

Lokalitetsrapport

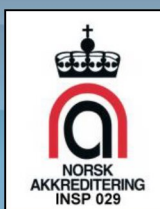
etter NS 9415:2009



Lokalitet: Klubben

Lokalitet nr.: Ny

Oppdragsgiver: SalMar Farming AS



Rapport										
Rapportbeskrivelse og -navn		Lokalitetsrapport for Klubben LR-T-02519-Klubben0719-ver01.pdf								
Rapportversjon		Dato		Beskrivelse						
01		29.07.2019		Første utgivelse						
Rapportdistribusjon		Denne rapporten kan kun gjengis i sin helhet. Gjengivelse av deler av rapporten kan kun skje etter skriftlig tillatelse fra Åkerblå AS. I slike tilfeller skal kilde oppgis.								
Lokalitet										
Lokalitetsnavn		Klubben		Lokalitetsnummer				Ny		
Kommune		Lenvik		Fylke				Troms		
GPS-koordinater (midtpunkt)		69°16.686' N; 017°55.345' Ø								
Oppdragsgiver										
Selskap		SalMar Farming AS, 7266 Kverva								
Kontakt person		Stefan Paulsen		Stefan.Paulsen@salmar.no						
Oppdragsansvarlig										
Selskap		Åkerblå AS; Nordfrøyveien 413; 7260 SISTRANDA Organisasjon nr. 963 554 052								
Rapportansvarlig		 Mari Sandvik		mari.sandvik@akerbla.no						
Kontrollert av		 Jenny-Lisa Reed		jenny.lisa@akerbla.no						
Resultat: nøkkeltall										
	Maks 50-års strøm (cm/s)		50 cm/s (NV) - 5m 41 cm/s (Ø) - 15m			Maks 50-års bølger anlegg (Hs og Tp)		Hs: 1.3m, Tp: 4.0s		
	10 år					50 år				
	Vind	Strøm		Hs	Tp	Vind	Strøm		Hs	Tp
	Vs	5m	15m	Anlegg		Vs	5m	15m	Anlegg	
	m/s	cm/s	cm/s	m	s	m/s	cm/s	cm/s	m	s
N	26	22	19	1.2	3.7	28	24	22	1.3	4.0
NØ	23	31	23	1.0	3.7	25	35	25	1.2	3.9
Ø	26	33	36	0.9	3.0	28	37	41	1.0	3.2
SØ	26	25	21	0.7	2.7	28	28	23	0.8	2.9
S	26	33	21	0.5	1.9	28	37	24	0.6	2.0
SV	28	30	23	0.6	2.3	32	34	26	0.6	2.5
V	28	42	22	0.6	2.3	32	47	24	0.7	2.5
NV	26	45	23	0.7	2.9	28	50	26	0.8	3.0
Ising	Nedising kan oppstå 0.6% av tiden under kalde og vindstille værforhold for vintermånedene (desember - mars).									
Ising	Isakkumulering pga. sjøsprøyt kan, etter Guest et al. (2005), gå fra treg / liten til veldig rask / stor. Basert på alle datapunkt med temperatur < 0°C kan isakkumulering, etter Mertins (1968), være over 15cm/24t.									

Måleenheter og Forkortelser

Alle måleenheter brukt i rapporten er beskrevet i Tabell 1.

Tabell 1. Måleenheter og forkortelser brukt i rapporten.

Symbol	Beskrivelse	Måleenhet
-	Dag og Tid	dd.mm.yy hh:mm (RTC*) dd.mm (RTC*)
-	Høyde / Dybde	Meter (m)
-	Avstand	Kilometer (km) Meter (m)
-	Posisjon / Koordinater	GGG.GGG (°) Kompassretning GGG (°) MM.MM (') Kompassretning
-	Datum	WGS84
Retn.	Retning	Grader (°)
-	Strømretning (mot)	Grader (°)
-	Strømhastighet	Centimeter per sekund (cm/s)
-	10- og 50-års Returperiode for strøm	Centimeter per sekund (cm/s)
U	Øst-Vest Strømhastighetskomponent	Centimeter per sekund (cm/s)
V	Nord-Sør Strømhastighetskomponent	Centimeter per sekund (cm/s)
Hs	Signifikant Bølgehøyde. Gjennomsnitt av høyeste tredjedel av bølgene i en tidsserie	Meter (m)
Tp	Bølger Topperperiode. Bølgeperioden med høyeste energi.	Sekund (s)
-	Bølgeretning (fra)	Grader (°)
-	Bølgespredning	Grader (°)
-	Tidevannsnivå	Centimeter (cm)
-	Vindhastighet	Meter per sekund (m/s)
-	Vindretning (fra)	Grader (°)
V _{ref}	Referansevindhastighet (fra)	Meter per sekund (m/s)
V _s	Stedsvindhastighet (fra)	Meter per sekund (m/s)
V _{st}	Strøkvindhastighet (fra)	Meter per sekund (m/s)
-	Temperatur	Grader celsius (°C)
-	Ising	Millimeter per time (mm/t)
PPR / Class	Ising	Centimeter per time (cm/t)

*RTC = Coordinated Universal Time (UTC 0).

Lokal tid er derimot: RTC + 2 timer – sommer

RTC + 1 timer – vinter

Både strømdata og Eklima vinddata er basert på UTC 0.

*LST - Lokal tid.

Sammendrag

Åkerblå AS har på oppdrag fra SalMar Farming AS utført en lokalitetsrapport ved tenkt oppdrettslokalitet Klubben. I rapporten er det tenkte anlegget og dets plassering omtalt som anlegget og anleggets posisjon.

NYTEK forskriften har som mål å begrense rømming av fisk fra oppdrettsanlegg. NS 9415:2009 krever at alle lokaliteter undersøkes og beskrives ut fra topografi og eksponeringsgrad i form av parametere som danner grunnlag for beregning av miljølasten på et anlegg.

Denne rapporten omfatter:

• Topografi	○ Kartlegging av bunnareal og bunntype
• Vind	○ Vindhastighet med 10-års og 50-års returperiode for åtte retninger
	○ Vind fra nærmeste værstasjon; under måleperioden og sesongmønster
• Strøm	○ Strømhastighet og -retning på 5m og 15m dyp
	○ Beregning av 10-års og 50-års returperiode
• Bølger	○ Maksimal opptredende signifikant bølgehøyde med tilhørende topperiode samt 10-års og 50-års returperiode i åtte retninger
	○ Vindgenererte bølger, havbølger / dønninger og kombinertbølger
• Ising	○ Fare for nedising, sjøsprøyting, drivis og innfrysing

Hovedresultater er:

• Strøm	○ Maksimal 50-års strømhastighet på 5m er 50cm/s mot NV.
	○ Maksimal 50-års strømhastighet på 15m er 41cm/s mot Ø.
	○ Hovedstrømretninger på 5m og 15 er mot østlige – veslige retninger.
	○ Lokaliteten er vurdert å ligge i et strømsvakt område.
	○ Strøm er påvirket av tidevann, vind og vårflo.
	○ Strøm er lite påvirket av oppstuvning og utbrudd fra Kyststrømmen.
• Bølger	○ Høyeste 50-års Hs er 1.3m fra N.
	○ Laveste 50-års Hs er 0.6m fra S og SV.
	○ Bølgehøyden er vurdert å ikke bli påvirket av havbølger, skipsgenererte bølger, bølgetog, bølgerrefleksjon eller bølge-strøminteraksjon.
• Ising	○ Nedising er lite sannsynlig under kalde og vindstille værforhold.
	○ Isakkumulering pga. sjøsprøyt, etter Guest et al. (2005), kan gå fra treg / liten til veldig rask / stor og kan oppstå ved kald landvind (fralandsvind). Basert på alle datapunkt med temperatur < 0°C kan isakkumulering, etter Mertins (1968), gå fra null til ekstrem ising.
	○ Det er fare for drivis og innfrysing.

Denne rapporten tilfredsstiller kravene i NS 9415:2009, samt kravene i Fiskeridirektoratets veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur (2012).

Innholdsfortegnelse

1. Bakgrunn	6
2. Områdebeskrivelse.....	6
2.1 Kart over området.....	6
3. Anleggsplassering og ankerfeste	7
4. Bunnforhold	8
4.1 Bunntopografi.....	8
4.2 Sedimenttype	10
5. Strøm.....	11
5.1 Metodikk for strømmåling.....	11
5.2 Resultater.....	13
5.3 Strøm 10- og 50 års returperiode.....	15
5.4 Strømkomponenter	20
5.5 Diskusjon.....	28
5.6 Konklusjon.....	28
6. Bølger.....	29
6.1 Vindbølger	32
6.2 Havbølger.....	33
6.3 Bølgekomponenter	36
6.4 Bekreftelse av bølgeberegninger	37
6.5 Diskusjon.....	38
6.6 Konklusjon.....	38
7. Konklusjonstabell strøm og bølger	39
8. Tidevannsnivå	41
9. Is.....	42
9.1 Iskomponenter	42
9.2 Konklusjon.....	44
10. Referanser.....	45
11. Vedlegg	47
11.1 Kart.....	47
11.2 Bunnforhold.....	47
11.2.1 Bunntopografi	47
11.2.2 Sedimenttype.....	47
11.3 Strøm	48
11.3.1 Strømmåling.....	48
11.3.2 Vinddata.....	49
11.3.3 Strøm- og tidevannsanalyse	50
11.4 Bølger	52
11.4.1 Vinddata.....	52
11.4.2 Bølgemodellering.....	53
11.4.3 Verifisering.....	54
11.5 Tidevannsnivå.....	54
11.6 Is	55
11.7 Tidevannsvariasjon under måleperioden	57
11.8 Dataredigering, datakvalitet og kvalitetskontroll.....	59

1. Bakgrunn

NYTEK-forskriften krever at alle akvakulturanlegg skal ha en lokalitetsrapport. Rapporten skal danne grunnlag for beregning av miljølasten på et anlegg. Denne rapporten er en lokalitetsrapport i henhold til NS 9415:2009.

2. Områdebeskrivelse

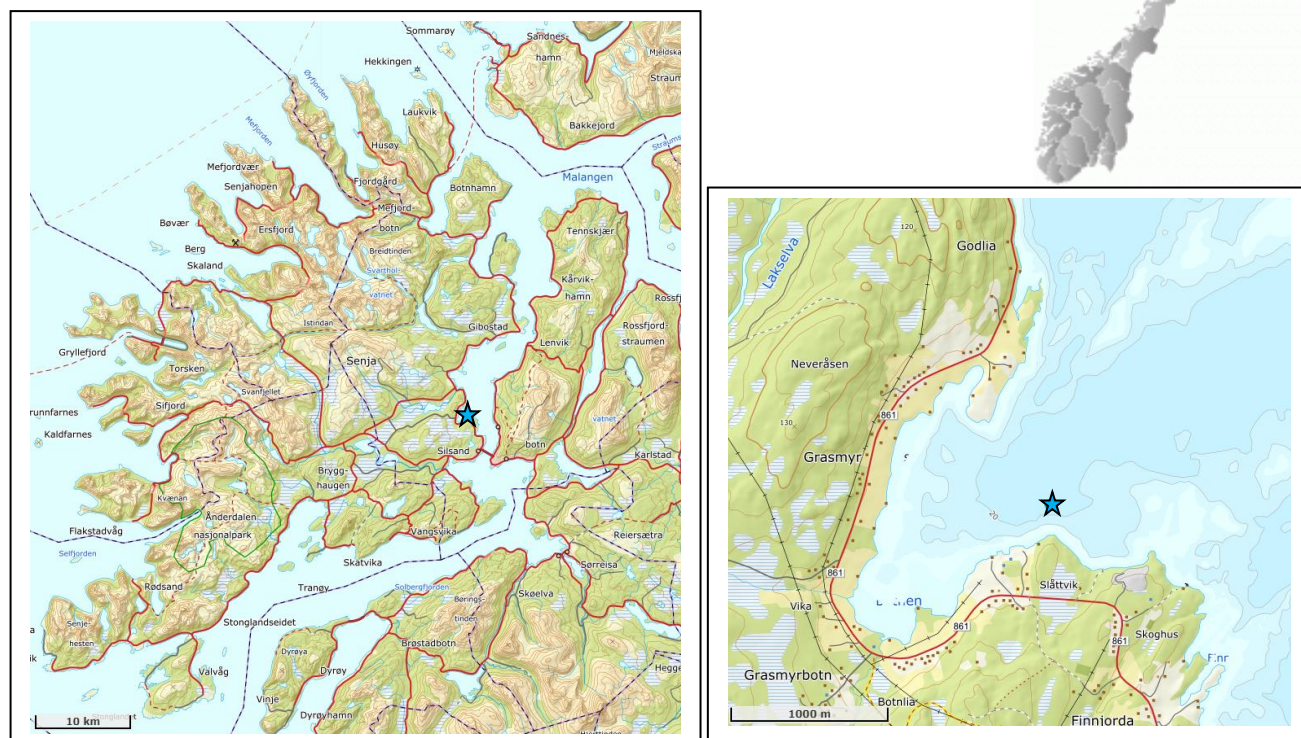
Anlegget befinner seg i Lenvik kommune, Troms. Lokaliteten Klubben ligger øst for Senja i Grasmyrbotnen som befinner seg i sørlig del av Gisundet.

Bunntopografi er ca. 16-37m dyp i området rundt anlegget og er relativt flat. Bunnkonturene har en svak Ø – V orientering i området. Gisundet er avgrenset av to smale passasjer, Finnsnesrenna i sørvest ved Gisundbrua og Gibostad i nordvest. Bunntopografi er < 50m dyp mellom Gisundbrua og Gibostad. I Gisundet er det i tillegg flere terskler som påvirker strømforholdene.

På grunn av omkringliggende topografi er lokaliteten relativt eksponert for vind fra N, NØ og SØ.

2.1 Kart over området

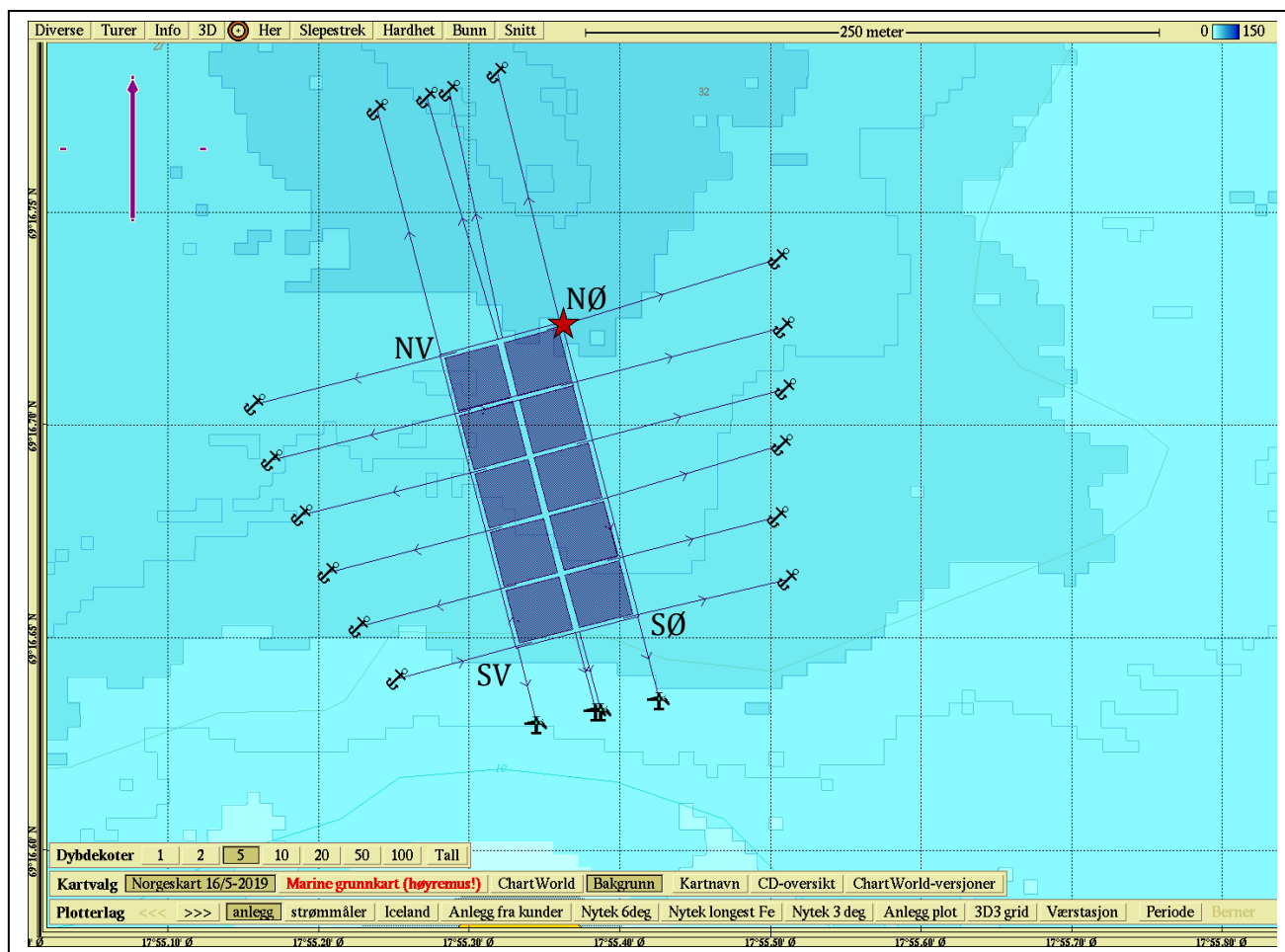
Kart over området hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy.



Figur 2.1. Oversiktskart over området rundt lokaliteten. Lokalitet er anvist med ★ Kartdatum: WGS84.

3. Anleggsplassering og ankerfeste

Fortøyning av anlegget og bunntopografi er vist i Figur 3.1. Ankerfeste er plassert for å få best mulig feste. Anleggets hjørneposisjoner oppgitt i Tabell 3.1.



Figur 3.1. Fortøyning av anlegget og bunntopografi. Målestokken er vist på kartet. Kartet er hentet fra Olex. Kartdatum: WGS84.

Anlegget består av 5 x 2 bur med størrelse på 27x27m.

