasafe AS har derfor innhentet en oversikt over bunntopografi ved hjelp av OLEX kart.

Akvasafe AS gjør oppmerksom på at det er krav om at alle lokaliteter skal ha utført ROV undersøkelser ved utlagte fortøyningslinjer. Disse ROV undersøkelsen skal kontrollere at fortøyninger er lagt ut i henhold til fortøyningsanalyse og bekrefte at det er valgt riktig type anker, bolt, lodd eller lignende i forhold til bunntype og topografi. Videre er hensikten å gi en beskrivelse av bunnen slik at det velges tilstrekkelig med kjetting i områder med berg og steiner og at det ikke blir dimensjonert med tau i områder med stor fare for gnag.

4.3 Kart

Det er vist oversiktskart over lokalitetsområdet og plassering av anlegget. Kartene er hentet fra OLEX.

Det er tatt utsnitt fra område ved Hidlefjorden. I tillegg er dybdekoter tegnet inn etter hydrografiske og digitalt sjøkartsystem.

4.4 Vinddata

Vinddata er hentet fra Norsk Standard NS-EN 1991-1-4:2005. Det er beregnet vindhastighet med en returperiode på 10 og 50 år i 8 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.

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

V_B = Basisvindhastighet

V_{REF} = Referansevindhastigheten

C_{REF} = Retningsfaktoren

$C_{\text{ÅRS}}$ = Årsfaktoren

C_{HOH} = 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.

4.5 Bølgedata

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

Dimensjonerende signifikant bølgehøyde er bestemt ut fra effektiv strøklengde og 10 minutters middelvind i 10 meters høyde, og slik at bølgehøyden øker (tilnærmet) proporsjonalt med vindhastigheten og proporsjonalt med kvadratroten av effektiv strøklengde. 50-årsbølgen er bestemt ut fra lokalitetens 50-årsvind. 10-årsbølgen er bestemt ut fra lokalitetens 10-årsvind.

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 på $\pm 12^\circ$ og 3° mellomrom.

Maksimal bølgehøyde er gitt ved:

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

4.6 Tidevannsnivå

Akvasafe AS har hentet data fra nærmeste målestasjon for tidevann. Dataene er innhentet fra Statens Kartverk (Tidevannstabeller for den norske kyst med Svalbard 76. årgang 2013, 2012).

4.7 Is

Opplysninger er innhentet av Polytec og lokal kunnskap fra lokalitetsområdet. Erfaringene er sett i sammenheng med topografi og geografi i området. Vind- og lufttemperaturdata er innhentet fra Meteorologisk Institutt, fra nærmeste værstasjon. I tillegg har Polytec beregnet en teoretisk isningsverdi.

4.8 Dataredigering, datakvalitet og kvalitetskontroll

4.8.1 Strøm

Strømmålere var satt ut, tatt opp, avlest og data lagret av Kystlab AS. Akvasafe AS har gjennomgått rådata fra disse målingene etter intern prosedyre. Den interne prosedyren innebærer:

- Vurdere om strømmåler ble plassert på en representativ måte for å få et riktig bilde av



strømpåvirkning/ få en representativ måling av strømmen i den antatt mest strømutsatte delen av anleggsområdet.

- Sjekke oppgitte posisjoner på strømmåleren. Det skal komme tydelig frem at dataene tilhører den aktuelle lokalitet og målingsperioden.
- Kontrollere varigheten på målingene.
- Kontrollere måledyp.
- Kontrollere mulighet for datakvalitet/feilkilder (f.eks. støy fra båt, feil vinkel på måler, oppdrag av oppdretter, begroning) og beskrivelsen av disse.
- Få innsendt rådata via lesbare filer.
- Rådata skal åpnes opp i tilhørende avlesningsprogram som tilhører strømmåleren.
- Dersom Akvasafe AS ikke har dette programmet skal lisens innhentes.
- Verdier som er oppgitt i rapport av ekstern aktør (dersom det er skrevet strømrappport) skal sjekkes opp mot verdier i rådata.
- Dersom en ikke finner sammenheng mellom rådata og verdier i rapport, skal det bes om dokumentasjon fra ekstern leverandør/via kunde. Dette gjelder spesielt dersom det er tatt bort/filtrert bort verdier manuelt av eksternt selskap.
- Dersom Akvasafe AS finner tilsendt dokumentasjon tilfredsstillende blir dette beskrevet i rapporten.
- I motsatt fall innhenter Akvasafe AS dokumentasjon fra utstyrsleverandør eller rådfører seg med faginstans som har kompetanse til å vurdere data.

Dersom Akvasafe AS ikke finner denne dokumentasjonen tilstrekkelig skal det påpekes at strømmålingen ikke er i henhold til NS9415:2009.

4.8.2 Bølger

Polytec har gjort bølgeberegninger. Andre bølgeforhold vurderes etter skjønn, innhenting av erfaringsdata fra lokalkjente personer eller anerkjente beregningsmetoder der det anses som relevant.

4.8.3 Kvalitetskontroll

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

5 Resultat

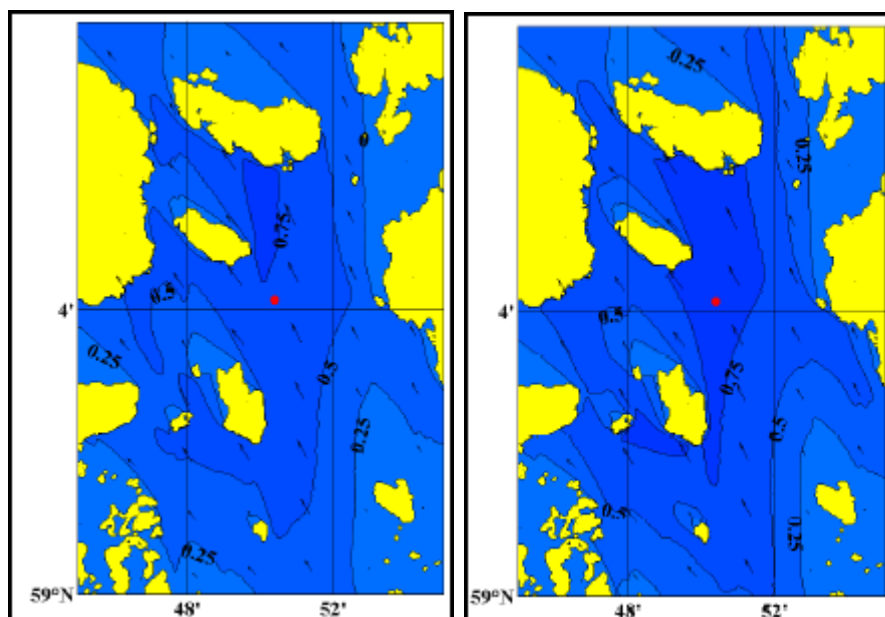
5.1 Lokalvindgenererte bølger

Den sterkeste forventede 10- og 50-års stedsvindhastighet (V_m , m/s) for lokaliteten er henholdsvis 25,5 m/s og 29,2 m/s som er vurdert å komme fra sektoren V.

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. På enkelte lokaliteter vil lokaltopografiske forhold medføre at denne retningsjusteringen blir ukorrekt, som for eksempel inne i fjorder.

Polytec har beregnet lokalvindgenererte bølger med STWAVE (Segtnan, 2013) og brukt vindhastighet fra nærmeste målestasjon, noe som det er en åpning for i NS 9415:2009.

Polytec har konkludert med at den høyeste 10 års bølgen kommer fra sørøst (150°) og har en H_s på 0,7 m med tilhørende T_p på 4,2 s. 50 års bølgen kommer fra samme retning og er vurdert til en H_s på 0,8 m og med en tilhørende T_p på 4,3 s (Figur 5). Se vedlegg 7 for beregning av vindfart og bølger for 8 retninger.