Punkt for bølgeberegningen på anlegget er anvist med



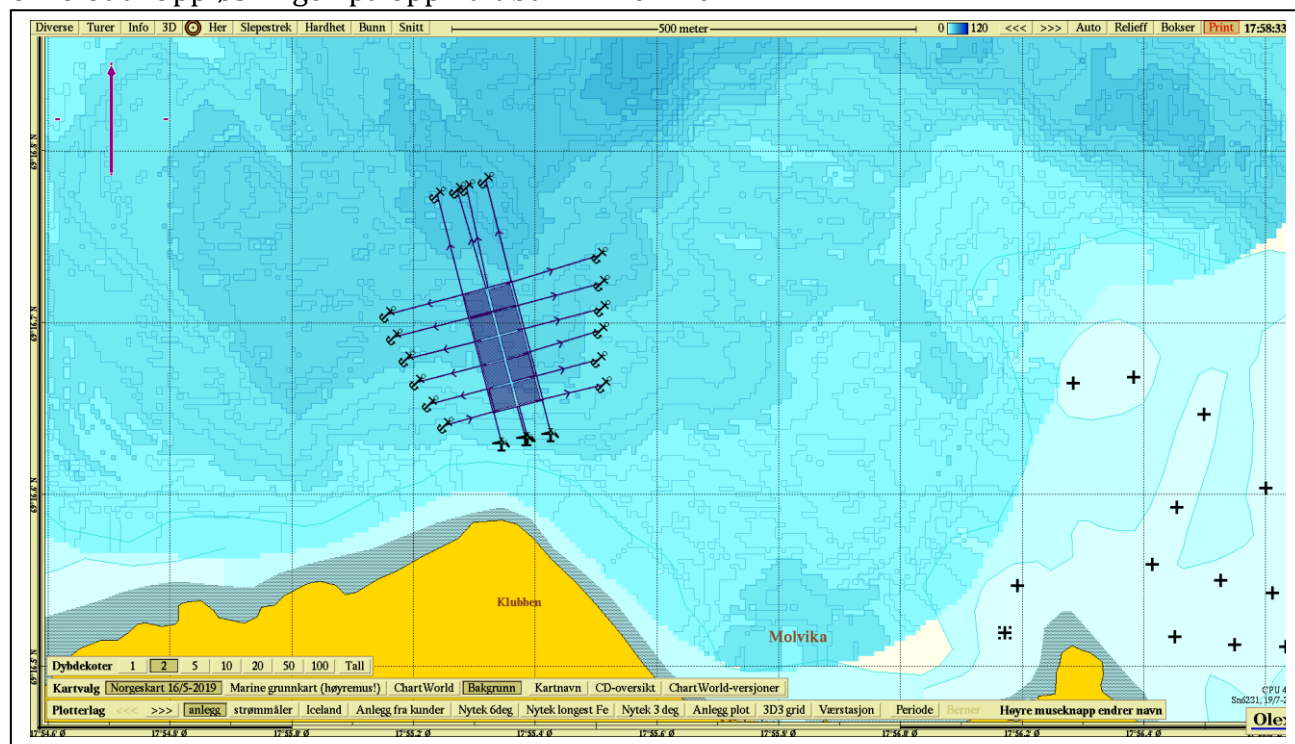
Tabell 3.1. Anleggsrammens hjørneposisjoner.

Hjørne	Posisjon (N)	Posisjon (Ø)
NV	69°16.716	017°55.280
NØ	69°16.723	017°55.361
SØ	69°16.654	017°55.412
SV	69°16.647	017°55.331

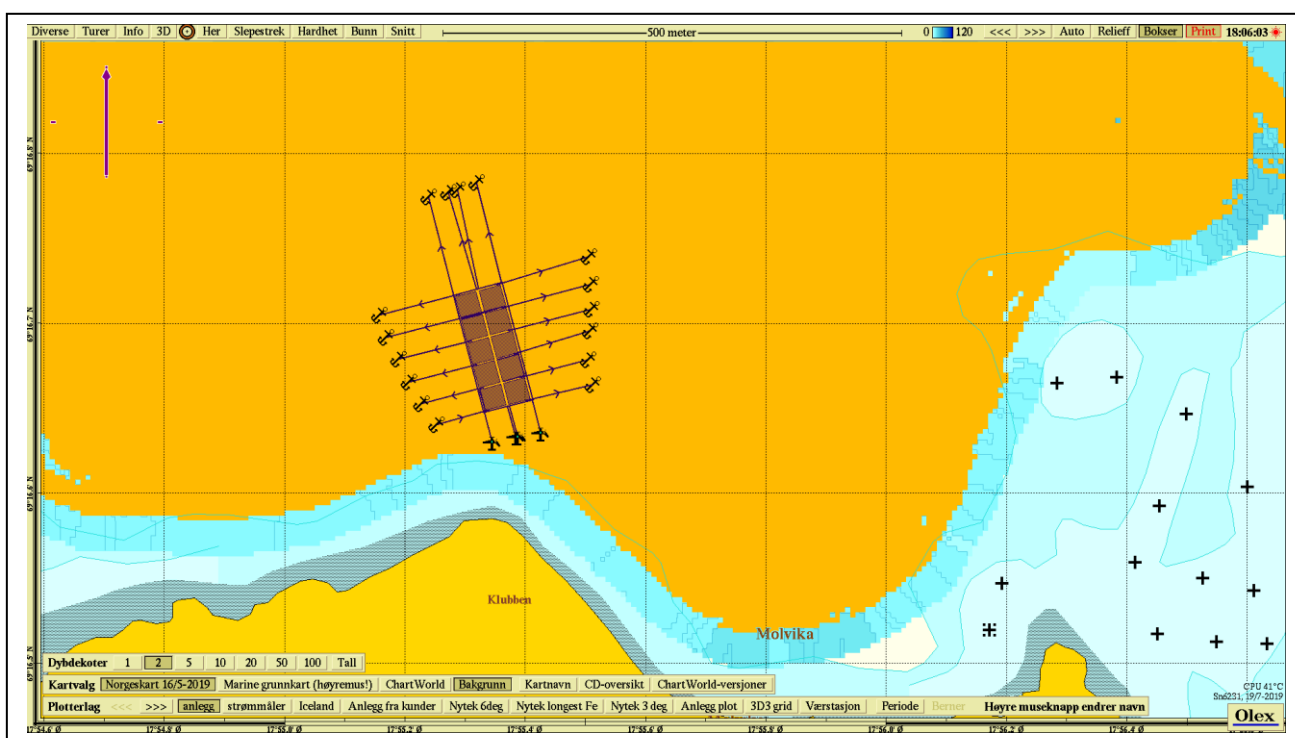
4. Bunnforhold

4.1 Bunntopografi

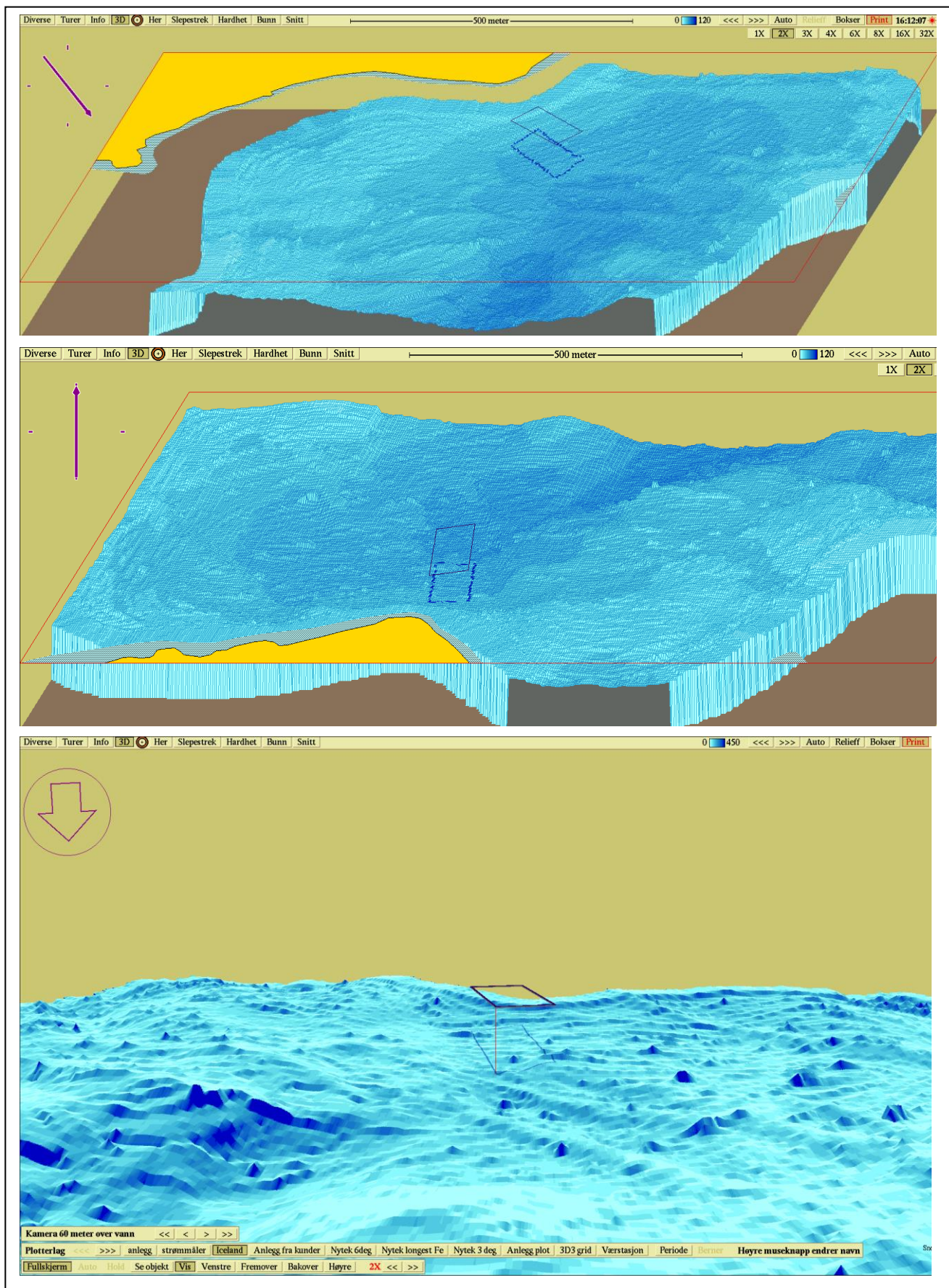
Områdets bunntopografi (Figur 4.1.1, Figur 4.1.2 og Figur 4.1.3) er oppmålt med multistråle ekkolodd. Oppløsningen på oppmålt bunn < 10 x 10m.



Figur 4.1.1. Bunntopografien i området og under anlegget. Kartet er hentet fra Olex. Kompasspila øverst i venstre hjørne indikerer kartets orientering. Kartdatum: WGS84.



Figur 4.1.2. Dokumentasjon på oppløddinga av bunntopografi. Hver gule prikk er et målt dyp. Kartet er hentet fra Olex. Kartdatum: WGS84.



Figur 4.1.3. 3D-kart/bilde av bunntopografien. Kartene er tatt fra Olex. Den tynne kompasspila (venstre hjørne for øverste og midterste bilde) indikerer kartenes orientering. Den tykke kompasspila (venstre hjørne for nederste bilde) indikerer kameraets orientering. Kartdatum: WGS84.

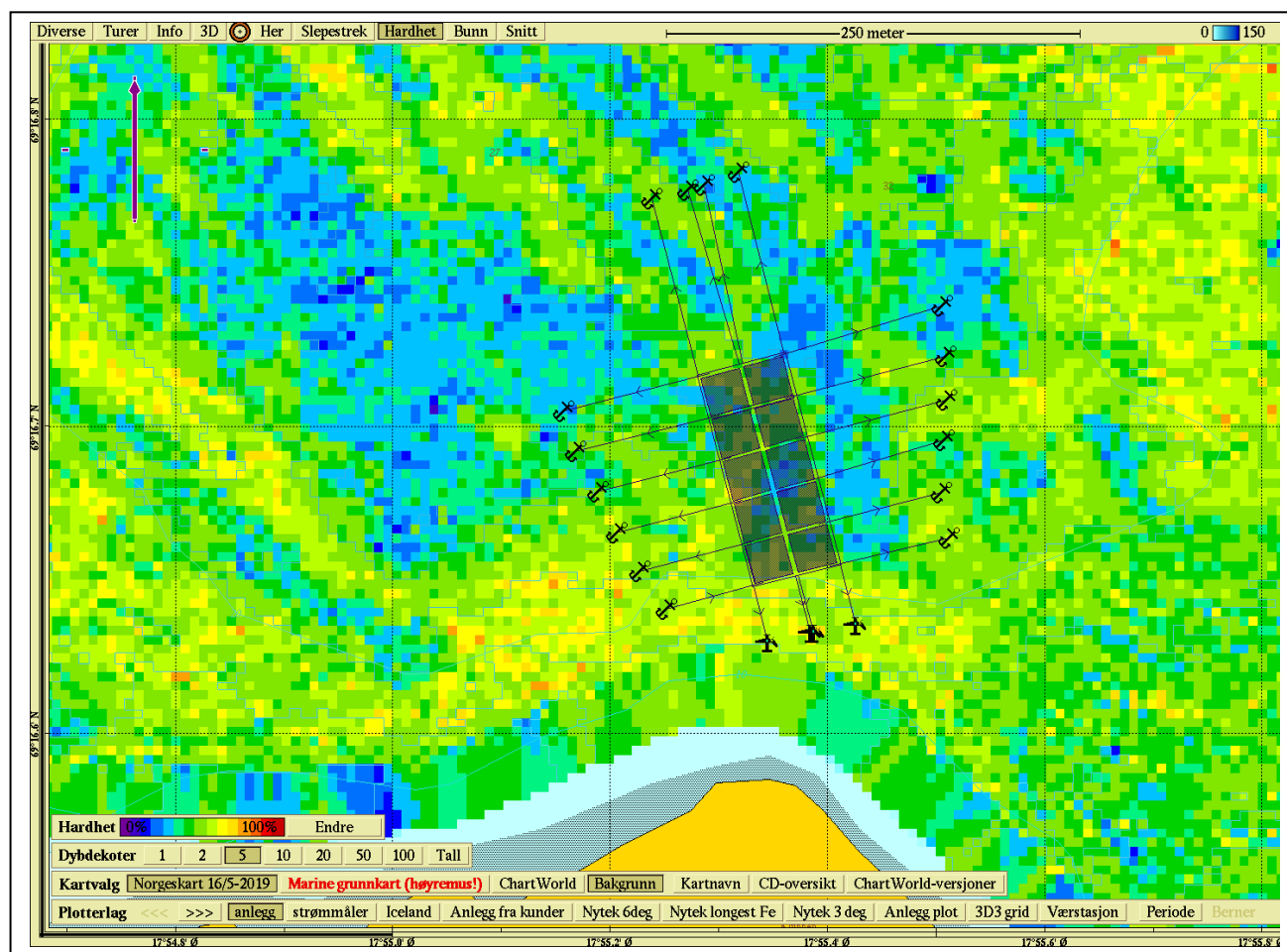
4.2 Sedimenttype

Bunnundersøkelse er utført med MOM-undersøkelse på lokaliteten. Grabber av bunn er tatt og sedimenttype er vurdert (Tabell 4.2.1). Dette sier ingenting om sedimentets dybde da grabben ikke går dypere enn maks 10cm ned i sedimentet. Sedimenthardhet er plottet i Olex fra oppmålte bunndata (Figur 4.2.1).

Bunntopografien bør sjekkes opp mot fare for gnag i de ulike linene. Bunnfester og ankerliner bør kontrolleres med ROV etter at anlegget er utlagt. Sedimenttype er antatt fra B – rapporten (Åkerblå, 2019a).

Tabell 4.2.1. Viser bunntype og vanndyp ved forankringspunktene under tenkt anlegg.

Retning	Bunntype	Dybde (m)
Nord	Sand, silt og litt grus	32 - 37
Øst	Sand og silt	22 - 28
Sør	Sand og silt	16 - 20
Vest	Sand og silt	17 - 27
Anleggsramme	Sand, silt og grus på enkelte stasjoner	21 - 30



Figur 4.2.1. Sedimenthardhet. Topografisk bunndata der fargene gjengir relativ hardhet. Kartet er hentet fra Olex. Blå farge angir bløte sedimenter og rød farge angir hardere sedimenter, se skala i kartets nedre venstre hjørne. Kartdatum: WGS84.

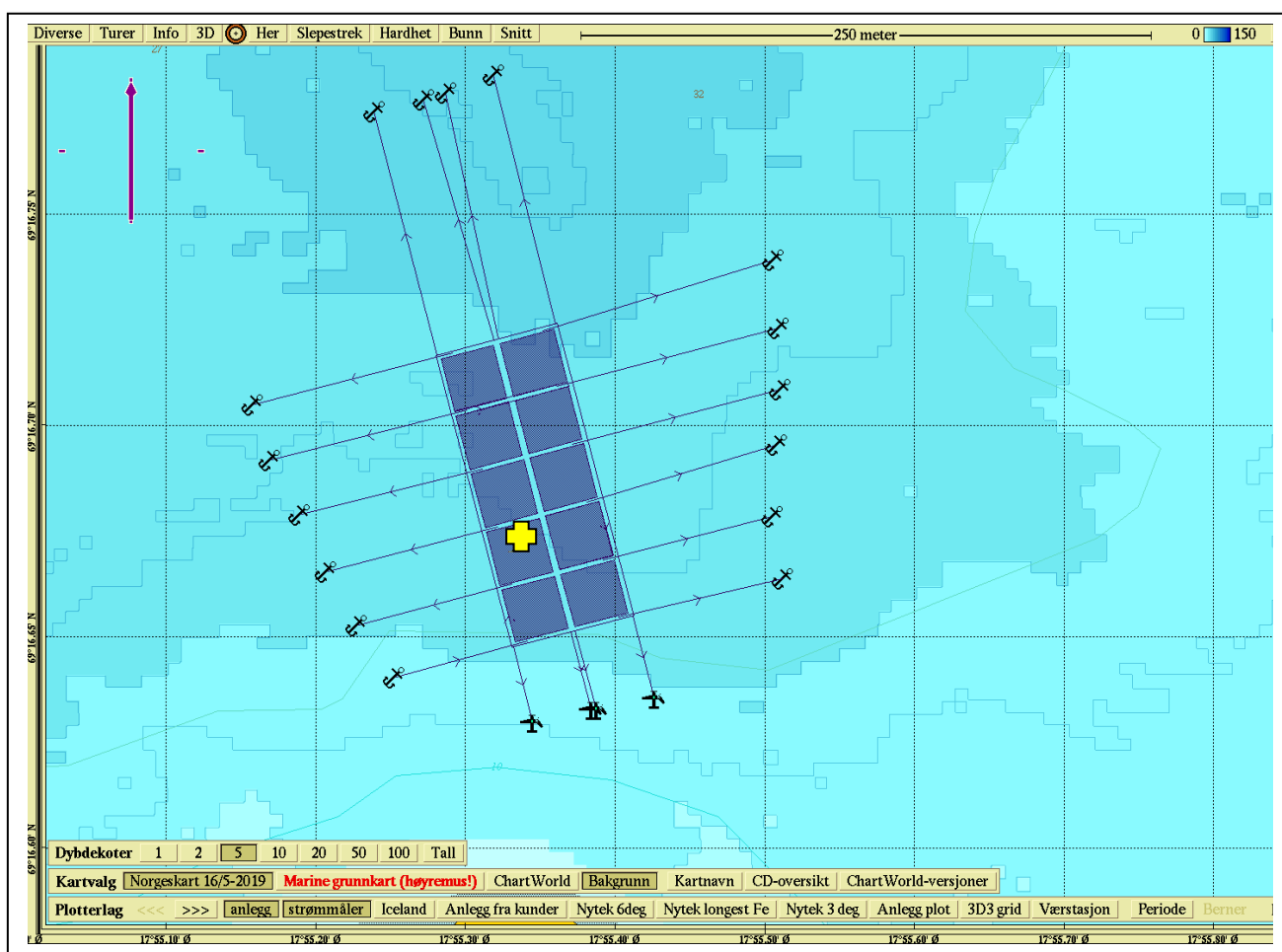
5. Strøm

5.1 Metodikk for strømmåling

Bakgrunnsdata for strømmålingen er oppgitt i Tabell 5.1.1. Målerne er avlest av Åkerblå AS, rådata oppbevares i internt arkiv.

Tabell 5.1.1. Bakgrunnsdata for strømmålingen (Åkerblå, 2018a).

	5m	15m
Instrumenttype	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler
Dyp ved målested	Ca 28m	Ca 28m
Instrumentplassering	Vist i Figur 5.1.1	Vist i Figur 5.1.1
Måleperiode		
Måleperiode	23.10.18 – 21.03.19	23.10.18 – 21.03.19
Måleperiode (årstid/sesong)	Høst, vinter og vår	Høst, vinter og vår
Antall døgn	149.0	149.0
Antall springflo («storsjøan») under måleperioden	11 (se Figur 11.7.1 og 11.7.2)	11 (se Figur 11.7.1 og 11.7.2)
Måleinformasjon	Målerne registrerer strømhastighet, strømrretning og temperatur. Målingene ble gjort i samsvar med NS 9415:2009, hvor kravet er at målingene skal gjennomføres sammenhengende i minst en måned.	
Databearbeiding		
Var lokalitet tom under måleperioden	Ja	Ja
Data kvalitet	God	God
Er noen datapunkter fjernet?	Nei	Nei
Beregning av 10- og 50-års strøm	I henhold til NS 9415:2009, og på grunn av praktiske hensyn, ble måleperioden satt til minst en måned og multiplikasjonsfaktorer ble brukt for å bestemme dimensjonerende strømhastighet med spesifisert returperiode (Tabell 5.3.1 og Tabell 5.3.2). Ettersom beregnet maks 50-årsstrøm var under 50 cm/s ble beregnet 50-års strøm for alle 8 retningssektorer oppjustert med en faktor som ga maks 50-års strøm på 50cm/s (Tabell 5.3.5 og Tabell 5.3.6).	

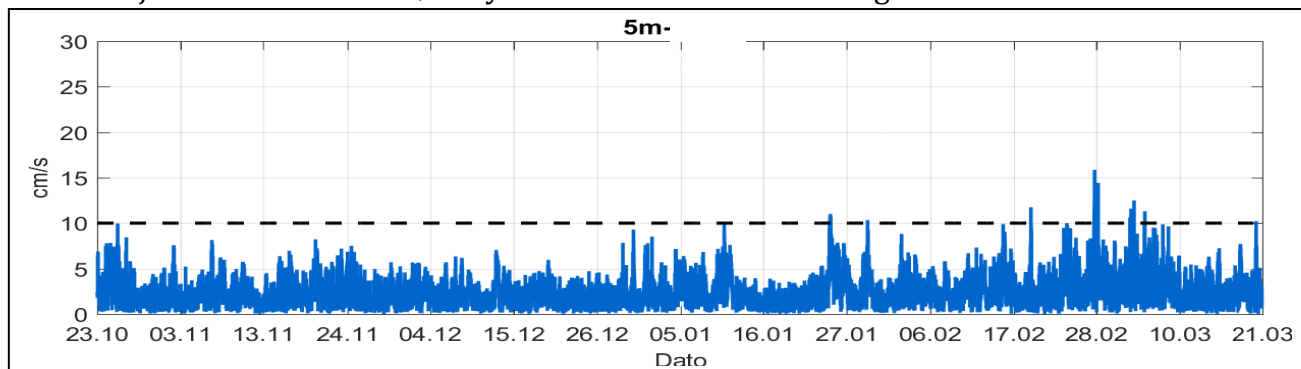


Figur 5.1.1. Plassering av strømmålere i anlegget. Kartene er hentet fra Olex. Strømmålerens posisjon er markert med ✚. Kartdatum: WGS84.

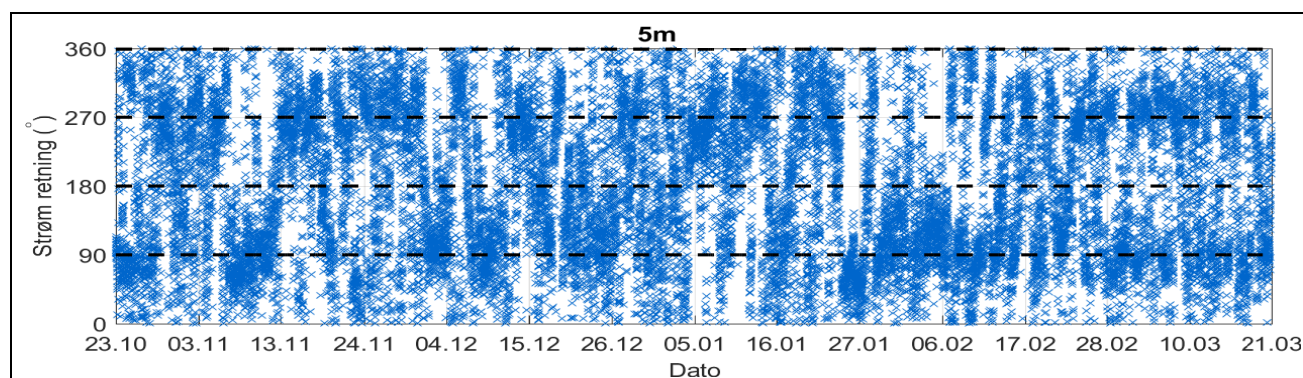
Ut fra land- og bunntopografi er plasseringen vurdert god for å dokumentere strømforholdene i anlegget. Måleriggens plassering er vurdert å være representativ for hele anlegget grunnet relativt jevn havbunn under anlegget. I tillegg viser strømmålinger fra en posisjon litt lenger fra land at strøm i de retningene som er relevant for anlegget er sammenlignbare.

5.2 Resultater

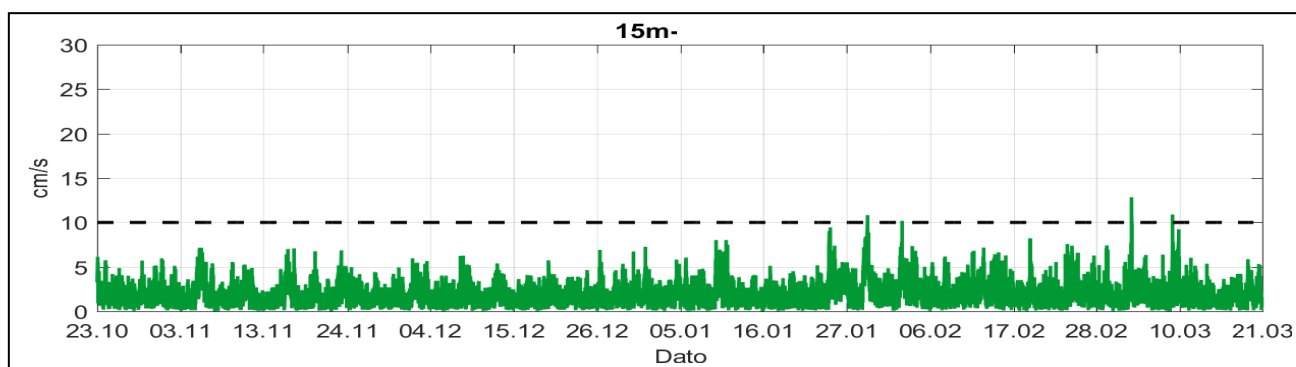
Høyeste registrert strømhastighet var 15.9cm/s på 5m og 12.8cm/s på 15m (se Figur 5.2.1 – Figur 5.2.4 for tidsserier av strømhastigheten og -retningen). Figur 5.2.5 og Figur 5.2.6 gir informasjon om maksimal strømsstyrke i de ulike himmelretningene.



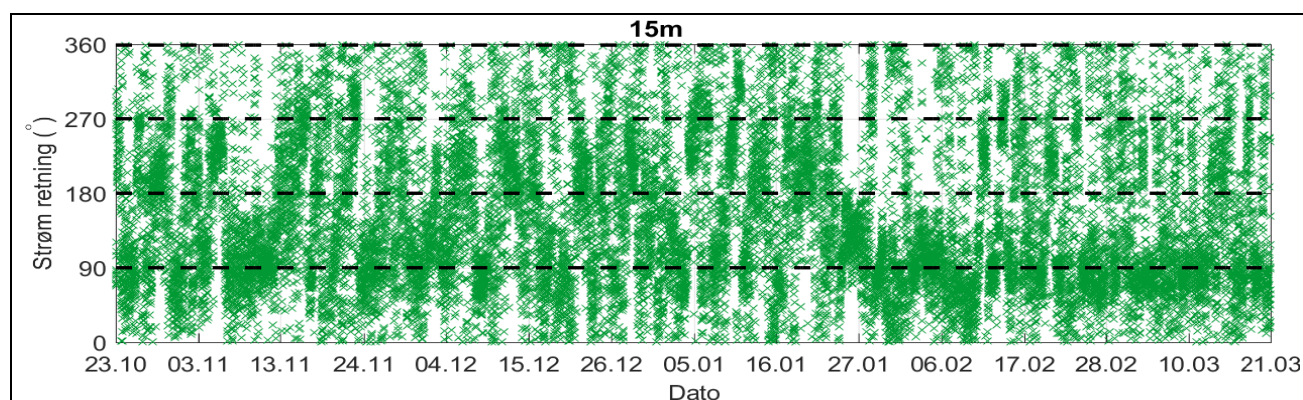
Figur 5.2.1. Tidsserie for målt strømhastighet på 5m under måleperioden.



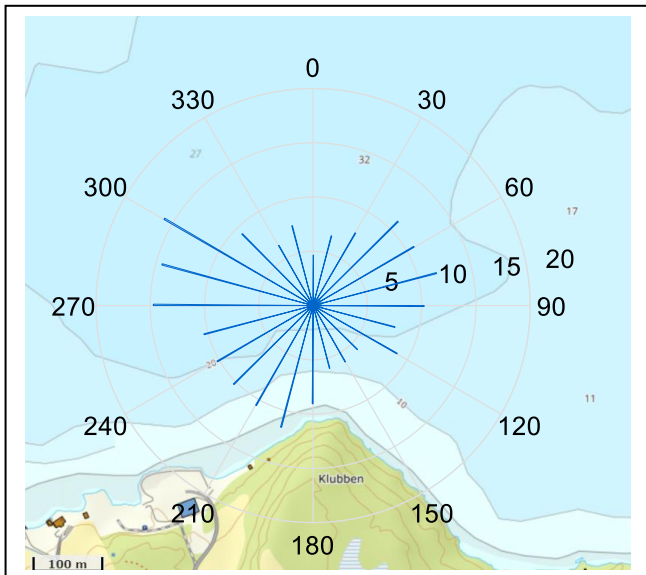
Figur 5.2.2. Tidsserie for målt strømretning på 5m under måleperioden.



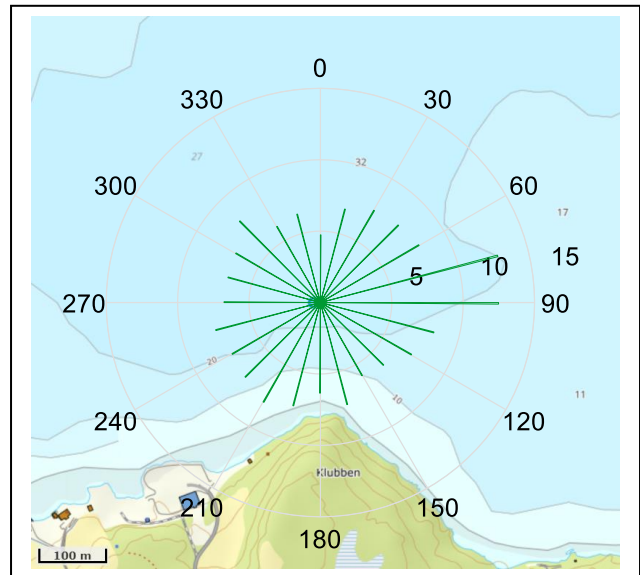
Figur 5.2.3. Tidsserie for målt strømhastighet på 15m under måleperioden.



Figur 5.2.4. Tidsserie for målt strømretning på 15m under måleperioden.



Figur 5.2.5. Høyeste målte strømhastighet i ulike retninger på 5m. Kartdatum: WGS84.



Figur 5.2.6. Høyeste målte strømhastighet i ulike retninger på 15m. Kartdatum: WGS84.

5.3 Strøm 10- og 50 års returperiode

Maks strømhastighet, 10- og 50-årsstrøm for 24 retningssektorer

Tabell 5.3.1 og Tabell 5.3.2 gir informasjon om 10- og 50 års returperiode for strøm på 5m og 15m, oppgitt for 24 retningssektorer. Retningssektoren er representert ved sektorens midtpunkt i andre kolonne.

5m

Tabell 5.3.1. Oppsummering av maks strømhastighet i ulike retninger under måleperioden på 5m, samt verdier for returperiode på 10 år (x1.65) og 50 år (x1.85).

Strømretning	Retningssektorens midtpunkt	Strømhastighet	Returperiode	
Mot	Grader (°)	Maks (cm/s)	10 år (cm/s)	50 år (cm/s)
Nord (337.5 - 22.5)	345	7.6	13	14
	0	4.6	8	9
	15	6.6	11	12
Nordøst (22.5 - 67.5)	30	7.7	13	14
	45	11.0	18	20
	60	10.8	18	20
Øst (67.5 - 112.5)	75	11.7	19	22
	90	10.2	17	19
	105	7.8	13	14
Sørøst (112.5 - 157.5)	120	8.9	15	16
	135	5.8	9	11
	150	6.0	10	11
Sør (157.5 - 202.5)	165	6.0	10	11
	180	9.0	15	17
	195	11.6	19	21
Sørvest (202.5 - 247.5)	210	10.6	17	20
	225	10.3	17	19
	240	10.2	17	19
Vest (247.5 - 292.5)	255	10.4	17	19
	270	14.7	24	27
	285	14.4	24	27
Nordvest (292.5 - 337.5)	300	15.9	26	29
	315	9.3	15	17
	330	6.4	11	12

15m

Tabell 5.3.2. Oppsummering av maks strømhastighet i ulike retninger under måleperioden på 15m, samt verdier for returperiode på 10 år (x1.65) og 50 år (x1.85).

Strømretning	Retningssektorens midtpunkt	Strømhastighet	Returperiode	
Mot	Grader (°)	Maks (cm/s)	10 år (cm/s)	50 år (cm/s)
Nord (337.5 - 22.5)	345	6.4	11	12
	0	4.7	8	9
	15	6.8	11	13
Nordøst (22.5 - 67.5)	30	7.5	12	14
	45	7.7	13	14
	60	8.0	13	15
Øst (67.5 - 112.5)	75	12.8	21	24
	90	12.5	21	23
	105	8.2	14	15
Sørøst (112.5 - 157.5)	120	7.3	12	14
	135	6.2	10	12
	150	5.9	10	11
Sør (157.5 - 202.5)	165	7.4	12	14
	180	6.3	10	12
	195	7.5	12	14
Sørvest (202.5 - 247.5)	210	8.0	13	15
	225	7.4	12	14
	240	7.1	12	13
Vest (247.5 - 292.5)	255	7.6	13	14
	270	6.8	11	12
	285	6.7	11	12
Nordvest (292.5 - 337.5)	300	6.9	11	13
	315	8.0	13	15
	330	6.1	10	11

Dimensjonerende strøm

I tabellene over er det, ved hjelp av multiplikasjonsfaktor på 1.65 og 1.85, beregnet 10-års og 50-års returperiode for strømmen. Maks 50-års strøm er 29cm/s. Fordi utregnet dimensjonerende strømhastighet for 50 års returperiode ligger under 50 cm/s, må den økes til 50 cm/s (se vedlegg 11.8). De andre verdiene i strømmrosen skal økes med tilsvarende faktor. Faktoren for økningen (X-faktor) til 50 cm/s er på 1.72, se Tabell 5.3.3 og Tabell 5.3.4.

Multiplikasjonsfaktor - 5 meter

Tabell 5.3.3. Oppjustert strømhastighet for returperiode 10 og 50 år i ulike retninger.