Figur 5: Detaljbilde av bølgeberegning med STWAVE. Signifikant bølgehøyde er vist i forhold til lokalitet (rødt merke) for 10 t.h.) og 50 års returperiode (t.v.).

Akvasafe AS vurderer Polytec sine verdier til å være troverdige og gir et realistisk bilde over vindforholdene på denne lokaliteten. Akvasafe AS legger derfor beregningene til Polytec til grunn.

5.2 Havdønninger

Lokaliteten er ikke utsatt for havdønninger av betydning. Lokaliteten er skjermet i forhold til åpne sektorer. Havbølger har troligvis ikke dimensjonerende betydning for anleggskonstruksjonen.

5.3 Andre bølgeforhold på lokaliteten

5.3.1 Kombinertbølger

Endringer i bølgespektret kan forekomme når havbølger og vindbølger treffes. Dette kan føre til høyere eller forminskede bølger. Havbølger av betydning forekommer ikke på lokaliteten, og kombinasjon av vindgenererte bølger og havbølger kan dermed utelukkes.

5.3.2 Skipsgenererte bølger, bølgetog og bølgerrefleksjon

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

Hidlekjerringa ligger i et område der eksempelvis fiske- og fritidsbåter og brønnbåter utgjør skipstrafikken. Bølger fra denne båttrafikken har relativ liten innvirkning på lokaliteten.

Bølgerrefleksjon oppstår trolig i liten grad. Ut i fra bilder fra Google earth ser det ut som at topografien rundt anlegget består av berg som skråner ned i sjøen. Bølgerrefleksjon som oppstår når bølger treffer land fra sørøst, påvirker derfor trolig bølgespektrumet i liten grad på denne lokaliteten.

Det vil trolig ikke være fare for "effekt av flere bølgetog" ved Hidlekjerringa. De største bølgene kommer fra sørøst, troligvis uten at bølger fra andre himmelretninger samtidig vil kunne influere på bølgehøyden. Dersom det opptrer så er denne faktoren å anse som liten.

5.3.3 Interaksjon mellom bølge og strøm

Strøm kan ha en avgjørende innvirkning på bølgenes form. Strøm som går med bølgene, vil føre til at bølgelengden øker, mens høyden avtar. Det motsatte vil være tilfelle når strømmen går mot bølgene. Forholdene vil gjøre seg særlig gjeldende ved innløpet av en fjord med store tidevannsforskjeller eller stort elvetilsig. Ved Hidlekjerringa kan interaksjonen ha betydning i form av økt bølgehøyde ved utstrømming av smeltevann og/eller tidevann fra Boknafjordssystemet i kombinasjon med 50 års vind fra sørøst som tilsvarer sterk storm.

5.4 Totalbølge

Totalbølge vil være summen av alle bølgekomponenter som er rådende på lokaliteten. Ved Hidlekjerringa er totalbølgen dominert av lokalvindgenererte bølger. Polytec har konkludert med at den høyeste 10 års bølgen har en H_s på 0,7 m med tilhørende T_p på 4,2 s. 50 års bølgen er vurdert til en H_s på 0,8 m og med en tilhørende T_p på 4,3 s. Retning 150°.

Avhengig av konstruksjon vil enten totalbølgen eller komponenter av bølgen være dimensjonerende for konstruksjonen.

5.5 Tidevann

Akvasafe AS har innhentet følgende verdier fra *Tidevannstabeller for den norske kyst med Svalbard 2013, 76. årgang*(2012), korrigert til nærmeste sekundærhavn.

Tabell 3: Tidevannsvariasjon på lokaliteten Hidlekjerringa.

Standardhavn: Stavanger	Sekundærhavn: -	Høyde korreksjon: -
Høyvann	Høyeste observert vannstand	184 cm
	Høyeste astronomiske tidevann (HAT)	111 cm
	Middel spring høyvann (MHWS)	88 cm
Lavvann	Middel spring lavvann (MLWS)	42 cm
	Laveste astronomiske tidevann (LAT)	20 cm
	Laveste observerte vannstand	-17 cm

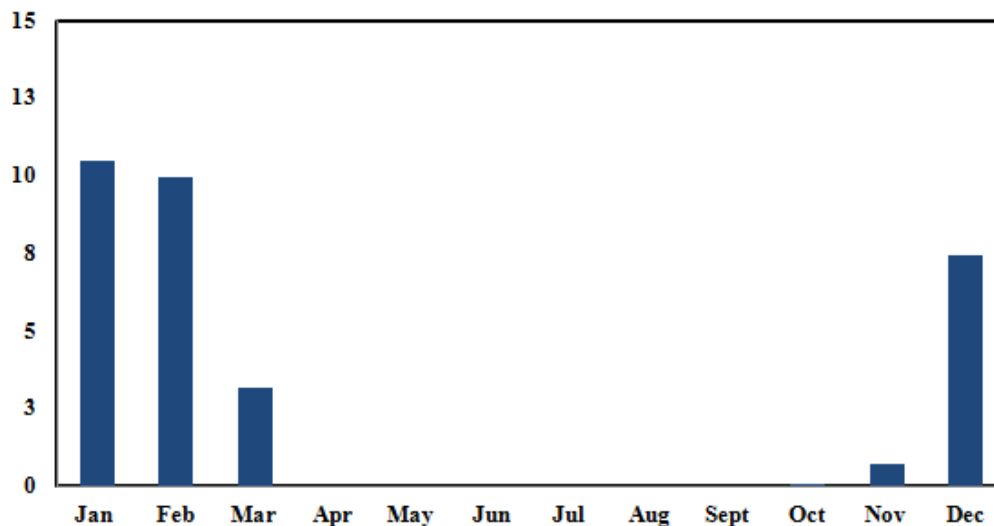
5.6 Ispåvirkninger

Både stål- og platanlegg kan påvirkes av is da flyteoppdriften påvirkes. Dette vil medføre at deler av anlegget kommer under vann(Jensen, 2006). Dersom oppdriften blir redusert blir anlegget utsatt for tvungne deformasjoner, selv om is vil smelte og forsvinne med senking av anlegget. Ifølge Sintef(Jensen, 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. Ising vil kunne oppstå ved lufttemperatur under $-1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ og med vind over 9 m/s og ved en havtemperatur under $7\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Polytec har innhentet verdier fra Meteorologisk Institutt. Polytec har innhentet vindfart og retning samt lufttemperatur fra Galta fra årene 1979-2005.

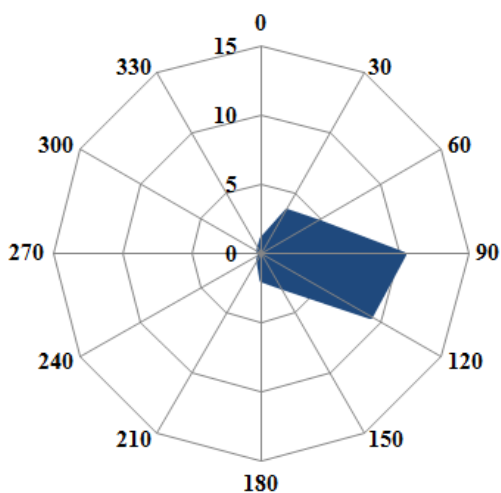
Akvasafe AS mener at ismodellen som er brukt er konservativ og vil gi et tilstrekkelig bilde av nedisingspotensialet.

Sannsynligheten for ising er høyest i januar (Figur 6).



Figur 6: Sannsynlighet av PPR>0 som en funksjon av måned (Polytec).

Sektorsannsynligheten basert på vind retning som resulterer i ising kan bli sett i Figur 7. Sannsynlighet for ising er høyest ved østlig vindretning.