Strømretning	Retningssektorens midtpunkt	Strømhastighet	X-Faktor 1.72	Returperiode	
Mot	Grader (°)	Maks (cm/s)	Oppjustert maks (cm/s)	10 år (cm/s)	50 år (cm/s)
Nord (337.5 - 22.5)	345	7.6	13.1	22	24
	0	4.6	8.0	13	15
	15	6.6	11.4	19	21
Nordøst (22.5 - 67.5)	30	7.7	13.3	22	25
	45	11.0	18.9	31	35
	60	10.8	18.5	31	34
Øst (67.5 - 112.5)	75	11.7	20.2	33	37
	90	10.2	17.6	29	33
	105	7.8	13.4	22	25
Sørøst (112.5 - 157.5)	120	8.9	15.3	25	28
	135	5.8	9.9	16	18
	150	6.0	10.3	17	19
Sør (157.5 - 202.5)	165	6.0	10.3	17	19
	180	9.0	15.6	26	29
	195	11.6	19.9	33	37
Sørvest (202.5 - 247.5)	210	10.6	18.2	30	34
	225	10.3	17.7	29	33
	240	10.2	17.6	29	33
Vest (247.5 - 292.5)	255	10.4	17.9	29	33
	270	14.7	25.3	42	47
	285	14.4	24.8	41	46
Nordvest (292.5 - 337.5)	300	15.9	27.3	45	50
	315	9.3	16.0	26	30
	330	6.4	11.0	18	20

Multiplikasjonsfaktor - 15 meter

Tabell 5.3.4. Oppjustert strømhastighet for returperiode 10 og 50 år i ulike retninger.

Strømretning	Retningssektorens midtpunkt	Strømhastighet	X-Faktor 1.72	Returperiode	
Mot	Grader (°)	Maks (cm/s)	Oppjustert maks (cm/s)	10 år (cm/s)	50 år (cm/s)
Nord (337.5 - 22.5)	345	6.4	11.0	18	20
	0	4.7	8.2	13	15
	15	6.8	11.6	19	22
Nordøst (22.5 - 67.5)	30	7.5	12.8	21	24
	45	7.7	13.2	22	24
	60	8.0	13.7	23	25
Øst (67.5 - 112.5)	75	12.8	22.1	36	41
	90	12.5	21.5	35	40
	105	8.2	14.1	23	26
Sørøst (112.5 - 157.5)	120	7.3	12.6	21	23
	135	6.2	10.7	18	20
	150	5.9	10.1	17	19
Sør (157.5 - 202.5)	165	7.4	12.7	21	24
	180	6.3	10.9	18	20
	195	7.5	12.9	21	24
Sørvest (202.5 - 247.5)	210	8.0	13.8	23	26
	225	7.4	12.7	21	24
	240	7.1	12.3	20	23
Vest (247.5 - 292.5)	255	7.6	13.0	22	24
	270	6.8	11.6	19	21
	285	6.7	11.5	19	21
Nordvest (292.5 - 337.5)	300	6.9	11.8	19	22
	315	8.0	13.8	23	26
	330	6.1	10.6	17	20

Maks strømhastighet, 10- og 50-årsstrøm for 8 retningssektorer

Verdier for returperiode på 10 år (x1.65) og for returperiode på 50 år (x1.85). Retningen til den maksimale strømhastigheten innenfor en bestemt retningssektor er oppgitt i raden under makshastighetene. Tabellene skal benyttes ved dimensjonering av anlegget.

Tabell 5.3.5. 10-års og 50-års strømhastighet (cm/s) per retningssektor på 5m.

	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Strøm	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°
Maks (cm/s)	7.6	11.0	11.7	8.9	11.6	10.6	14.7	15.9
Oppjustert maks (cm/s)	13.1	18.9	20.2	15.3	19.9	18.2	25.3	27.3
Retning (°)	342	46	69	119	192	207	272	296
10-år (cm/s)	22	31	33	25	33	30	42	45
50-år (cm/s)	24	35	37	28	37	34	47	50

Tabell 5.3.6. 10-års og 50-års strømhastighet (cm/s) per retningssektor på 15m.

	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Strøm	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°
Maks (cm/s)	6.8	8.0	12.8	7.3	7.5	8.0	7.6	8.0
Oppjustert maks (cm/s)	11.6	13.7	22.1	12.6	12.9	13.8	13.0	13.8
Retning (°)	12	65	79	116	196	209	258	316
10-år (cm/s)	19	23	36	21	21	23	22	23
50-år (cm/s)	22	25	41	23	24	26	24	26

5.4 Strømkomponenter

Strømbildet på en lokalitet er komplisert og kan ha veldig store sesongvariasjoner avhengig av de ulike komponentene som bidrar til strømmen, inkludert tidevannsstrøm, vindhastighet og -retning, utbrudd fra kyststrømmen, vårflom og ismelting.

Tidevannsstrøm

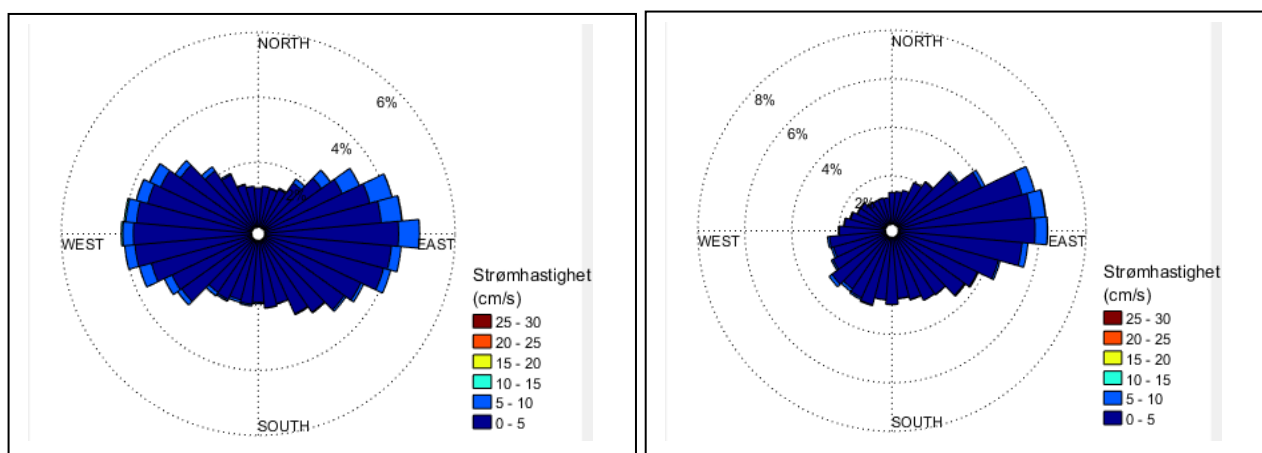
Målingen er gjennomført i 149 dager for begge dyp, springflo-nippflo tidevannssykluser er oppgitt i Figur 11.7.1 og Figur 11.7.2.

Hovedstrømretning på 5m og 15m dyp er mot østlige – vestlige retninger (Figur 5.4.1). Tidevannsellipsen er smal, noe som indikerer at den har to motsatt rettede hovedstrømretninger, men tidevannsellipsen er imidlertid liten i forhold til strømmellipsen (Figur 5.4.1 og Figur 11.3.3). Dette indikerer at andre faktorer i tillegg til tidevannet påvirker det totale strømbildet.

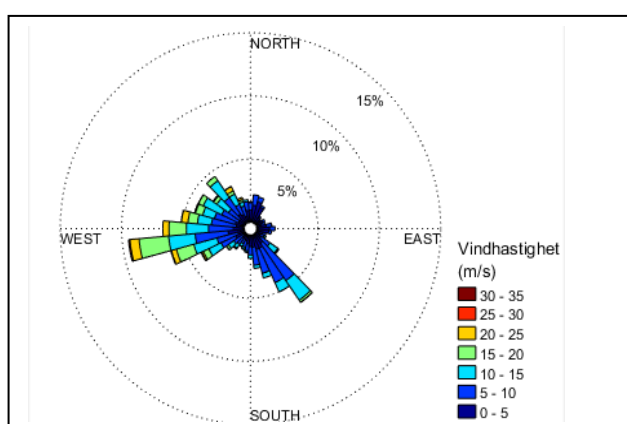
Tabell 5.4.1. Tidevannsanalyse av målt data som indikerer prosentandel av strømhastigheten som er forårsaket av tidevann for delmåleperiode 2-4.

% av strømhastighet forårsaket av tidevann	5m	15m
Måleperiode 2	21.7	13.7
Måleperiode 3	16.5	13.8
Måleperiode 4	14.0	9.5

Delmåleperiode 1 var kun 14 dager, og er dermed ikke inkludert.



Figur 5.4.1. Strømrose på 5m (venstre) og på 15m (høyre). Strøm er mot oppgitt retning.

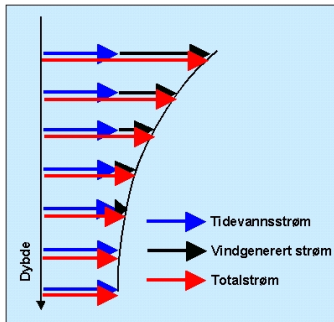


Figur 5.4.2. Vindrose under strømmåleperioden. Fra oppgitt retning.

Vindgenerert strøm

Vindgenerert strøm er en overflatestrøm som ikke når veldig langt ned i vandypet, og dens betydning avtar raskt nedover i vannsøylen.

Figur 5.4.3 viser bidragene fra vindgenerert strøm og tidevannsstrøm nedover i vannsøylen. Strøm på 5m er derfor mindre påvirket av vind enn strøm fra overflaten og ned til ca. 2-3m.



Figur 5.4.3. Vertikalfordeling av strømforhold (Vannstand.no).

Vindindusert strømhastighet på overflaten kan utgjøre opptil 2-3% av vindhastigheten, men innflytelsen på strømmen er i stor grad kontrollert av topografien i området rundt målestasjonen (Howe et al., 2010, SINTEF, 2005). Som regel kan vinkelforskjellen i retning mellom vind og vindindusert overflatestrømmen variere mellom 10 grader i grunne kystområder til 45 grader i enkelte åpne havområder. Vedvarende, sterk vind som blåser langs en lang og nokså rett fjord, vil kunne sette opp en betydelig vindstrøm (NS 9415:2009). Vindstrøm er vurdert å bli aktuelt for denne lokaliteten, med vind fra N, NØ og SØ.

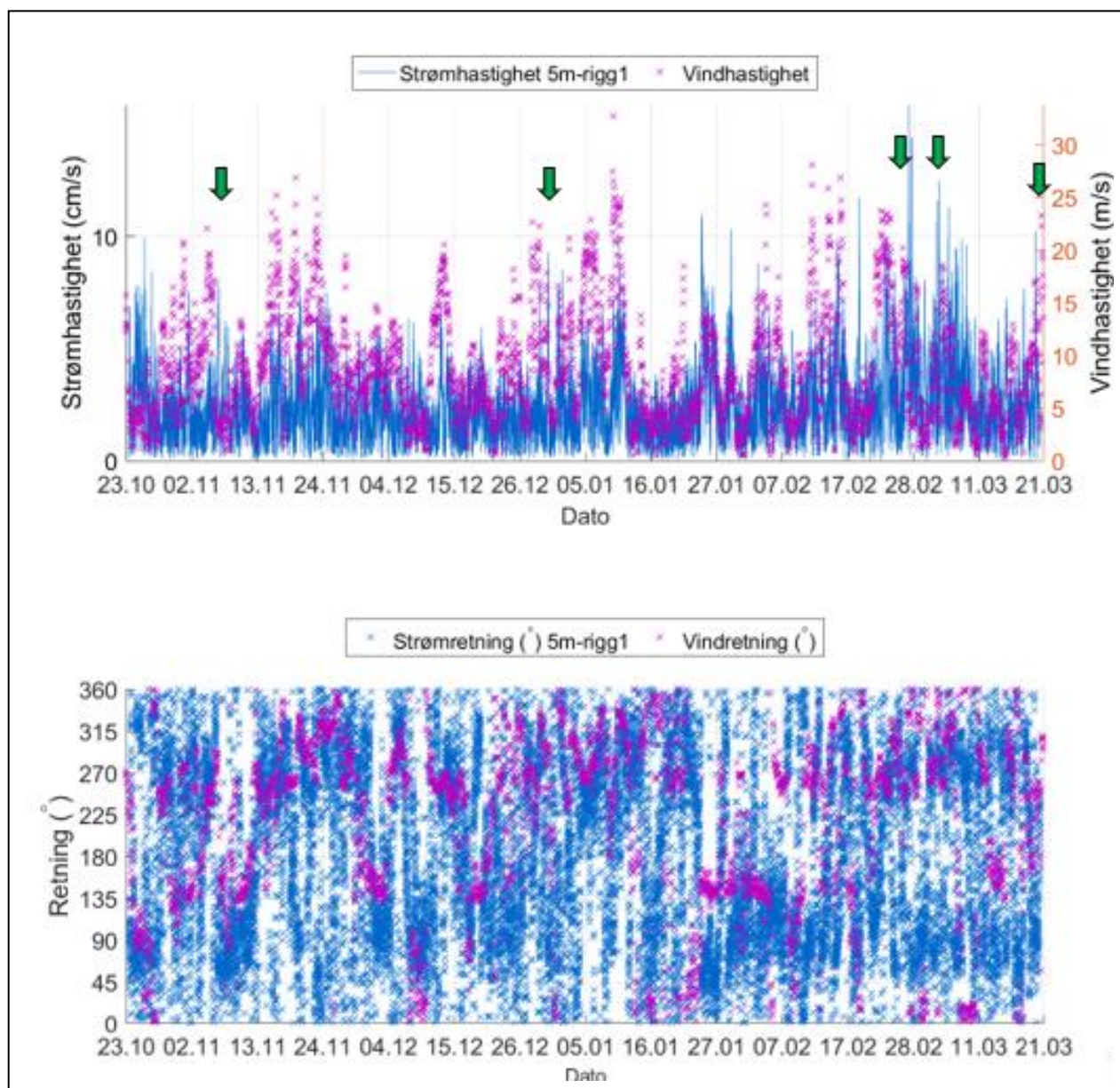
Måleperiode:

Vindhastighet og -retning fra nærmeste værstasjon, Kistefjell, gjennom strømmåleperioden, og strømhastighet og -retning er vist i Figur 5.4.1 og Figur 5.4.2. Kistefjell ligger 8.3 km Ø for anlegget. Ettersom værstasjonen ligger på et fjell (982moh) er ikke nødvendigvis vindretningen den samme på anlegget som på værstasjonen til enhver tid. Værstasjonen ligger i et område med ulikt terreng sammenlignet med topografien rundt anlegget (se Figur 5.4.5). Dermed forventes det forskjeller mellom vindretninger på værstasjonen og ved lokaliteten. Værstasjonen gir sannsynligvis likevel et bilde av vindens hovedretning og tidspunkt for økt vindhastighet som er representativt for lokaliteten.

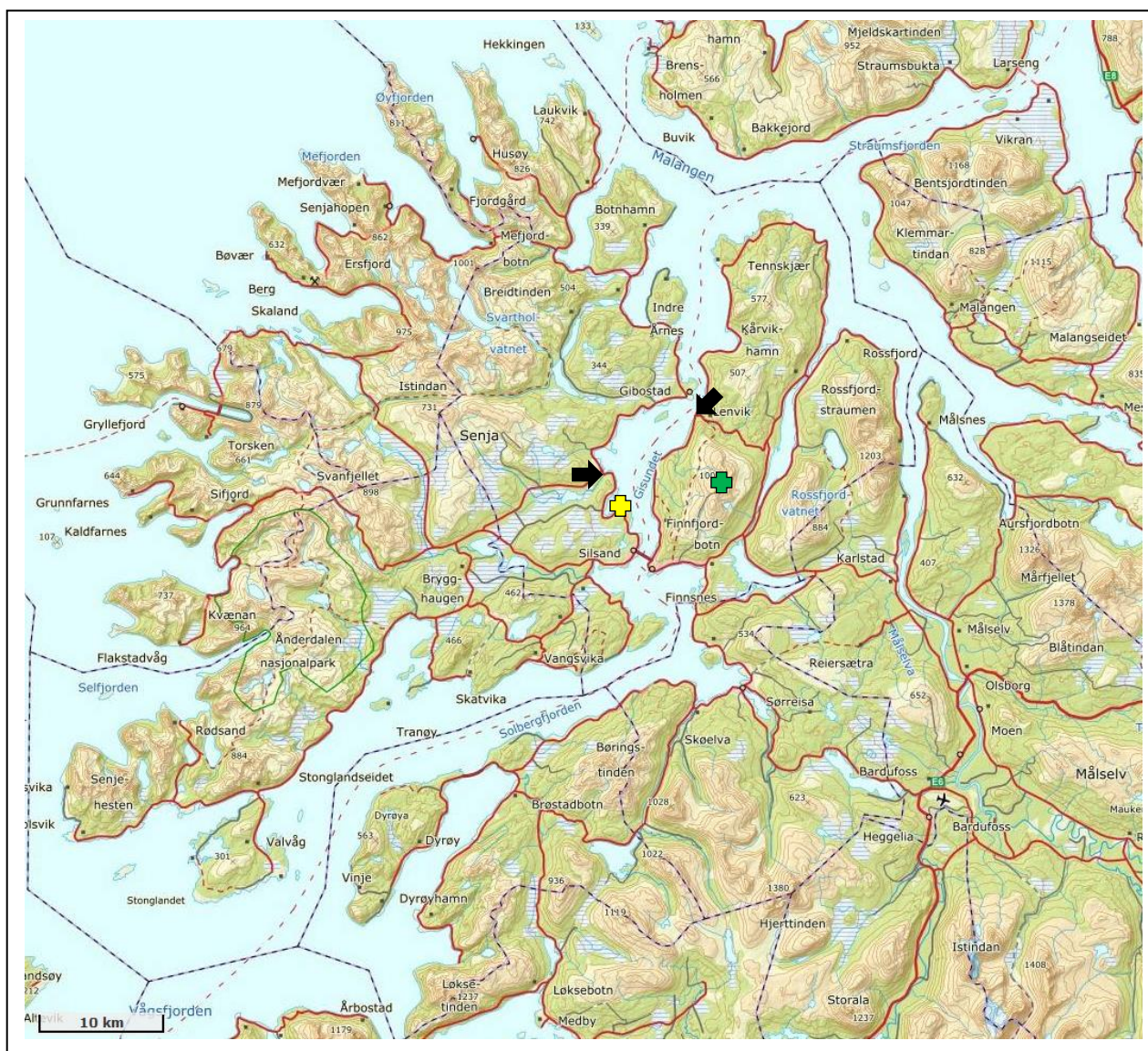
Under måleperioden hadde høyeste vindhastighet retning fra V. Dominerende vindretning var fra V og deretter NV og SØ.

Strømtopper over 8 cm/s ble sammenlignet med vinddata fra Kistefjell. De grønne pilene (Figur 5.4.4) indikerer når retningen til de undersøkte strømtoppene samsvarte med vindretningen på Kistefjell.

Hvis de lokale vindforholdene var like de på Kistefjell under måleperioden, er det vurdert at vind fra V og NV kan ha påvirket strøm mot Ø og SØ, og at vind fra N kan ha påvirket strøm mot S.



Figur 5.4.4. Strøm- og vindhastighet (øverst) og strøm- og vindretning (nederst) under måleperioden. Grønne piler indikerer hvor vind muligens har påvirket strømmen.



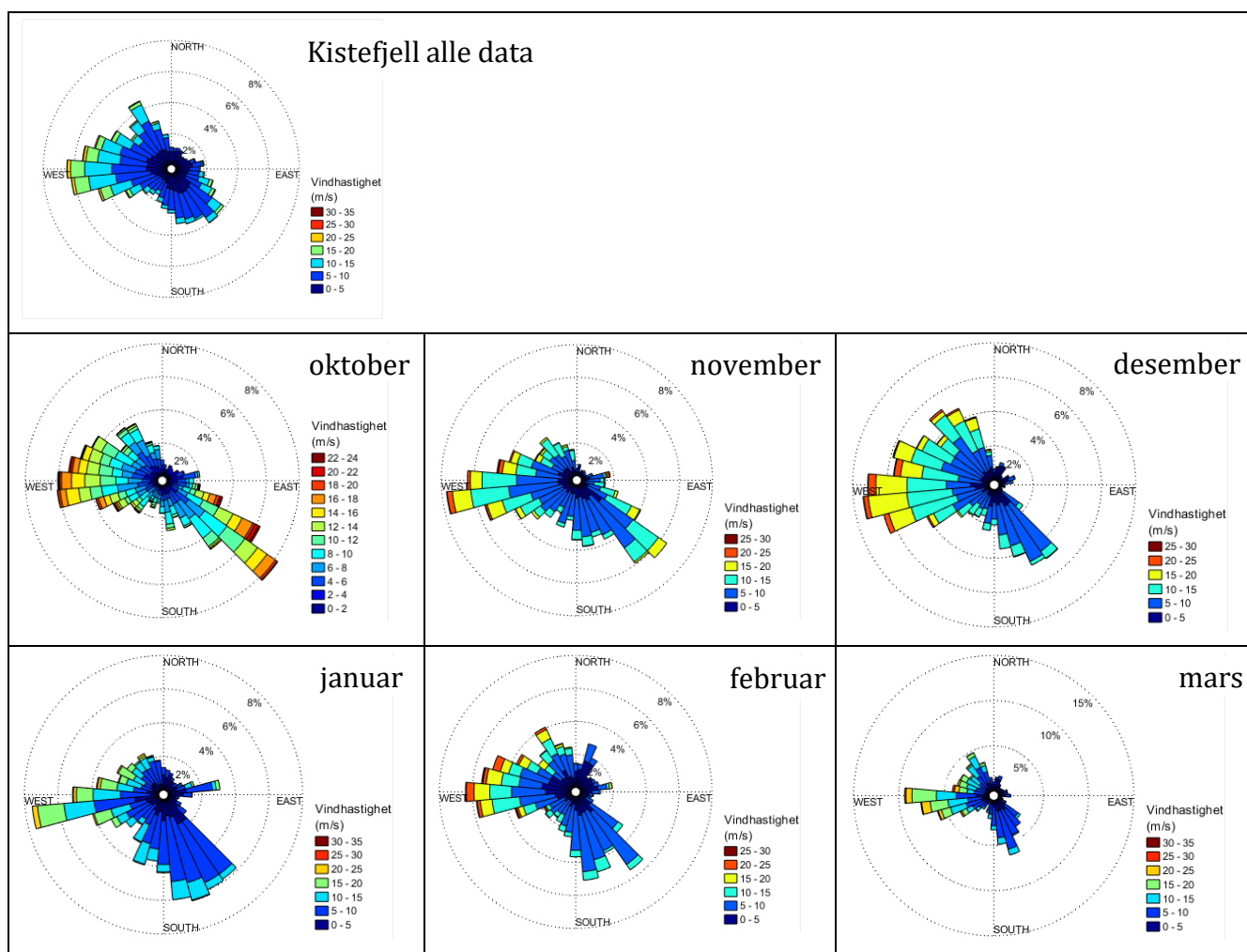
Figur 5.4.5. Posisjonen til Kistefjell værstasjon (markert med ✚) i forhold til strømmålernes posisjon (markert med ✚). Posisjonen til ferskvannsavrenning fra 2 elver som er gitt i Figur 5.4.7 er markert med ↑. Kartet er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy. Kartdatum: WGS84.

Sesonginnflytelse:

Måleperioden var 23. oktober 2018 – 21. mars 2019 (høst, vinter, vår).

Kistefjell har maks månedlige vindhastighet i januar, mars og juni (vinter, vår og sommer) (Åkerblå, 2019b). Maks vindhastighet var lavest i juli og august (sommer).

Vindretning på Kistefjell har høyest frekvens fra retningene V og deretter NV, SØ. Vind på Kistefjell blåser minst fra retningene NØ (Åkerblå, 2019b).



Figur 5.4.6. Vindrose på Kistefjell, 2014 – 2018. Hele perioden øverst til venstre, og enkeltmåneder i de resterende figurene.

Vindrosen fra Kistefjell under måleperioden (Figur 5.4.2) hadde lignende mønster som vindrosene for langtidsmålinger på Kistefjell 2014 – 2018 (Figur 5.4.6).

Maksimal vindhastighet fra V under måleperioden var 32.7m/s, mens for langtidsmålingene fra 2014 – 2018 var maks vindhastighet fra V på 31.6m/s, med 99 prosentil på 22.4m/s.

Maksimal vindhastighet fra NV under måleperioden var 26.8m/s, mens for langtidsmålingene fra 2014 – 2018 var maks vindhastighet fra NV 24.5m/s, med 99 prosentil på 19.9m/s.

Vinddata fra måleperioden viser at det var en del sterk vind i 2019, ettersom vind fra både V og NV var høyere i de første månedene i 2019 enn hele perioden fra 2014-2018.

Vind fra V, NV og N kan sette opp en vindstrøm og forårsake en økning i strøm mot Ø, SØ og S.

Oppstuvning

Vedvarende vind inn i en fjord kan føre til oppstuvning av vann som vil fosse tilbake (ut av fjorden) når vinden løyer. Oppstuvning er vurdert ha liten betydning for denne lokaliteten, fordi den ikke ligger i en lukket fjord, men i et sund mellom to fjordsystemer. Eventuelle oppstuvningstilfeller i Solbergfjorden eller Malangen vil sannsynligvis ha liten påvirkning på strømmen ved Klubben.

Utbrudd fra kyststrømmen

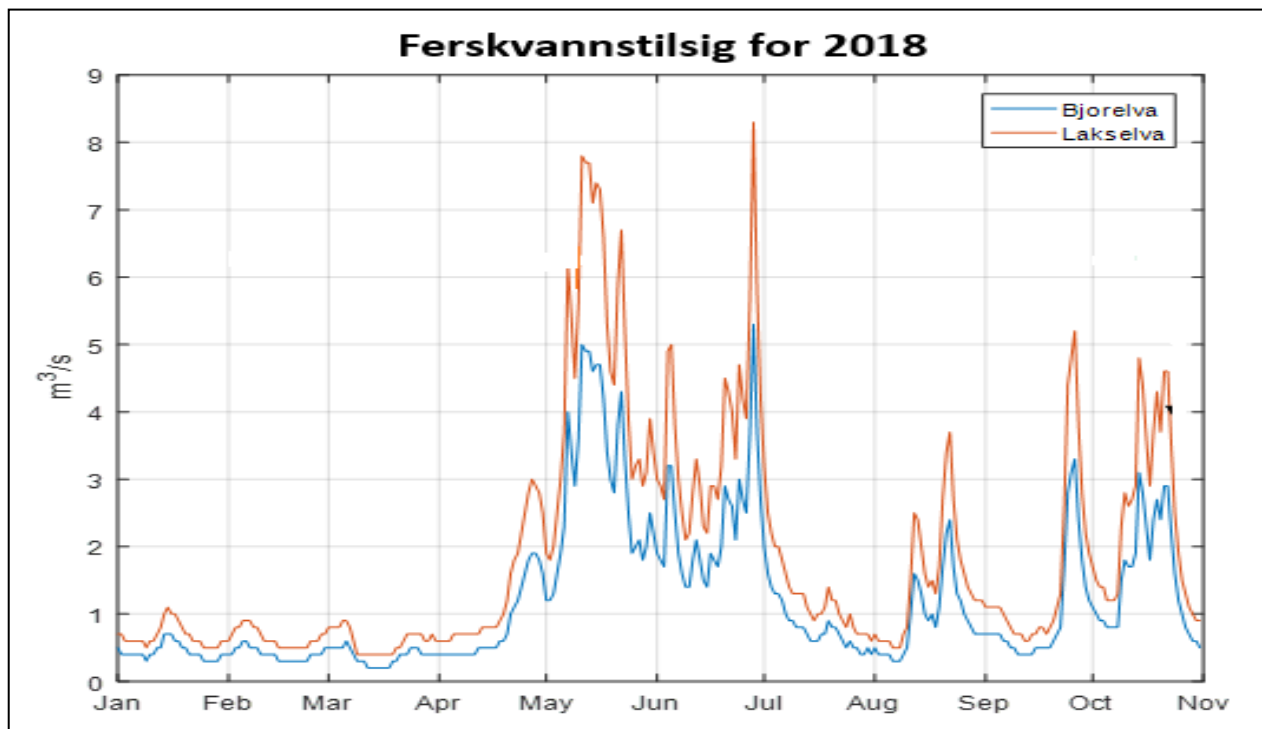
Utbrudd fra kyststrømmen kan føre til en økning i strømhastighet (SINTEF, 2005). Kyststrømmen går nordover langs norskekysten og utbrudd fra kyststrømmen kan gå inn i fjordene langs Vestlandet. Kyststrømmen deler seg i to vest for Grip på grunn av bunntopografien. Variable vindforhold vil føre til at strømmen varierer mye, men ligger vanligvis mellom 0.1 – 0.3 m/s, nord for Stadt (Department of Energy, 1990; Breen, 1986). Om vinteren er det fremherskende sørvestlige / sørlige vinder som fører til at kyststrømmen har en sterkere komponent mot land på denne årstiden (Breen, 1986).

Strømmen på lokaliteten blir sannsynligvis ikke påvirket av utbrudd av kyststrømmen fra Skagerrak under normale forhold grunnet beliggenhet langt nord for Skagerrak. Det er vurdert som lite sannsynlig at kyststrømmen vil ha noen påvirkning på lokaliteten pga anleggets posisjon i et sund mellom to fjordsystemer med terskler.

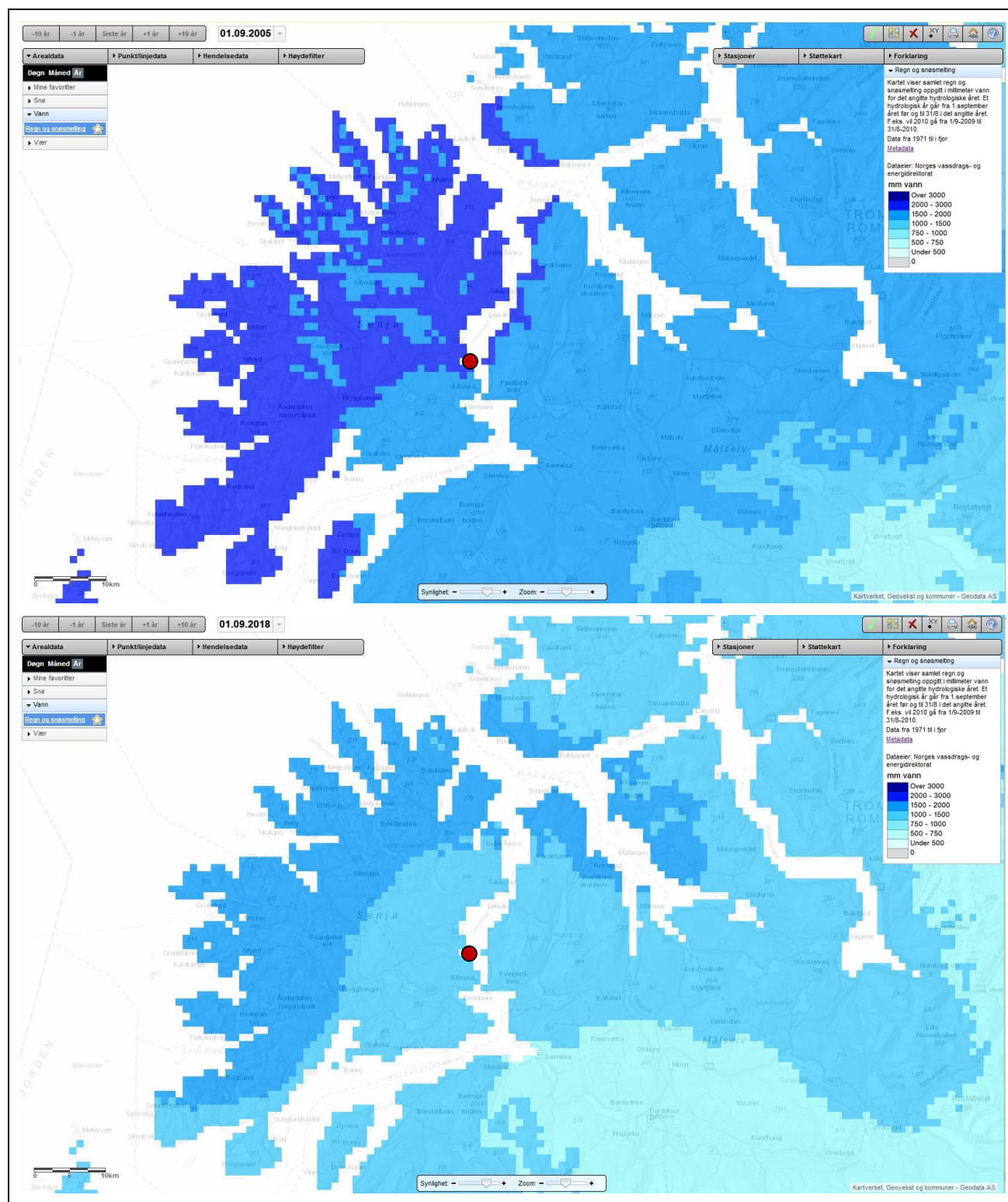
Vårflom / issmelting

Med stor ferskvannstilførsel fra is, snøsmelting eller nedbør kan strømhastigheten på en lokalitet øke kraftig. Dette skjer typisk mellom april og juni. I slike tilfeller øker strømhastigheten på overflaten med kraftig utstrømming som kan variere mellom 0.1 - 4 m/s (Howe, 2010). For å dokumentere en slik påvirkning må det tas strømmålinger i en periode dette kan være aktuelt. Dette er aktuelt for Klubben på grunn av plasseringen i et sund med flere ferskvannskilder i nærheten.

Figur 5.4.7 viser ferskvannsavrenning i atore deler av 2018 fra to av de største elvene i området. Figur 5.4.8. gir et bilde på regn- og snøsmelting i området rundt anlegget for de hydrologiske årene 2005 og 2018, som var de årene iløpet av de siste 14 årene som hadde størst (2005) og i fjor (2018) mengde regn og snøsmelting rundt lokaliteten Klubben.



Figur 5.4.7. Ferskvannsavrenning i januar til november 2018 fra Bjorelva og Lakselva (Åkerblå 2018b). Posisjonene for de 2 elvene er vist i Figur 5.4.5. Data er produsert ved NVE og er hentet og tilrettelagt av Jon Albretsen ved Havforskningsinstituttet.



Figur 5.4.8. Regn og snøsmelting rundt plassering av anlegget (●) for for det hydrologiske året 2005 (øverst) og det hydrologiske året 2018 (nederst). Kart hentet fra senorge.no. Kartdatum: WGS84.

5.5 Diskusjon

Hovedstrømretning på 5m og 15m dyp er mot østlige – vestlige retninger. Dette stemmer med anleggets beliggenhet i forhold til bunntopografien i området.

Strøm på Klubben er vurdert å bli påvirket av strømkomponentene tidevann, vind og vårflom/issmelting, men ikke nevneverdig av oppstuvning eller utbrudd fra Kyststrømmen. Mulig påvirkning på strømmen fra strømkomponentene er tatt hensyn til gjennom økning av strømhastighetene med multiplikasjonsfaktorer.

Data har blitt kvalitetssikret gjennom egne prosedyrer og feilmålinger har blitt eliminert.