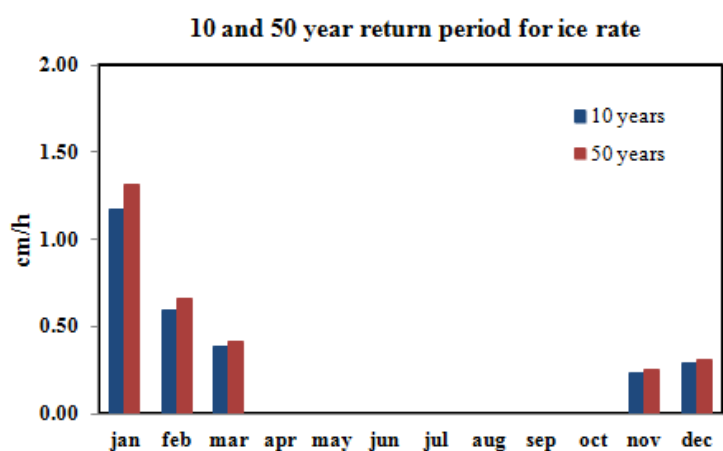


Figur 7: Sannsynlighet for ising i prosent (Polytec).

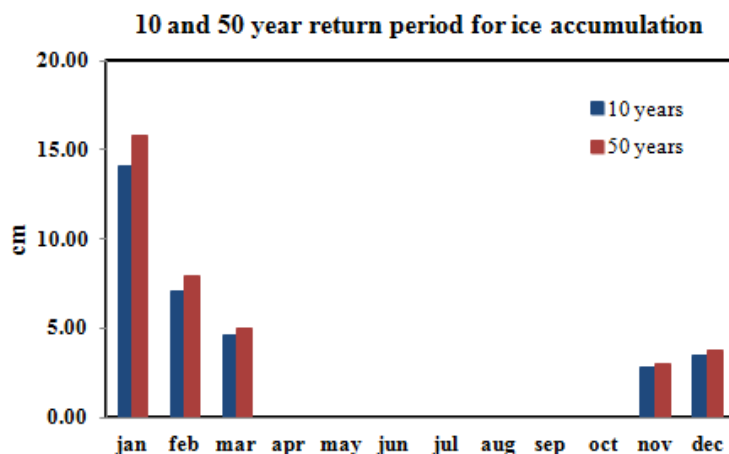
10 og 50 års returperiode for isingsrate og 12 timer akkumulert is er vist i Tabell 4 og Figur 8 og Figur 9.

Tabell 4: 10 og 50 års returperiode (Polytec).

Month	I_{10} [cm h ⁻¹]	I_{50} [cm h ⁻¹]	I_{10}^{acc} [cm]	I_{50}^{acc} [cm]
January	1.2	1.3	14	15.8
February	0.6	0.7	7.1	7.9
March	0.4	0.4	4.6	4.9
April	-	-	-	-
May	-	-	-	-
June	-	-	-	-
July	-	-	-	-
August	-	-	-	-
September	-	-	-	-
October	-	-	-	-
November	0.2	0.2	2.8	3
December	0.3	0.3	3.5	3.7



Figur 8: 10 og 50 års returperiode for ising (cm/time) (Polytec).



Figur 9: 10 og 50 års returperiode for 12 timers akkumulering (cm) (Polytec).



5.6.1 Nedising

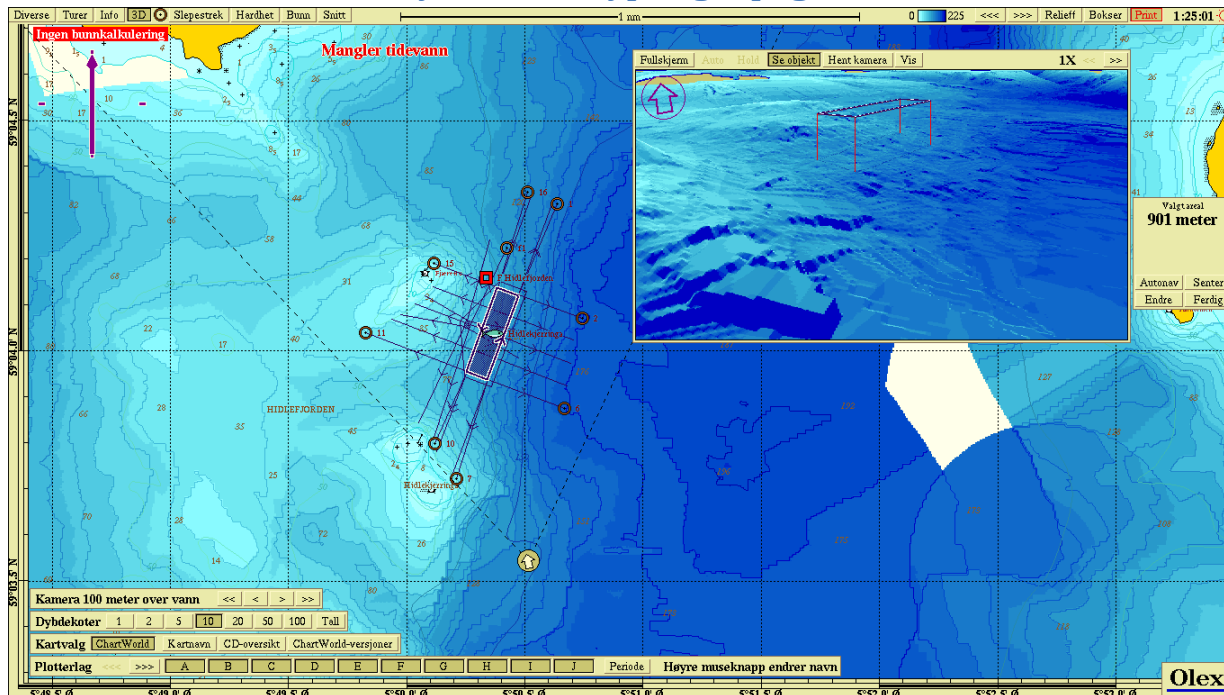
Akvasafe AS har brukt beregningsmetoden for akkumulering av sjøsprøytis for noen risikoperioder på anlegget anbefalt av Overland (1990) og Overland, Pease, Preisendorfer og Comiskey (1986).

Vindhastighet og lufttemperatur er hentet fra Norsk Meteorologisk Institutt fra nærmeste værstasjon (Galta, Rennesøy). Basert på verdiene i Tabell 4, Figur 8 og Figur 9 har Polytec funnet den beregnede isakkumuleringen til å være 1,2-1,3 cm/time (Segtnan, 2013). Denne verdien er etter Akvasafe AS sin mening konservativ.

5.6.2 Drivis og innfrysning

Ut i fra meteorologiske data og lokal kunnskap er det ikke fare for innfrysning ved lokaliteten, da vannmassene i området har høy salinitet og lokaliteten ligger eksponert til langt ute i fjordsystemet. I de ekstreme tilfeller hvor det vil forekomme drivis fra områder lenger inn i fjordene, vil strømmen drive bort flakene fra anleggsområdet (Segtnan, 2013).

5.7 Beskrivelse av vanndybde, bunntype og topografi



Figur 10: Dybder og bunntopografi ved lokaliteten (Olex).

Ut i fra Olex kart varierte dybden under anlegget fra ca. 90-120 meter. Topografiske bunnkart viser en raskt økende dybde fra ca. 20 til ca. 180 meter fra Fjæreflua og Hidlekjerringa mot øst i anleggsområdet (Figur 10). Store uregelmessigheter, som store steiner, bergrygger, sprekker eller større gjenstander kan ikke sees ut fra de foreliggende kartutsnitt.

Valg av materialer til fortøyninger må vurderes ut fra bunntopografien langs fortøyningslinene Det foreligger ikke dokumentasjon på bunntype i lokalitetsområdet inbefattet fortøyningspunkter. Akvasafe AS påpeker at i henhold til NS 9415:2009 skal bunnundersøkelsen ved nye lokaliteter utføres ved et bunnsdann med et rutenett med størst avstand på 10 x 10 meter. Bunnnybde i relevant areal for det flytende oppdrettsanlegget, innbefattet fortøyningen, skal kartlegges.