5.6 Konklusjon

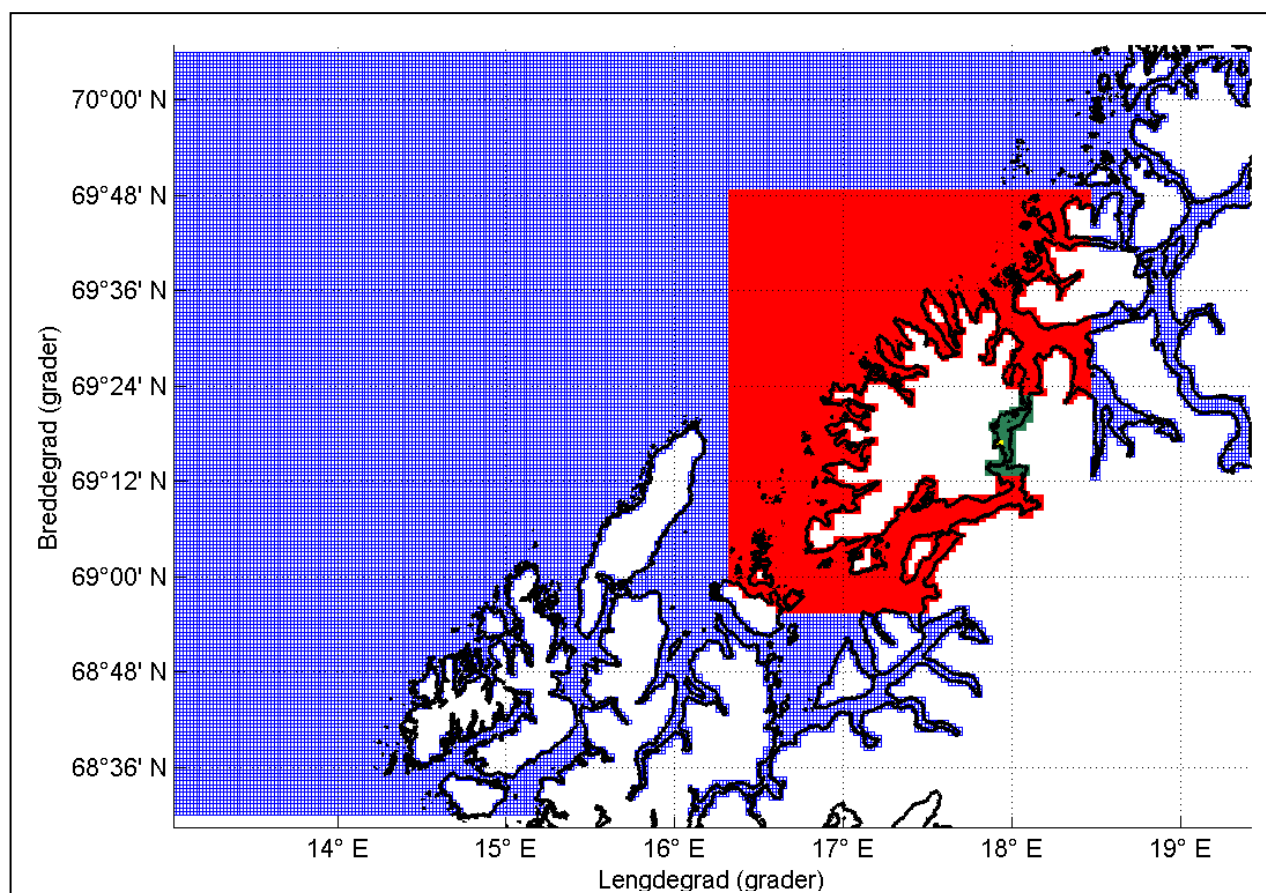
Etter NS 9415:2009 har lokaliteten en maksimal 10-års og 50-års strøm på hhv 45 og 50 cm/s på 5m og 36 og 41 cm/s på 15m.

6. Bølger

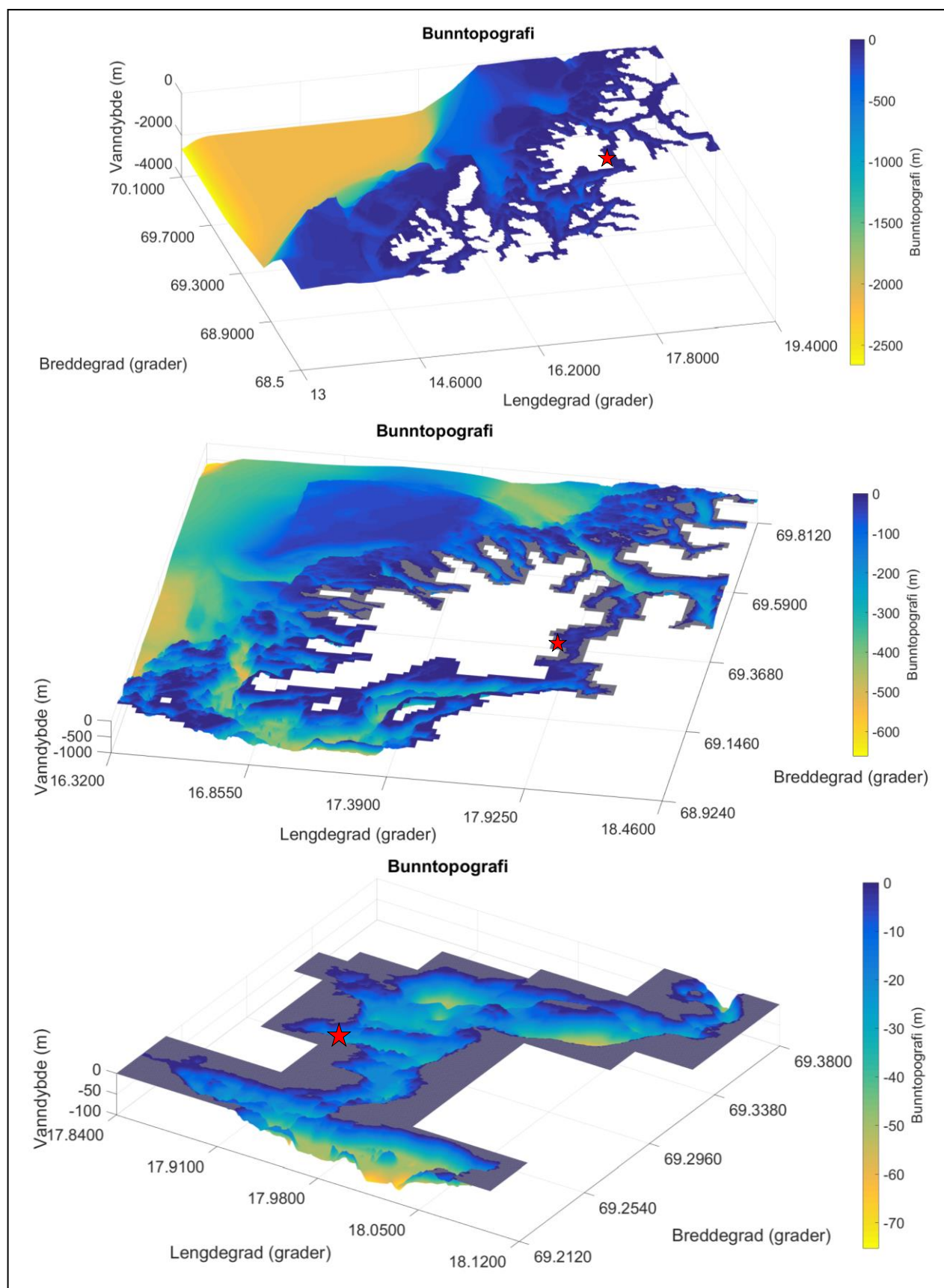
Ut fra Norsk Standard 9415, i henhold til krav på lokalitetsrapport, skal det beregnes maksimal opptredende signifikant bølgehøyde med returperiode på 10 og 50 år for 8 himmelretninger.

Programmet SWAN (Booij et al., 1999) er benyttet for å beregne vindbølger på lokaliteten med dybde data fra Statens kartverk Sjø (Kystkartverket, 2006) samt oppmålte data fra multistråle ekkolodd tilkoblet Olex.

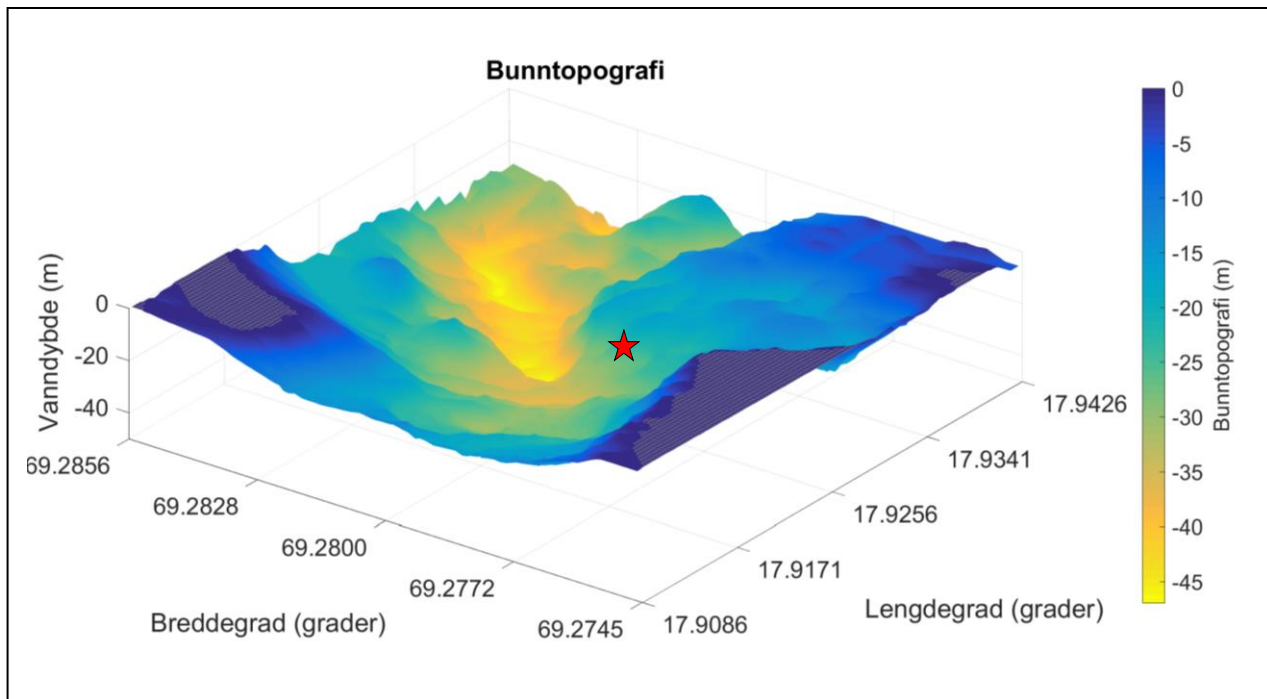
For mer informasjon om vind og bølgedataene, se Bølger 11.4.



Figur 6.1. Inndelinger brukt i bølgeberegningen fra havområdet utenfor til nærområdet rundt lokalitet. Gridoppløsning er 1 x 1km offshore (blå); 200 x 200m (rød), 50 x 50m (grønn) og 10 x 10m (gul). Gridpunkter som ligger over land er definert som land i modellen og vil ikke generere bølger.



Figur 6.2. Modellert bunntopografi. Øverst: 1000 x 1000m grid, i midten: 200 x 200m grid, nederst: 50 x 50m grid. Land er vist med grå farge eller hvit. Anleggets plassering er markert med ★.



Figur 6.3. Modellert bunntopografi. 10 x 10m grid. De grå feltene indikerer landpunkter. Anleggets plassering er markert med ★.

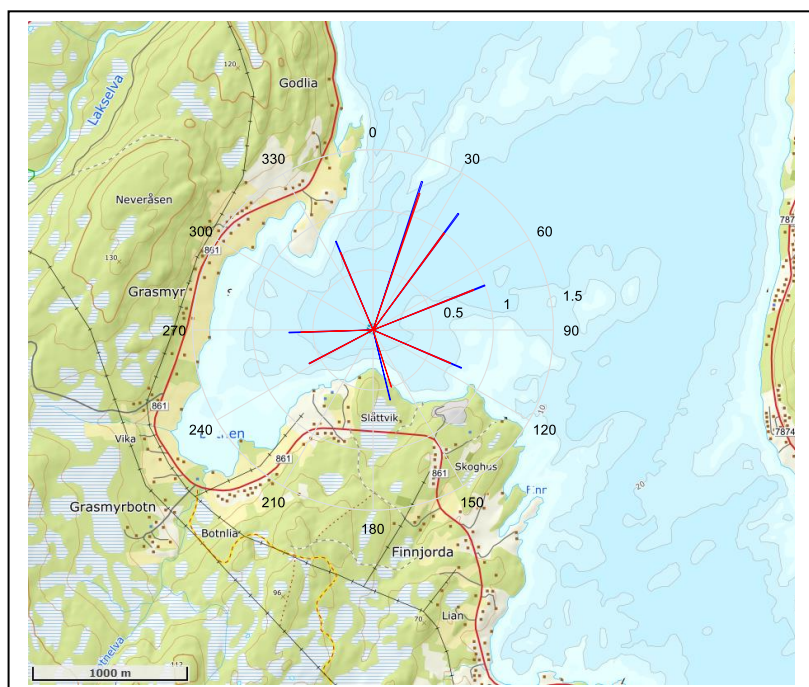
6.1 Vindbølger

Vindforholdene på lokaliteten er bestemt i henhold til NS-EN 1991-1-4 og vedlegg 11.4.1. Tabell 6.1.1 og viser vindstyrke (m/s), signifikant bølgehøyde (Hs), pikperiode (Tp) og bølgeretning (grader) for 10- og 50-års returperiode.

Høyeste vindbølger på anlegget er 1.3m fra retning 18° (N). De er generert av vind fra N.

Tabell 6.1.1. 10- og 50-års returperiode for vindbølger på anlegget. Vindverdiene oppgitt i tabellen er strøkvind (V_{st}).

	10 år				50 år			
		Bølger på anlegget				Bølger på anlegget		
Vind retning	V_{st} (m/s)	Hs (m)	Tp (s)	Retning (°)	V_{st} (m/s)	Hs (m)	Tp (s)	Retning (°)
Nord (337.5 - 22.5°)	23	1.2	3.7	19	26	1.3	4.0	18
Nordøst (22.5 - 67.5°)	20	1.0	3.7	36	23	1.2	3.9	36
Øst (67.5 - 112.5°)	23	0.9	3.0	68	26	1.0	3.2	68
Sørøst (112.5 - 157.5°)	23	0.7	2.7	113	26	0.8	2.9	113
Sør (157.5 - 202.5°)	23	0.5	1.9	162	26	0.6	2.0	166
Sørvest (202.5 - 247.5°)	26	0.6	2.3	242	28	0.6	2.5	242
Vest (247.5 - 292.5°)	26	0.6	2.3	268	28	0.7	2.5	268
Nordvest (292.5 - 337.5°)	23	0.7	2.9	337	26	0.8	3.0	337



Figur 6.1.1. Rosediagrammet viser 10- og 50-års vindgenererte signifikant bølgehøyde i henholdsvis rødt og blått. Kartdatum: WGS84.

6.2 Havbølger

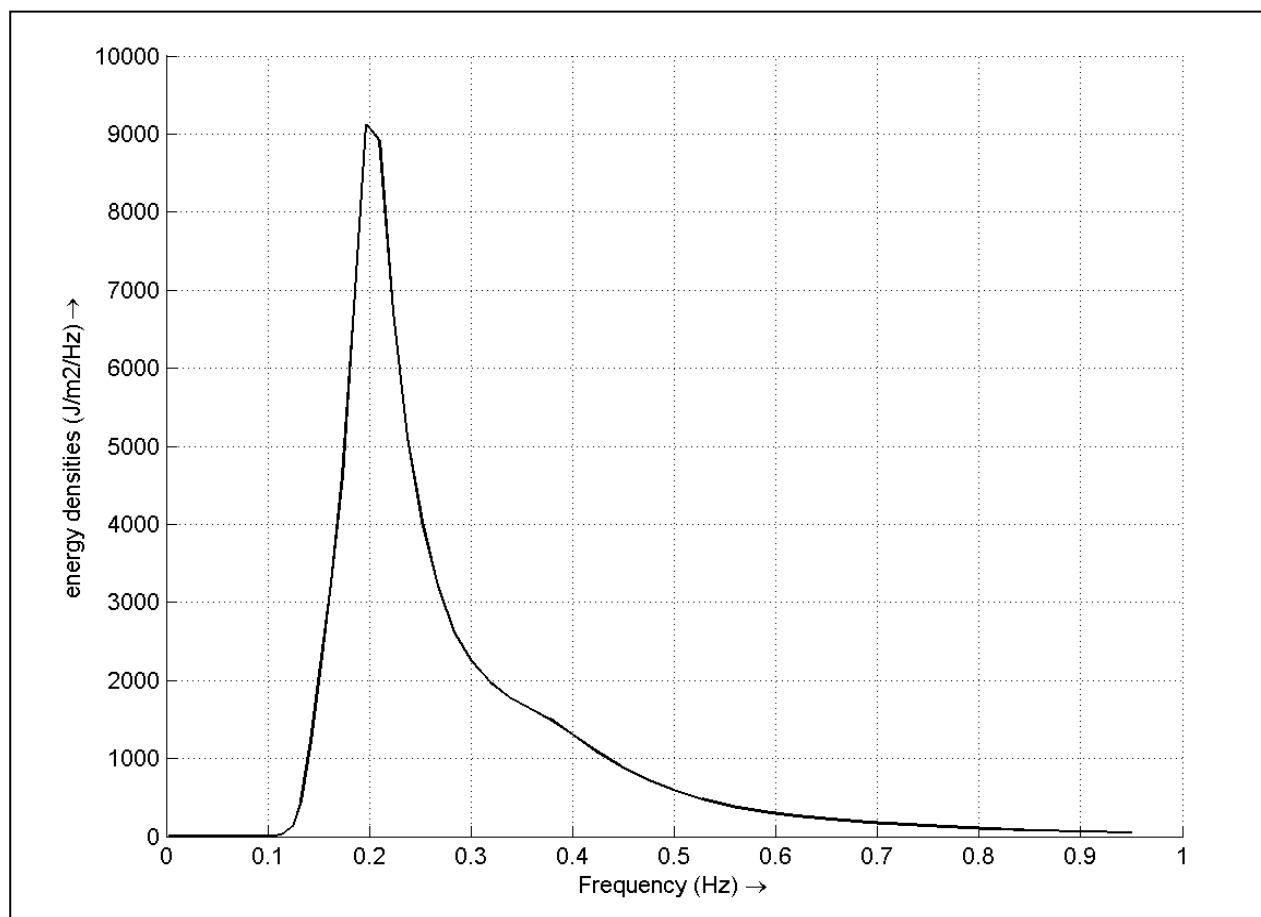
Området til lokaliteten er beskyttet fra havbølger fra åpent hav. Det er ikke forventet at havdønninger forplanter seg inn til lokaliteten. Offshore bølgetilstand er beregnet ved hjelp av ekstremverdianalyse av NCEP modelldata ved bestemte punkter langs norskekysten.

Tabell 6.2.1 og viser 10-års og 50-års returperiode for signifikant bølgehøyde (Hs) og pikperiode (Tp), samt bølgeretning (grader), for havbølger.

Tabell 6.2.1. 10-års og 50-års returperiode for havbølger på anlegget.

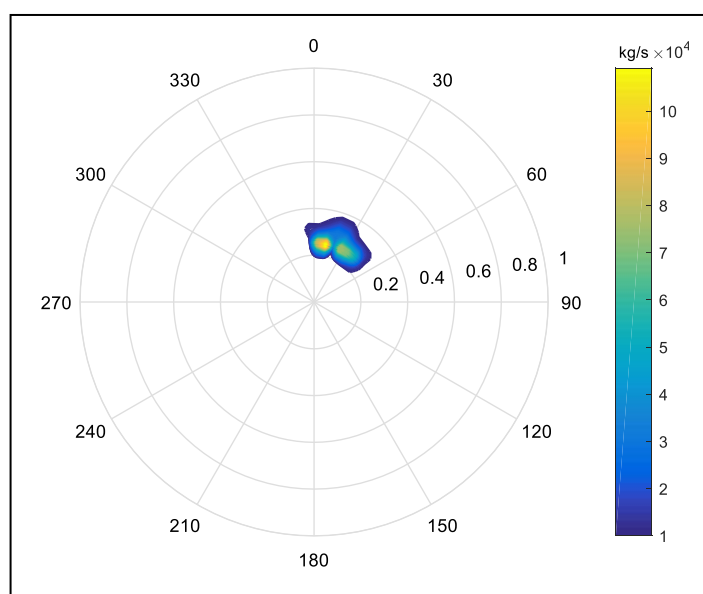
	10 år					50 år				
Offshore	Offshore		Bølger på anlegget			Offshore		Bølger på anlegget		
Retning	Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp (s)	Retning (°)	Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp (s)	Retning (°)
Nord	9.1	14.4	0.0	-	-	10.6	15.0	0.0	-	-
Sørvest	12.2	16.0	0.0	-	-	14.1	16.5	0.0	-	-
Vest	11.0	15.1	0.0	-	-	12.8	16.0	0.0	-	-
Nordvest	9.1	14.4	0.0	-	-	10.6	15.0	0.0	-	-

Ingen havbølger forplanter seg inn til anlegget. Derfor var ingen kombinertbølger beregnet for Klubben.



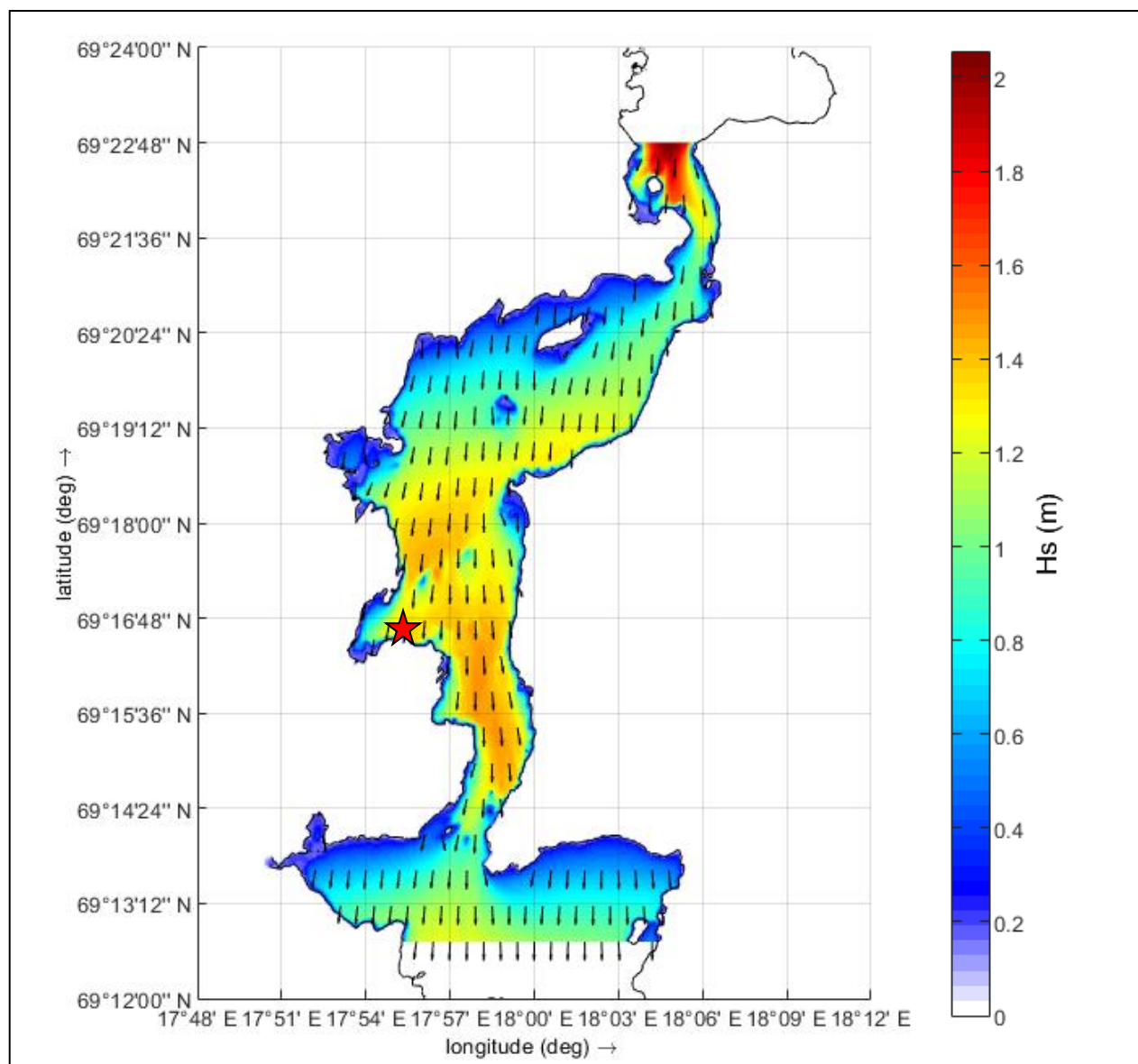
Figur 6.2.1. Energitetthet for største bølge på anlegget (svart).

De mest energirike bølgene er de med periode på 4 – 5 sekunder (Figur 6.2.1).



Figur 6.2.2. Bølgeretningspektrum for de største bølgene på anlegget (venstre) og flåte (høyre).

Med vind fra N kan bølger på anlegget komme fra retninger mellom omtrent N – NØ (360° – 60°). De høyeste bølgene med mest energi er markert med gul på Figur 6.2.2.



Figur 6.2.3. Vindbølgespredning mot lokaliteten (★), 50-års bølger med vind fra N.

6.3 Bølgekomponenter

Vindbølger

Vinden overfører energi til vannflaten i den retning den blåser og også over en betydelig vinkelåpning til den vindretningen (Saville Jr., 1945). Bølgers utvikling på grunn av vind er begrenset av lokal topografi, bunntopografi og vindvarighet (Smith, 1991). Modellen SWAN er brukt for å beregne bølgehøyde og -periode.

På anlegget er vindgenererte bølger vurdert som viktigste bølgekomponent.

De høyeste bølger bygger seg opp når vind blåser fra N eller NØ på grunn av høy vindhastighet og lang strøklengde i disse retningene. De laveste bølgene bygger seg opp når vind blåser fra S og SV.

Havbølger og kombinertbølger

Havbølger er bølger med lang bølgelengde (ca. 10-20s) som kommer inn til kysten (SINTEF, 2005). Bølgene er utviklet langt fra lokaliteten, og har reist langt på dypt vann fra stedet de ble generert. Forplantingsretningen er derfor ikke nødvendigvis den samme som retningen til lokal vindssjø.

Anlegget er beskyttet fra åpent hav og havbølger er vurdert å ikke forplante seg inn der. Derfor er ingen kombinertbølger beregnet for lokaliteten.

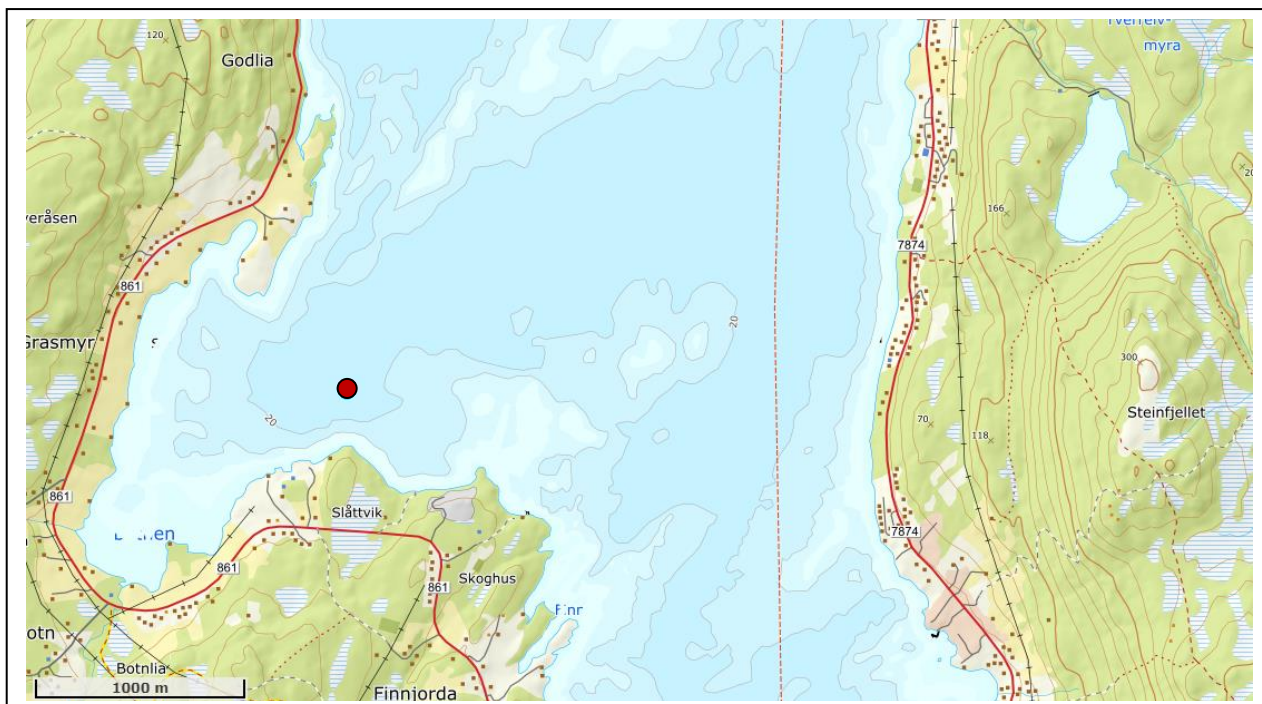
Skipsgenererte bølger, bølgetog og bølgerrefleksjon

Båter kan generere bølger som i noen tilfeller kan overskride vindgenererte bølger, men bølgehøyden avtar eksponentielt med avstand fra seillinje. Skipsgenerert bølgehøyde er også avhengig av type skip og skipets hastighet (Dam et al. 2005, Hoffmann et al., 2008). Hofmann et al. (2008) har oppgitt noen eksempler på skipsgenererte bølger: ferge som skaper bølger med høyde 0.04-0.15m og periode på ca. 3.7sek og passasjerskip som skaper bølger med høyde 0.1-0.5m og periode på ca. 2.9sek. For at skipsgenererte bølger skal kunne påvirke anlegget og føre til høyere bølger enn den dimensjonerende vindbølgen, må bølger fra skip skapes samtidig som vindbølger påvirker anlegget, og bølgene må ha en retning som fører til at vind- og skipsgenererte bølger bygges opp.

Anlegget ligger 2.03km (1.10Nm) fra nærmeste farled (Figur 6.3.1). Bølgehøyden på anlegget er derfor vurdert til å ikke bli påvirket av skipsgenererte bølger på grunn av plassering relativt langt fra trafikkert skipsled.

Anlegget vurderes ikke som utsatt for bølgetog på grunn av plassering (ikke plassert hvor to forskjellige bølgetog treffes). I tillegg har havbølger ingen innflytelse på lokaliteten.

Anlegget ligger ikke i nærheten av bratt bunntopografi eller landtopografi og er derfor vurdert å ikke bli påvirket av bølgerrefleksjon.



Figur 6.3.1. Plassering av anlegget (●) og avstand fra farled (den røde, stiplede linjen). Kart hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy. Kartdatum: WGS84.

Bølge-strøm-interaksjon

Bølge-strøm-interaksjon er viktig når bølger treffer strøm i motsatt retning. Bølger kan i teorien bygges opp på grunn av redusert hastighet. Dette gir høyere bølger på en lokalitet enn når bølger og strøm har samme retning. Hovedstrømretning på lokaliteten er mot østlige – vestlige retninger. Høyeste bølger kommer fra N (retning 108 – 129°). Når de to går i samme retning vil ikke bølgehøyden på lokaliteten bli påvirket. Strøm og bølger med motsatt retning på samme sted kan påvirke bølgehøyden på lokaliteten, dvs. bølger fra N og strøm mot N. Det vurderes at påvirkning av bølgehøyden på anlegget på grunn av bølge-strømminteraksjon er fra null til liten.

6.4 Bekreftelse av bølgeberegninger

Vindbølgeresultatene fra SWAN blir kontrollert av bølgehøyden beregnet ut fra ligninger oppgitt i Norsk Standard og fra 'Manual Wave Forecasting Diagram' (Grøen og Dorrestein, 1976) oppgitt i Guide to Wave Analysis and Forecasting (World Meteorological Organization, 1998). Disse beregner bølgehøyde og periode ut fra strøklengde og vindhastighet. Resultatene blir sammenlignet med resultatene fra SWAN-modellen.

6.5 Diskusjon

Den høyeste beregnede 50-års signifikante bølgehøyde er på 1.3m fra N på anlegget. Denne sjøtilstanden oppstår når vind blåser fra N. Laveste 50-års signifikante bølgehøyde bølge er på 0.6m når vinden blåser fra S eller SV.

Lokaliteten har lengst strøklengde (sammenhengende sjølengde som vinden har til rådighet) mot N og NØ. Selv om høyeste vindhastighet har retning fra SV og V, bygger de høyeste bølgene seg opp fra N og NØ på grunn av anleggets plassering og topografien i området.

Maksimal vindhastighet på Kistefjell fra retningene N og NØ mellom 2014 – 2018 var henholdsvis 27.8m/s og 17.1 m/s. Tilgjengelig vinddata viser at 99. prosentil for vindhastighet fra N er 15.9m/s og 8.7m/s for vindhastighet fra NØ. Dette indikerer at 1% av vinddata har hastighet høyere enn 15.9m/s (N) og 8.7m/s (NØ).

Ved bruk av vindhastighet bestemt i henhold til NS-EN 1991-1-4 for de to retningene (50-års vind N – 26m/s og NØ – 23m/s), er bølgehøyde for Klubben vurdert som konservativ.

Bølgehøyden er vurdert å ikke bli påvirket av havbølger, skipsgenererte bølger, bølgetog, bølgerrefleksjon eller bølge-strømminteraksjon.

Maksimal bølgehøyde (H_{max}) er ofte estimert som $H_{max} = 1.67 \cdot H_s$. Forholdet mellom H_{max} og H_s er steds- og sjøtilstandsspesifikk, dermed kan forholdet mellom de to være fra 1.5 til 1.85. Fordi H_s er et gjennomsnitt av den høyeste tredjedel av bølgene, kan høyere bølger opptre på lokaliteten enn oppgitt 10-år og 50-års H_s .

Bølgebrytingsdyp = ca. $1.3 \cdot H_s$. Det vil si at med $H_s = 1.3m$ kommer bølgen til å bryte når dypet er ca. 1.7m. Bølgebryting er irrelevant for de fleste lokaliteter.

Usikkerheten i beregninger er tatt hensyn til i verdier oppgitt i rapporten.

6.6 Konklusjon

Beregnet maksimal signifikant bølgehøyde for 10- og 50-års bølger på anlegget er henholdsvis 1.2m og 1.3m fra retning 18-19° (N) når vinden blåser fra N.

7. Konklusjonstabell strøm og bølger

Anlegget har beregnet største 10- og 50-års strøm og bølger som er vist i Tabell 7.1 og Tabell 7.2.

Tabell 7.1. 10-års strøm og bølger.

Returperiode – 10 år															
	Vind	Strøm				Vind	Vindbølger			Havbølger			Kombinertbølger		
	V _s	5m	Retning	15m	Retning	V _{st}	Hs	Tp	Retning	Hs	Tp	Retning	Hs	Tp	Retning
	m/s fra	cm/s	° mot	cm/s	° mot	m/s fra	m	s	° fra	m	s	° fra	m	s	° fra
N	26	22	342	19	12	23	1.2	3.7	19	0.0	-	-			
NØ	23	31	46	23	65	20	1.0	3.7	36						
Ø	26	33	69	36	79	23	0.9	3.0	68						
SØ	26	25	119	21	116	23	0.7	2.7	113						
S	26	33	192	21	196	23	0.5	1.9	162						
SV	28	30	207	23	209	26	0.6	2.3	242						
V	28	42	272	22	258	26	0.6	2.3	268	0.0	-	-			
NV	26	45	296	23	316	23	0.7	2.9	337	0.0	-	-			

Tabell 7.2. 50-års strøm og bølger.