I tillegg påminner Akvasafe AS om at fortøyningslinjer skal kartlegges med ROV i forbindelse med anleggssertifikat.

5.8 Strømhastighet

Strømmålerne ble plassert av Resipientanalyse AS for å få en representativ måling av strømmen sentralt i anleggsområdet. Rådata fra strømmålingene er gjennomgått og kontrollert i framstilling av data til rapporten. Kvalitetsvurdering av måledataene fra strømmålingene er foretatt og tyder på at de er troverdige og at målingene ikke har blitt påvirket av feilkilder i måleperioden.

Strømmen på 5 meter hadde en gjennomsnittsfart på 10 cm/s, som er den statistiske middelværdien for alle målingene. Maksimal strømfart ble målt til 54,6 cm/s mot sør. Signifikant maksimalverdi var 19

cm/s, mens signifikant minimumsverdi var 4 cm/s. Ut i fra maksimalstrøm og antall målinger, går strømmen på 5 meter i hovedsak i sør-sørvestlig retning.

Strømmen på 15 meter hadde en gjennomsnittsfart på 7 cm/s, som er den statistiske middelerdien for alle målingene. Maksimal strømfart ble målt til 31,0 cm/s mot sør. Signifikant maksimalverdi var 13 cm/s, mens signifikant minimumsverdi var 5 cm/s. Ut i fra maksimalstrøm og antall målinger, går strømmen på 15 meter i hovedsak i sør-sørvestlig retning.

5.8.1 Tidevannsstrøm

Lokaliteten ligger i Hidlefjorden ved innløpet til Fognafjorden, og typisk for en fjordlokalitet er at tidevannsstrømmen er lavest ved høyvann og lavvann og sterkest midt i mellom. Tidevannsamplituden er liten i dette området av landet, og den rene tidevannsstrømmen forventes ikke å være sterk. Hovedstrømretningen går i sør- nord-østlig retning. Det er mønster med to strømtopper i døgnet og en tendens til skiftende retninger mellom toppene. Det var noen mindre strømtopper ved nymåne 10.02.2013 og 11.03.2013, men ikke ved fullmåne, 25.02.2013. Strømmen er til dels dybdekonstant.

Strømfarten vil bli påvirket og vil øke ved batymetriske og topografiske innsnevring (i.e. grunner, nes og terskler), mens den vil minke ved batymetriske og topografiske utvidinger (dype områder og bukter). Anleggsområdet ligger mellom to skjær i en skråning mot øst. Det er trolig ikke usannsynlig at tidevannsstrømmen sin hastighet endres nær anleggsområdet.

Tidevannsstrøm har derfor trolig moderat betydning for det totale strømbildet på lokaliteten.

5.8.2 Vindgenerert overflatestrøm

De lengste strøkene kommer fra sørøstlig sektor, men det er også lange strøk fra sør og nordøst. Vind fra disse retningene kan bidra til øket strømhastighet i overflatelagene. Dette vil være spesielt gjeldende ved 5 meter. Dette ser en på samvariasjonen mellom styrke og retning på strøm og vind i måleperioden. Ved strømtoppene i begynnelsen på mars på 5 meter som går mot sør, var det nordvestlig frisk bris med stiv kuling i kastene, og ved strømtoppene mot nord i slutten på måleperioden var det sterk sørøstlig vind. Det er derfor trolig at vindgenerert overflatestrøm har en større innvirkning på det totale strømbildet på lokaliteten.

5.8.3 Utbrudd fra kysstrømmen

Utbrudd fra kyststrømmen genereres i Skagerak og vil presse seg innover i fjordsystemet, gjerne litt under overflata (10-20 meter dyp), først nordøstover i Håsteinsfjorden og innover i Kvitsøyfjorden, Byfjorden og Talgfjorden. Strømmålinger i området har avdekket sporadiske pulser av kraftige nordgående strømmer med en varighet på typisk ½ - 1 døgn. SINTEF har dokumentert et slikt utbrudd i Kyststrømmen – beregnet til 280 000 m³/s – som ble registrert i Håsteinfjorden én dag, som et klart hastighetsmaksimum ved Kårstø én til to dager deretter og som en kraftig intermediær innstrømning i 20 m dyp inne i Høgsfjorden enda en dag senere (Stavanger Kommune). Det er imidlertid noe vanskelig å vurdere hvor sterk strøm lokaliteten vil oppleve ved kraftige utbrudd fra kyststrømmen.

5.8.4 Oppstuingsstrøm

Oppstuingsstrøm kan være delaktig i det totale strømbildet på fjordlokaliteter. Det kan være betydelig tilførsel av brakkvann utover i Boknafjordsystemet og fra Høgsfjorden. Denne strømmen er begrenset til typisk 3-4 meters dybde, men den kan være sterk. Vind kan få brakkvansstrømmen til å snu, og disse strømvendingene kan være meget brå. Strømhastighetene er nok gjennomgående sterkere ved strøm innover i fjorden enn ved strøm utover. Men strømhastigheten er avhengig hvor langt det er fra fjordbunnen og ut til lokaliteten. Hidlekjerringa ligger i utløpet til flere fjordsystemer, og det er kanskje Høgsfjorden de sterkeste strømmene vil komme fra ved en oppstuvingsstrøm. Hvorvidt strømmålingene har fanget opp oppstuvingsstrøm er vanskelig å vurdere, men strømtoppene målt på 5 meter ser ikke ut til å ha fanget opp en kortvarig kraftig utoverrettet (nordvestlig) overflatestrøm.

5.8.5 Vårflom på grunn av snø- og ismelting

Det munner ut flere elver utover i Boknafjordsystemet, som kan gi opphav til en utoverrettet brakkvansstrøm i overflatelaget over sprangskiktet. Snøsmeltingen i fjellene skjer noe senere enn tidspunktet strømmålingen er tatt på (mai-juni), men det kan antas at det er en utoverrettet overflatestrøm ved snøsmeltingen på våren. Lokaliteten ligger langt ute i fjordsystemet og det er trolig lite sannsynlig at lokaliteten vil bli utsatt for vårflom av betydelig faktor på grunn av snø og ismelting.

5.8.6 Konklusjon strøm

Tabell 5 viser målte og dimensjonerende strømverdier på 5 m og 15 m med 10- og 50-års returperiode ved lokaliteten. Den høyeste dimensjonerende strømhastigheten med 10- og 50-års returperiode går mot sør og er på henholdsvis 0,90 m/s og 1,01 m/s. Grunnlaget er strømverdier på 5 meters dyp.

Tabell 5: Målte og dimensjonerende strømverdier ved 5 og 15 meter.

Retning mot	5 m			15 m		
	Målt	10 år	50 år	Målt	10 år	50 år
N	0,48	0,79	0,89	0,28	0,46	0,52
NØ	0,30	0,50	0,56	0,25	0,41	0,46
Ø	0,38	0,62	0,69	0,29	0,47	0,53
SØ	0,23	0,38	0,43	0,22	0,37	0,41
S	0,55	0,90	1,01	0,31	0,51	0,57
SV	0,46	0,76	0,85	0,25	0,41	0,46
V	0,18	0,30	0,33	0,20	0,34	0,38
NV	0,29	0,47	0,53	0,15	0,25	0,28
Dato maks:	1.3.2013	Datautvalg		16.2.2013	Datautvalg	
Retning maks:	192°	5743 av 5801		200°	5743 av 5801	
Justeringsfaktor:			1,00			1,00



6 Referanser

Berge-Haveland, F. (2013). *Straummåling lokalitet Hidlekjerringa. Nr. 971*. Bergen: Resipientanalyse AS.

Dam, K. T., Tanimoto, K., Nguyen, B. T., & Akagawa, Y. (2005). Numerical study of propagation of ship waves. *Ocean Engineering* , 350-364.

Guest, P. (2005). Vessel icing. *Mariners Weather Log* , 49 (3), 1-7.

Hasselmann, K., Barnett, T., Bouws, E., Carlson, H., Cartwright, D., Enke, K., et al. (1973). *Measurements of wind-wave growth and swell decay during the Joint North Sea Wave Project (JONSWAP)*. Deutsches Hydrographisches Institut.

Hofmann, H., Lorke, A., & Peeters, F. (2008). The relative importance of wind and ship waves in the littoral zone of a large lake. *Limnol. Oceanogr.* , 368-380.

Jensen, Ø. (2006). *Islaster – isvekst og forslag til tiltak*. SINTEF.

Norsk Standard NS 9415:2009 Flytende oppdrettsanlegg - Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift. (2009). Standard Norge.

Norsk Standard NS-EN 1991-1-4:2005+NA:2009 Eurokode 1: Laster på konstruksjoner - Del 1-4: Almenne laster - Vindlaster. (2009). Standard Norge.

Overland, J. E. (1990). Prediction of vessel icing for near-freezing sea temperatures. *Weather and Climate* , 5, 62-77.

Overland, J. E., Pease, C. H., Preisendorfer, R. W., & Comiskey, A. L. (1986). Prediction of vessel icing. *Climate and Applied Meteorology* , 25, 1793-1806.

Segtnan, O. H. (2013). *Evaluation of extreme wave conditions at Hidlekjerringa, Rogaland. Nr. R11593-R001*. Haugesund: Polytec.

Stavanger Kommune. *KONSEKVENSTREDNING PLAN 2426 Reguleringsplan for utfylling til næringsareal på Buøy- Hundvåg*. Statens Vegvesen.

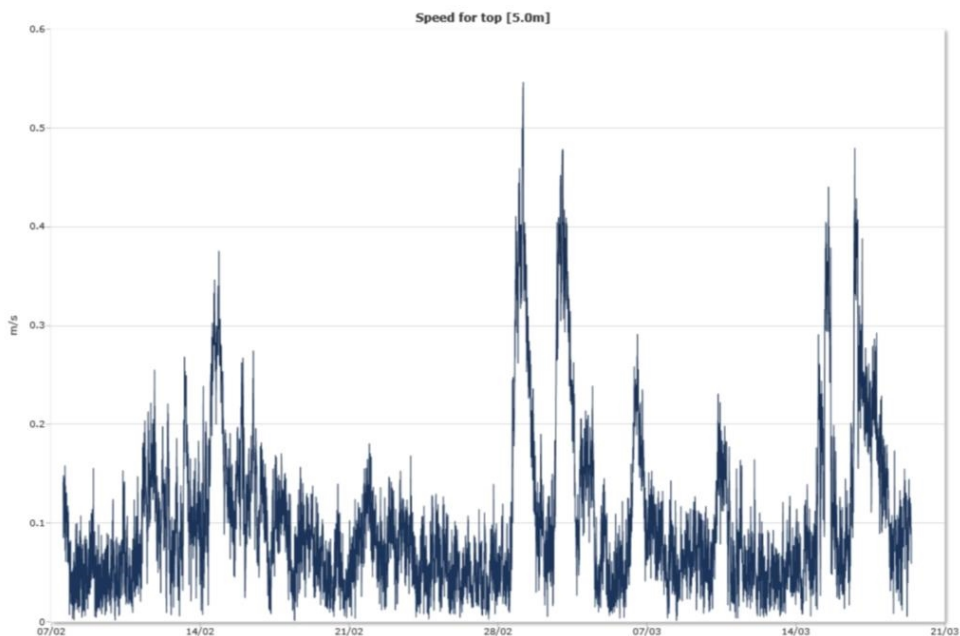
Tidevannstabeller for den norske kyst med Svalbard 76. årgang 2013. (2012). Stavanger: Statens Kartverk.

Økland, K. A. (1981). Inndeling av Norge til bruk ved biogeografiske oppgaver - et revidert Strand-system. *Fauna* , 34, 167-178.

7 Vedlegg

7.1 Vedlegg 1: Strømaktivitet 5 m

Oversikt over strømaktiviteten i alle 15 graders kompassretninger på 5 m dybde for lokaliteten. Måleperiode: 07.02.2013– 19.03.2013. Datautvalg: 5743 av 5801. Intervalltid: 10 min.



		Direction/speed matrix for top [5.0m]																										
m/s	*	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	360	%	Sum	
0.10		106	116	127	129	156	168	171	160	143	122	138	152	209	258	226	224	181	133	125	99	118	115	141	112	63.2	3629	
0.20		48	32	21	32	46	98	125	123	51	30	34	64	115	122	122	102	46	17	13	10	16	53	84	92	26.0	1496	
0.30		31	12	0	5	22	44	19	9	2	0	4	4	49	62	27	2	0	0	0	0	0	16	39	38	6.7	385	
0.40		28	4	0	0	5	8	1	0	0	0	0	0	51	60	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	3.2	181
0.50		4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	22	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.8	48
0.60		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	4
0.70		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0
0.80		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0
%		3.8	2.9	2.6	2.9	4.0	5.5	5.5	5.1	3.4	2.6	3.1	3.9	7.8	9.0	6.6	5.7	4.0	2.6	2.4	1.9	2.3	3.2	4.6	4.7	100.0	100.0	
Sum		217	165	148	166	229	318	316	292	196	152	176	222	450	514	379	328	227	150	138	109	134	184	264	269	1000	5743	



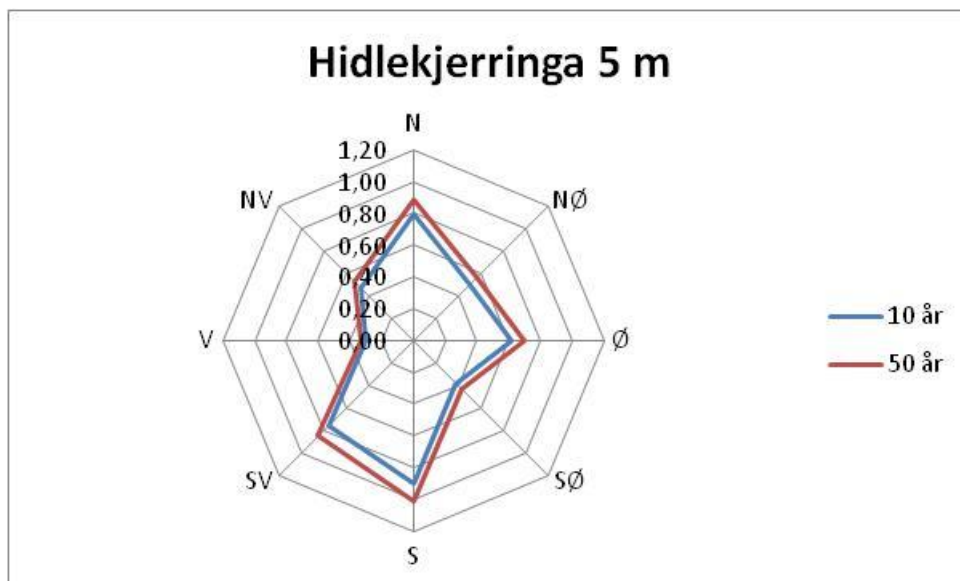
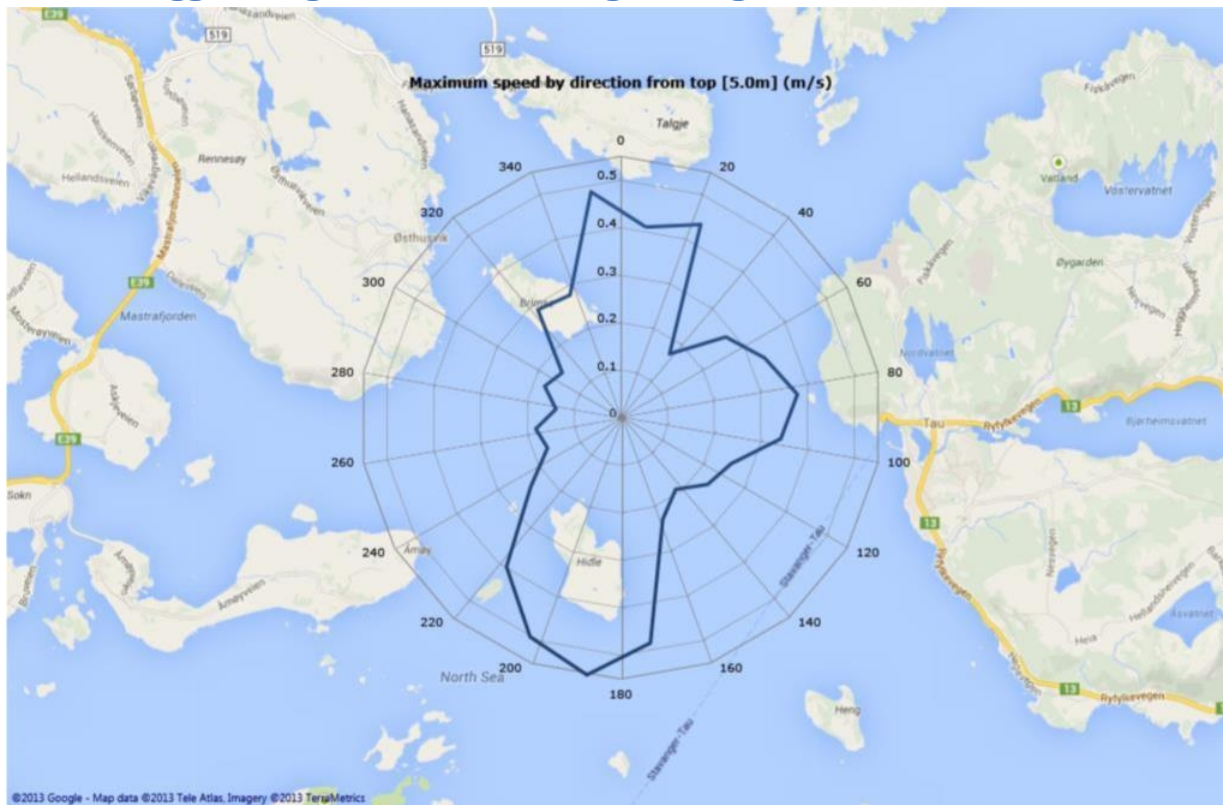
7.2 Vedlegg 2: Statistiske data 5 m

Oppsummering av statistiske data for strømmålinger på 5 m dybde på lokaliteten.

Måleperiode: 07.02.2013– 19.03.2013. Datautvalg: 5743 av 5801. Intervalltid: 10 min..

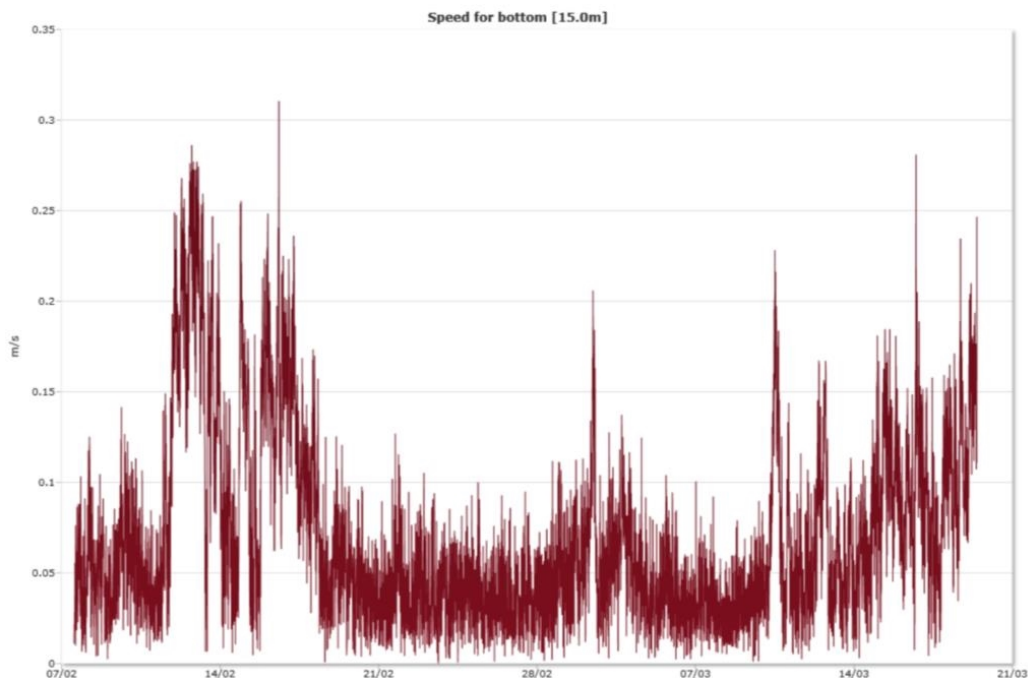
Mean current [m/s]	0.10
Max current [m/s]	0.55
Min current [m/s]	0.00
Measurements used/total [#]	5743 / 5801
Std.dev [m/s]	0.08
Significant max velocity [m/s]	0.19
Significant min velocity [m/s]	0.04
10 year return current [m/s]	0.901
50 year return current [m/s]	1.011
Most significant directions [°]	210°, 195°, 225°, 240°
Most significant speeds [m/s]	0.10, 0.20, 0.30, 0.40
Most flow	1108.65m ³ / day at 195-210°
Least flow	89.11m ³ / day at 285-300°
Neumann parameter	0.15
Residue current	0.02 m/s at 170°
Zero current [%] - [HH:mm]	1.46% - 00:20

7.3 Vedlegg 3: Diagram maksstrøm og retning 5 m



7.4 Vedlegg 4: Strømaktivitet 15 m

Oversikt over strømaktiviteten i alle 15 graders kompassretninger på 15 m dybde for lokaliteten. Måleperiode: 07.02.2013– 19.03.2013. Datautvalg: 5743 av 5801. Intervalltid: 10 min.



Direction/speed matrix for bottom [15.0m]

m/s	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	360	%	Sum	
0.0																											
0.10	150	111	108	111	130	136	154	205	194	202	242	237	288	312	292	265	211	164	160	148	184	170	199	162	79.0	4535	
0.20	14	16	11	18	32	56	93	53	23	15	49	88	111	145	128	75	28	2	2	3	5	14	19	22	17.8	1022	
0.30	0	1	1	1	4	50	51	13	0	0	2	1	14	24	13	5	3	0	0	0	0	0	0	2	3.2	185	
0.40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	1
0.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0
0.60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0
0.70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0
0.80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0
%	2.9	2.2	2.1	2.3	2.9	4.2	5.2	4.7	3.8	3.8	5.1	5.7	7.2	8.4	7.5	6.0	4.2	2.9	2.8	2.6	3.3	3.2	3.8	3.2	100.0	100.0	
Sum	164	128	120	130	166	242	298	271	217	217	293	326	413	482	433	345	242	166	162	151	189	184	218	186	100.0	5743	



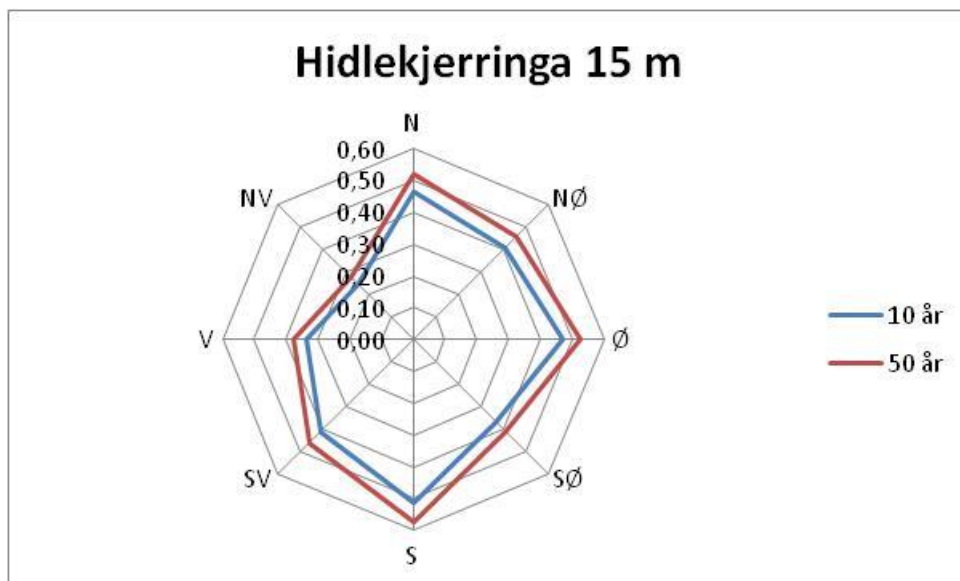
7.5 Vedlegg 5: Statistiske data 15 m

Oppsummering av statistiske data for strømmålinger på 15 m dybde på lokaliteten.

Måleperiode: 07.02.2013– 19.03.2013. Datautvalg: 5743 av 5801. Intervalltid: 10 min.

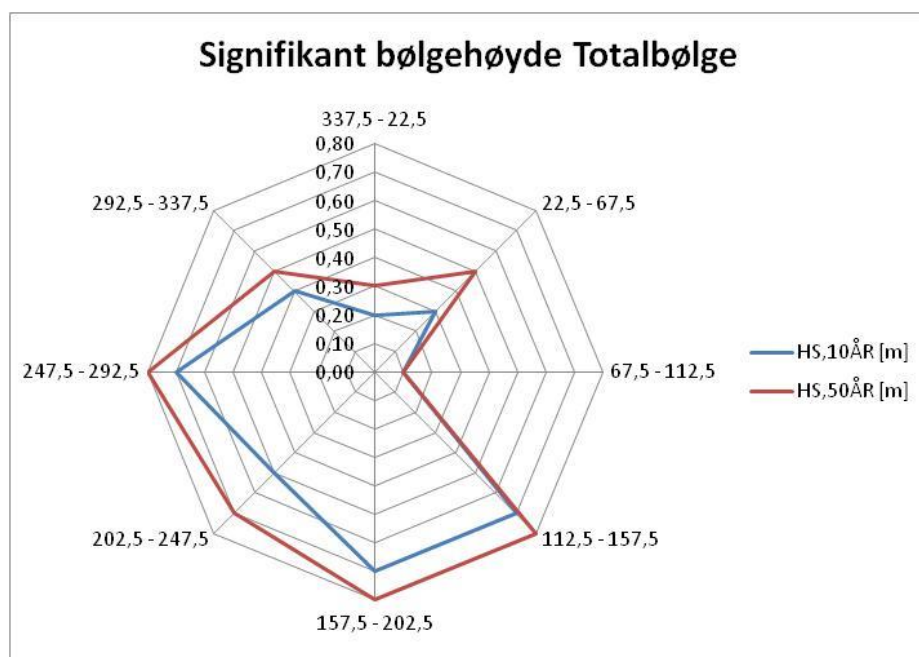
Mean current [m/s]	0.07
Max current [m/s]	0.31
Min current [m/s]	0.00
Measurements used/total [#]	5743 / 5801
Std.dev [m/s]	0.05
Significant max velocity [m/s]	0.13
Significant min velocity [m/s]	0.02
10 year return current [m/s]	0.512
50 year return current [m/s]	0.574
Most significant directions [°]	210°, 225°, 195°, 240°
Most significant speeds [m/s]	0.10, 0.20, 0.30, 0.40
Most flow	643.11m ³ / day at 195-210°
Least flow	95.20m ³ / day at 30-45°
Neumann parameter	0.31
Residue current	0.02 m/s at 174°
Zero current [%] - [HH:mm]	2.68% - 00:20

7.6 Vedlegg 6: Diagram maksstrøm og retning 15 m



7.7 Vedlegg 7: Bølgeberegning for alle 8 retninger

Bølgedata								
Lokalitetsnavn:	Hidlekjerringa					Region:	Rogaland, ytre	
Posisjon:	N59°4,037', Ø5°50,363'					Kommune:	Strand	
Retning	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Sektor [°]	337,5 - 22,5	22,5 - 67,5	67,5 - 112,5	112,5 - 157,5	157,5 - 202,5	202,5 - 247,5	247,5 - 292,5	292,5 - 337,5
Lokalvindgenererte bølger								
Retn. høyeste bølge [°]	0	30	90	150	180	240	270	330
Avstand til land [m]	-	-	-	-	-	-	-	-
F _e (eff. strøklengde) [m]	-	-	-	-	-	-	-	-
V _{m, 10ÅR} [m/s]	24,4	21,8	24,5	23,9	23,0	23,6	25,5	26,2
H _{S, 10ÅR} [m]	0,20	0,30	0,10	0,70	0,70	0,50	0,70	0,40
T _{P, 10ÅR} [s]	3,60	3,60	3,60	4,20	3,80	3,60	3,70	3,60
V _{m, 50ÅR} [m/s]	27,6	24,9	28,1	26,2	25,2	26,9	29,2	28,8
H _{S, 50ÅR} [m]	0,30	0,50	0,10	0,80	0,80	0,70	0,80	0,50
T _{P, 50ÅR} [s]	3,60	3,70	3,60	4,30	4,00	3,80	3,80	3,60
Havbølger								
Retn. høyeste bølge [°]	0	0	0	0	0	0	0	0
H _{S, 10ÅR} [m]	0	0	0	0	0	0	0	0
T _{P, 10ÅR} [s]	0	0	0	0	0	0	0	0
H _{S, 50ÅR} [m]	0	0	0	0	0	0	0	0
T _{P, 50ÅR} [s]	0	0	0	0	0	0	0	0
Totalbølge								
H _{S, 10ÅR} [m]	0,20	0,30	0,10	0,70	0,70	0,50	0,70	0,40
T _{P, 10ÅR} [s]	3,60	3,60	3,60	4,20	3,80	3,60	3,70	3,60
H _{S, 50ÅR} [m]	0,30	0,50	0,10	0,80	0,80	0,70	0,80	0,50
T _{P, 50ÅR} [s]	3,60	3,70	3,60	4,30	4,00	3,80	3,80	3,60



7.8 Vedlegg 8: Spesifikasjoner for strømmåler

Technical Specifications				
Water velocity measurement				
Acoustic frequency:	0.4MHz	0.6MHz	1.0MHz	2.0MHz
Maximum profiling range*:	60-90m	30-40m	12-20m	4-10m
Cell size:	2-8m	1-4m	0.3-4m	0.1-2m
Beam width:	2.7°	2.0°	1.4°	1.7°
Minimum blasting:	1m	0.50m	0.20m	0.05m
Number of beams:	2			
Maximum # cells:	128			
Velocity range:	±10m/s (Inquire for extended range)			
Accuracy:	1% of measured value ±0.5cm/s			
Max. Sampling rate:	1Hz			
Velocity uncertainty:	Consult software program			
*) The Aquadopp profiler measures the current profile in a user specified number of cells from the instrument out to a maximum range that depends on the acoustic scattering conditions. The lower range should be expected with clear water and small cells and the higher range with large cells and acoustically turbid water.				
1MHz Mode Water velocity measurement				
Acoustic frequency:	1.0MHz	2.0MHz		
Maximum profiling range*:	6m	3m		
Cell size:	20-300mm	7-150mm		
Beam width:	2.4°	1.7°		
Minimum blasting:	0.2m	0.02m		
Maximum # cells:	128			
Range/velocity limitations:	Product of profiling range and velocity should not exceed 0.5m ² /s (2MHz system) or 1.0m ² /s for (1MHz system)			
Accuracy:	1% of measured value ±0.5cm/s			
Max. Sampling rate:	1Hz (continuous mode), 8Hz (burst mode)			
Velocity uncertainty:	Consult software program			
Cell zero (optimal for 0.4MHz and 1MHz transducers)				
Cell zero acoustic frequency:	2MHz			
Maximum profiling range*:	0.4-0.6m			
Number of beams:	2			
Echo intensity				
Sampling:	Same as velocity			
Resolution:	0.45dB			
Dynamic range:	90dB			
Standard sensors				
Temperature:	Thermistors embedded			
Range:	-4°C to 20°C			
Accuracy/resolution:	0.1°C/0.01°C			
Time response:	10 min			
Compass:	Magnetometer			
Accuracy/resolution:	2°/0.1° for tilt <20°			
Tilt:	Liquid level			
Accuracy/resolution:	0.2°/0.1°			
Maximum tilt:	20°			
Up or down:	Automatic detect			
Pressure:	Piezoresistive			
Range:	0-100m (standard), Inquire for options			
Accuracy/resolution:	0.5%/0.005% of full scale			
Analog inputs				
Number of channels:	2			
Voltage supply:	Three options selectable through firmware commands: -Battery voltage/ 500 mV +5V/ 250 mV +12V/ 100 mV			
Voltage input:	0-5V			
Resolution:	16 bit A/D			
Data communication				
IO:	RS232, RS422 Software supports most commercially available USB-RS232 converter			
Communication baud rate:	300-115200 (baud)			
Recorder download baud rate:	600/1200 kbaud for both RS232 and RS422			
Data recording				
Capacity:	9 MB, can add 22/176/252/MB & 4GB Prolog			
Data record:	32 bytes + 90heats			
Mode:	Stop when full (default) or wrap mode			
Software:	AquaPro			
Operating system:	Windows*95, Windows*7			
Functions:	Deployment planning, data retrieval, ASCII conversion, online data collection, and graphical display			
Power				
DC Input:	0-15VDC			
Peak current:	2A			
Max average consumption at 1Hz:	0.2-1.5W			
Sleep consumption:	0.002 mW (RS232), 0.005 mW (RS422)			
Transmit power:	0.2-20W, 2 adjustable levels			
Real time dock				
Accuracy:	±1 min/year			
Backup in absence of power:	4 weeks			
Internal batteries				
Type/capacity:	18 AA Alkaline cells/50Wh			
New battery voltage:	12.5 VDC			
Duration (10-minute avg):	80 days for 2MHz, 0.5m cells 50 days for 1MHz, 1.0m cells			
Each battery consumption and velocity uncertainty are complex functions of the deployment configuration. Please consult the AquaPro software for more exact predictions.				
Materials				
Standard:	Delrin and polyurethane plastics with titanium screws			
Intermediate and deepwater models:	Titanium and Delrin plastics			
Connectors				
Bulkhead (impulse):	NCH-4-F5			
Cable:	PMOIL-4-MP on 10-m polyurethane cable			
Environmental				
Operating temperature:	-5°C to 25°C			
Storage temperature:	-20°C to 60°C			
Shock and vibrations:	IEC 721-3-2			
Depth rating:	200m			
Dimensions				
	0.4MHz	0.6MHz	1MHz/2MHz	
Weight in air:	2.4 kg	2.9 kg	2.2 kg	
Weight in water:	0.2 kg	0.4 kg	0.2 kg	
Length:	see dimensional drawings			
Diameter:	see dimensional drawings			
Options				
Batteries:	Lithium, Li-Io rechargeable			
External batteries:	Alkaline, Lithium or Lithium Ion. See battery brochure for details			
Transducer head:	Right angle head for 1 or 2MHz. Inquire for special configurations			
Deep water systems:	Inquire for 300m & 600m versions			
Communication:	Requires special harness for RS422			

Akvasafe AS har innhentet spesifikasjoner om Aquadopp profilerende strømmåler fra:

<http://www.nortek-as.com/lib/brochures/aquadopp-profiler/view>



Instrument	
Head Id	AQP 4368
Board Id	AQD 6664
Frequency	400000
Deployment	
File	Hidle101.prf
Start	07.02.2013 13:00
End	19.03.2013 20:50
Data Records	5808
Longitude	5° 50,04'E
Latitude	59° 4,00'N
Orientation	DOWN
Cells	30
Cell Size [m]	2
Blanking Distance [m]	0,99
Average Interval [sec]	60
Measurement Interval [sec]	600
PostProcessing	
Selected Start	07.02.2013 13:00
Selected End	19.03.2013 19:40
Compass Offset	0
Pressure Offset	0
Selected Records	5801
Reference	Water Surface
Top Depth [m]	5
Top Invalid Data	58
Middle Depth [m]	10
Middle Invalid Data	58
Bottom Depth [m]	15
Bottom Invalid Data	58
Quality Control parameters	
Low Pressure Treshold	0
HighTilt Threshold	30
Expected Orientation	UP
Amplitude Spike Treshold	70
Velocity Spike Treshold	5
SNR Treshold	3

Minsteavstand fra målehode til ønsket dybde er cell size pluss blanking distance (2m+0,99m).

7.9 Vedlegg 9: Vindretning og vindhastighet i strøvmålingsperioden

Vindretning kl 0600, 1200 og 1800 (DD), maksimal vindhastighet (FFX) og gjennomsnitts vindhastighet (FFM) for Kvitsøy (Stasjon 44610).

Date	DD06	DD12	DD18	FFM	FFX
1.2.2013	98	43	354	4,6	7,7
2.2.2013	321	350	341	7,3	13
3.2.2013	197	167	285	5,9	14
4.2.2013	179	284	257	10,1	13,4
5.2.2013	217	122	351	4,5	8,8
6.2.2013	354	358	350	7	9,5
7.2.2013	47	165	195	2,3	4,8
8.2.2013	86	162	58	2,2	3
9.2.2013	91	113	167	2,5	4,2
10.2.2013	144	98	81	4	6,3
11.2.2013	104	101	114	4,3	6,7
12.2.2013	64	58	85	2	3,4
13.2.2013	150	122	140	6,6	14,7
14.2.2013	136	131	133	12,8	16,6
15.2.2013	147	143	176	6,3	8,2
16.2.2013	150	154	147	5	6,8
17.2.2013	148	154	142	5,1	7,8
18.2.2013	134	176	18	3,2	5,5
19.2.2013	187	187	212	3,4	6,9
20.2.2013	175	79	345	2,4	4
21.2.2013	93	345	341	2,4	4,3
22.2.2013	75	36	353	2,1	3,3
23.2.2013	37	23	226	1,9	3,9
24.2.2013	47	32	360	3,4	5,7
25.2.2013	42	49	343	3,5	5
26.2.2013	41	325	324	3,7	6,9
27.2.2013	351	336	344	3,3	5,7
28.2.2013	298	306	337	7,2	12,5
1.3.2013	346	327	337	8,5	13,9
2.3.2013	240	321	328	9,1	14,1
3.3.2013	341	284	206	5,3	11,3
4.3.2013	179	162	195	4,8	7,3
5.3.2013	154	145	123	4,8	10
6.3.2013	21	28	58	4,2	7,7
7.3.2013	77	102	141	3,7	4,6
8.3.2013	63	93	91	3,5	6,6
9.3.2013	67	91	126	3,8	7,1
10.3.2013	69	68	32	6,4	8,3
11.3.2013	42	6	351	4,3	7
12.3.2013	132	314	355	4,2	8,1
13.3.2013	67	38	48	4,3	6,7
14.3.2013	132	110	144	4,8	9,9
15.3.2013	126	135	142	8,1	10,5
16.3.2013	137	143	138	9,6	12,6
17.3.2013	111	119	113	10,4	13
18.3.2013	98	66	87	9,1	11,7
19.3.2013	70	88	106	4,6	6,6
20.3.2013	68	41	101	5,3	6,5
21.3.2013	83	43	69	4,8	7,9