Returperiode – 50 år															
	Vind	Strøm				Vind	Vindbølger			Havbølger			Kombinertbølger		
	V _s	5m	Retning	15m	Retning	V _{st}	Hs	Tp	Retning	Hs	Tp	Retning	Hs	Tp	Retning
	m/s fra	cm/s	° mot	cm/s	° mot	m/s fra	m	s	° fra	m	s	° fra	m	s	° fra
N	28	24	342	22	12	26	1.3	4.0	18	0.0	-	-			
NØ	25	35	46	25	65	23	1.2	3.9	36						
Ø	28	37	69	41	79	26	1.0	3.2	68						
SØ	28	28	119	23	116	26	0.8	2.9	113						
S	28	37	192	24	196	26	0.6	2.0	166						
SV	32	34	207	26	209	28	0.6	2.5	242						
V	32	47	272	24	258	28	0.7	2.5	268	0.0	-	-			
NV	28	50	296	26	316	26	0.8	3.0	337	0.0	-	-			

8. Tidevannsnivå

Havnivåinformasjon for anleggets midtpunkt er hentet fra sehavniva.no, i tillegg fra datagrunnlag fra nærmeste målestasjon, som er benyttet for å beregne verdier for den valgte posisjonen er vist i Tabell 8.1. Informasjonen er hentet fra sehavnivå.no (Kartverket, 2019).

Tabell 8.1. Målestasjon Harstad, Harstad kommune. Tidsforskjell er 3 min. Referansenivå er sjøkartnull.

	Målestasjon (cm)	Anlegg (cm)
Gjentakningsintervall 20 år - høy	310	313
Middel spring høyvann	229	231
Middelvann	135	137
Gjentakingsintervall 20 år - lav	-32	-32

9. Is

Det er viktig å unngå så store mengder is på både stål og plastranlegg at oppdriften blir utilstrekkelig og at deler av anlegget kommer under vann (SINTEF, 2006).

Med tap av oppdrift kan anlegget utsettes for store krefter på grunn av tvungne deformasjoner, selv om is vil smelte og forsvinne når anlegget kommer under overflaten. Isingsraten er sterkt avhengig av en kombinasjon av lufttemperatur, vindhastighet, sjøvannstemperatur og mengde vann i lufta (SINTEF, 2006).

Lav saltholdighet i vann kan også forsterke effekten av ispåslag på anlegget. Strøklengde på en lokalitet kan også være avgjørende for isvekst på utstyret. For anlegg som er utsatt for sjøsprøyt vil de anlegg med lang strøklengde kunne dra nytte av bølger som kan føre til smelting av akkumulert is.

9.1 Iskomponenter

Nedising

Ising kan starte under kalde og vindstille værforhold. Sannsynligheten for at ising starter under slike forhold, kald (lufttemperatur $< 0^{\circ}\text{C}$) og vindstille (vind $< 1\text{ m/s}$) er vist i Tabell 11.6.4, hvor temperatur og vinddata er tatt fra den nærmeste værstasjonen operert av Meteorologisk institutt, Kistefjell (2014 – 2018). På Kistefjell for alle målinger med lufttemperatur $< 0^{\circ}\text{C}$ mellom 2014 og 2018 var frekvensen av vindstille forhold 0.6%. Frekvensen av en kombinasjon av kalde og vindstille forhold for vintermånedene (desember, januar, februar og mars) var 0.6% på Kistefjell i vinterperioden 2014 – 2018.

Erfaringer fra oppdretterne tilsier at en kan få problemer med nedising av anlegget på grunn av sjøsprøyt når det er kaldt (lufttemperatur $<$ frysepunkt av sjøvann (avhengig av salinitet), vindhastighet $> 10\text{ m/s}$ og sjøvannstemperatur $< 8^{\circ}\text{C}$; ISO 19906). Det er i månedene desember, januar, februar og mars når det er kaldt i sjøen at problemet kan oppstå.

Sjøsprøytis

Guest et al. (2005) oppgir en metode for å beregne isingsrisiko og isvekst per time, basert på lufttemperatur, sjøtemperatur og vindstyrke (ligning 11.6-1 i Vedlegg 11.6). De fem kategoriene for isingsrisikoen er null, liten, middels, stor og ekstrem (Tabell 11.6.2). ISO 19906 deler isakkumuleringsintensitet inn i tre kategorier: treg, rask og veldig rask (Tabell 11.6.1).

Sjøtilstand og vind på isingstidspunktet bestemmer mengde akkumulert sjøsprøytis. Ved bruk av IcingCalculator 1.0 (Albrecht, 2010) er det beregnet akkumulert sjøsprøytis for noen risikoperioder på anlegget. Rimelige verdier for sjøtemperatur fra januar – mars er mellom $4 - 6^{\circ}\text{C}$ (Haakstad et al., 1994).

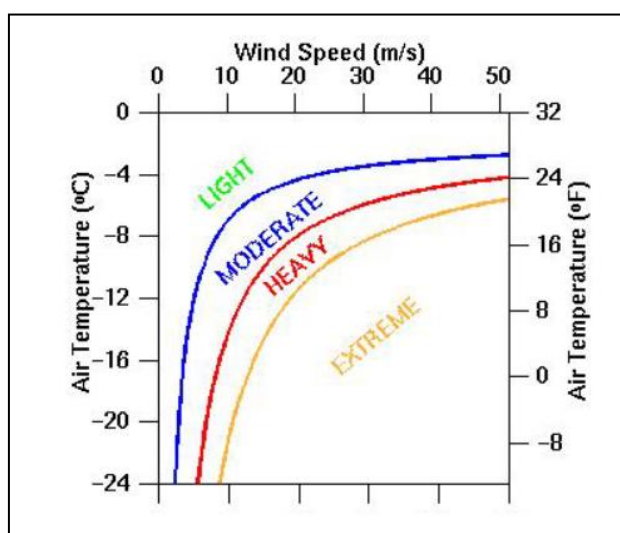
Tabell 9.1.1. Risiko av isakkumulering ved lokalitet. Ising er beregnet først fra maksimal vindhastighet og gjennomsnittlig lufttemperatur og siden fra minimum lufttemperatur og tilhørende vindhastighet.

Måned	Maksimal vindhastighet (m/s)	Sjøtemperatur (°C)	Gjennomsnittlig lufttemperatur (°C)	Minimum lufttemperatur (°C) og tilhørende vindhastighet (m/s)	Ising per time (mm/t)
Januar	31.6	4 – 6	-8.8	-21.8 (5.5)	13.7-38.1
Februar	28.7	4 – 6	-7.6	-17.5 (10.0)	21.1-26.2
Mars	31.3	4 – 6	-7.6	-18.9 (8.7)	20.6-29.0
Desember	26.9	4 - 6	-6.6	-12.9 (2.2)	2.0-17.3

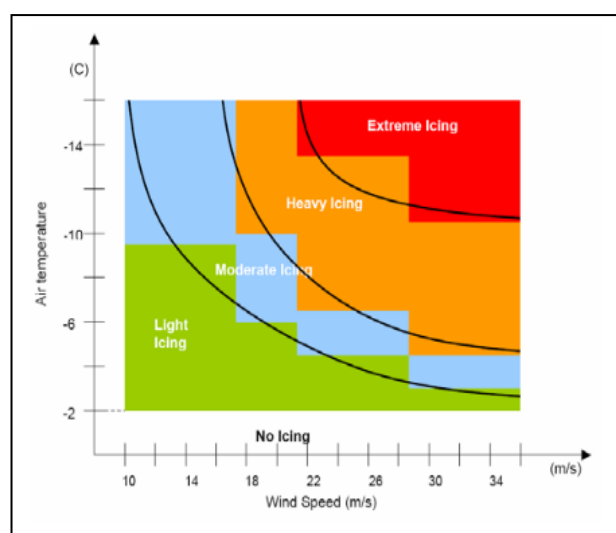
Ifølge Guest et al. (2005) og ISO 19906 (Figur 9.1.1, Tabell 11.6.1 og Tabell 11.6.2) kan isakkumulering på anlegget gå fra treg / liten til rask / middels i desember, fra rask / middels til veldig rask / stor i januar og er rask / stor i februar og mars.

Mertin (1968) utviklet en isingsklassifisering (Figur 9.1.2) som er forskjellig fra Guest et al. (2005). Mertin (1968) estimerer isakkumulering fra sjøsprøyt i cm/24 timer. Med vind og lufttemperatur fra Tabell 9.1.1 vil isakkumulering på anlegget, etter Figur 9.1.2, gå fra ingen til sterk ising. Fra Tabell 11.6.4 kan ising på anlegget variere mellom ingen til ekstrem ising, dersom disse værforholdene oppstår.

Det er viktig å merke seg at dette kun vil forekomme i nevnte risikotilfeller, og at påslag av store bølger vil føre til smelting av akkumulert is.



Figur 9.1.1. Isakkumuleringsklasse i et isingsnomogram for sjøtemperatur +3°C, definert i Tabell 11.6.2 (Guest et al., 2005).



Figur 9.1.2. Mertins diagram – isakkumulering fra sjøsprøyt. Kategorier er definert i Tabell 11.6.3 (Mertin, 1968).

Isingsrisiko er også retningsavhengig. Fare for ising oppstår ved kald landvind. På Klubben er det vind fra NØ-Ø-SØ-S. Isingspotensial er beregnet og oppgitt i Tabell 9.1.2. Fare for ising er delt inn i 4 klasser. Prosent av tid med fare for ising ved kald landvind er også beregnet.

Tabell 9.1.2. Fare for ising i de forskjellige klassene og prosent av tiden med kald fralandsvind.

Fare for ising i perioden desember – mars, 2014 – 2018 var 96.6%.				
	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4
	liten < 0.7 cm/t	middels: 0.7-2.0 cm/t	Stor 2.0-4.0 cm/t	Ekstrem > 4.0 cm/t
Fare for ising (%)	80.9	15.3	0.3	0.1
% av tid med landvind	37.5	39.4	66.7	0.0

Drivis og innfrysing

Ferskvannstilførsel fra land er kilden til drivis i fjorder. De nordlige deler av Norge er mest utsatt for drivisfare.

Det er presisert i Den norske los (2008) at den innerste delen av Laksfjorden som oftest er islagt om vinteren, og det hender at drivisen fra fjorden beveger seg mot Finnsnes. For øvrig kan generelt fjordbunner i området være islagte om vinteren. Det er ferskvannskilde i området og normal vintertemperatur i området er kald nok til at vannet fryser.

Drivis og innfrysing i området rundt lokaliteten er vurdert som sannsynlig.

9.2 Konklusjon

Både lokaliteten og værstasjonen Kistefjell ligger øst for Senja. Værstasjonen Kistefjell 982moh og ligger dermed mer utsatt enn Klubben. Det er derfor vurdert at ising basert fra Kistefjell vil være konservativ for lokaliteten.

Sannsynlighet for ising på Klubben. Basert på data fra Kistefjell værstasjon, er 0.6% av tiden for vintermånedene (januar, februar, mars og desember) under kalde og vindstille værforhold.

Ifølge Guest et al. (2005) og ISO 19906 kan isakkumulering på anlegget være rask / middels i desember, rask / stor i februar og mars og veldig rask / stor i januar.

Det var fare for ising 96.6% av perioden desember - mars 2014 – 2018. Fare for ising med kald landvind er 36.6% av perioden desember - mars 2014 – 2018.

10. Referanser

1. Albrecht, J.A. (2010). IcingCalculator 1.0. National Weather Service.
2. Booij, N., Ris, R.C. og L.H. Holthuijsen (1999). A third-generation wave model for coastal regions, Part I, Model description and validation, J.Geoph.Research, 104, C4, 7649-7666.
3. Breen, O. (1986). Oseanografi. Gyldendal Norsk Forlag.
4. Brukerveiledning. Aanderaa punkt måler.
5. Butler H.L., Sommerfeld, B. og J. Mason (2006) Coastal Engineering Design and Analysis System, Version 4.0, computer software, Veri-Tech, Inc., Summit, MS.
6. Dam, K.T., Tanimoto, K., Nguyen, B.T. og Y. Akagawa (2006). Numerical study of propagation of ship waves on a sloping coast. Ocean Engineering, 33, 350-364.
7. Den norske los (2008), bind 6. Lødingen og andenes – Grense Jakobselv. Tilgjengelig fra: <https://www.kartverket.no/dnl/den-norske-los-6.pdf>. Nedlastet 12.07.2019.
8. Department of Energy (1990). Offshore Installations: Guidance on design, construction and certification. Fourth edition, London: HMSO.
9. Guest et al. (2005). Vessel icing. Mariners Weather Log 49-3. National Weather Service.
10. Haakstad, M., Kögeler, J.W. og S. Dahle (1994). Studies of sea surface temperatures in selected northern Norwegian fjords using Landsat TM data. Polar Research 13, 95 – 103.
11. Hofmann, H., Lorke, A. og F. Peeters (2008). The relative importance of wind and ship waves in the littoral zone of a large lake. Limnology Oceanography, 53(1), 368-380.
12. Howe, J.A., W.E.N. Austin, M. Forwick og M. Paetzel (eds) (2010). Fjord Systems and Archives. Geological Society, London, Special Publications, 344.
13. ISO 19906: 2010(E). Petroleum and natural gas industries – Arctic offshore structures.
14. Kartverket (2019). Sehavnivå.no. Nedlastet 12.07.2019. Tilgjengelig fra: <https://www.kartverket.no/sehavniva/sehavniva-lokasjonside/?lat=69.2781&lon=17.922417>.
15. Kystkartverket (2006). Dybdegrunnlag fra Statens karteverk Sjø.
16. Mertins, H.O. (1968). Icing on Fishing Vessels due to Spray. London Mar CorR., 38. pp. 128-130.
17. NCEP data. NOAA/ National Weather Service. National Centers for Environmental Prediction. <http://mag.ncep.noaa.gov/>
18. NORSOK STANDARD N/003 (2007). Actions and action effects. Edition2.
19. NS 9415:2009. Flytende oppdrettsanlegg. Krav til utforming, dimensjonering, utførelse. Installasjon og drift. Norsk Standard 2009: 101s.

20. NS-EN 1991-1-4:2005+NA:2009. Eurokode 1: Laster på konstruksjoner. Del 1-4: Allmenne laster. Vindlaster.
21. Olex (2002). Olex, Brukerhåndbok – utgave 4.1, 7/6-2002. www.olex.no.
22. Pawlowicz, R., Beardsley, B. Og S. Lentz (2002). Classical tidal harmonic analysis including error estimates in MATLAB using T_TIDE. Computers & Geosciences, 28, 929-937.
23. Saville, T. Jr. (1945). The effect of fetch width on wave generation. Beach Erosion Board. Army Corps of Engineers. Technical Memorandum no. 70.
24. SINTEF (2005). Miljøkriterier på lokalitet.
25. SINTEF (2006). Islaster – isvekst og forslag til tiltak. Rapportnr. SFH80 A064062.
26. Smith, J.M. (1991). Wind-wave generation on restricted fetches. US Army Corps of Engineers. AD-A237 420.
27. The GEBCO_08 Grid, version 20100927, <http://www.gebco.net>
28. Vannstand.no. Strøm og navigasjon. www.vannstand.no.
29. World Meteorological Organisation (1998). Guide to Wave Analysis and Forecasting. Report Number: WMO-No. 702: 152s.
30. Åkerblå (2019a). B-undersøkelse for lokalitet Klubben. Åkerblå AS-rapport: B-undersøkelse Klubben 0519.pdf, 21 sider.
31. Åkerblå (2019b). Vind- og temperaturdata fra Kistefjell. Åkerblå AS-rapport: VR_Kistefjell_89010_2014_2018, 34 sider.
32. Åkerblå (2018a). Strømrappport. Måling av overflate (5m), dimensjonering (15m) og spredningsstrøm (20m) på 6 posisjoner ved Klubben i oktober 2018 – mars 2019. Åkerblå AS-rapport: SR-M-07418-Klubben1118-ver03.pdf, 71 sider.
33. Åkerblå (2018b). Modellering av avløpsvannets spredning ved Klubben. Åkerblå AS-rapport: SM-T-00918-Klubben1118-ver02.pdf, 36 sider.
34. Åkerblå(2017a). Kilder til usikkerhet ved strømmålinger. Åkerblå AS- rapport. Usikkerhetsfaktorer ved strømmåling_ver01.doc. 2 sider
35. Åkerblå (2017b). Usikkerhetsvurdering Bølgeberegning. Lokalitetsrapport etter NS9415:2009. Åkerblå AS-rapport: Usikkerhetsvurdering-ver01-Feb2017, 22 sider.

11.Vedlegg

11.1 Kart

Kartene er hentet fra Olex. Sjøkart av typen C-MAP legges inn i programmet. Midt på øverste linje på kartet er målestokken angitt. Avstand mellom dybdekonturer er beskrevet i tredje nederste linje på kartet. Kartenes orientering er vist med kompasspila i øverste venstre hjørne.

11.2 Bunnforhold

11.2.1 Bunntopografi

Bunntopografi registreres med multistråleekkolodd tilkoblet Olex. Datasystemet Olex plotter dybde fra ekkoloddet inn i sjøkartet ved hjelp av posisjonssystemet. Opplysningen på oppmålt bunn < 10 x 10m. Mellom hvert loddsudd vil dataprogrammet beregne sannsynlig dybde. Jo kortere avstand det er mellom loddsuddene jo mer nøyaktig oppmåling får man av bunnen. Nøyaktigheten til posisjoneringsutstyret er ± 10 meter. Utstyret for bunntopografikartlegging er levert av Argon AS, Skippergata 11, Pb 5096, 7447 Trondheim. Områdets bunntopografi er oppmålt med multistråle ekkolodd (Figur 4.1.2).

Tabell 11.2.1. Bunnundersøkelsesutstyr.

Olex datamateriell	Versjon Olex 5.19
Kart	C-Map
GPS	JRC JLR-20 3x12-kanals GPS mottager/GPS-kompass
Multistråleekkolodd	Wassp multibeam sounder 160 kHz, 1.2 kW. 120 grader åpningsvinkel, 1.07 gr/stråle (112 målepunkt i åpningsvinkel). Nøyaktighet på kurslinje: <0.5 gr. max
Datamaskin	Dell, Latitude – D500

11.2.2 Sedimenttype

Til opptak av sediment blir grabb benyttet - Van Veen Grabb, 250 cm².

Grabb er levert av KC Danmark, Holmbladsvej 19, 8600 Silkeborg, Danmark.

11.3 Strøm

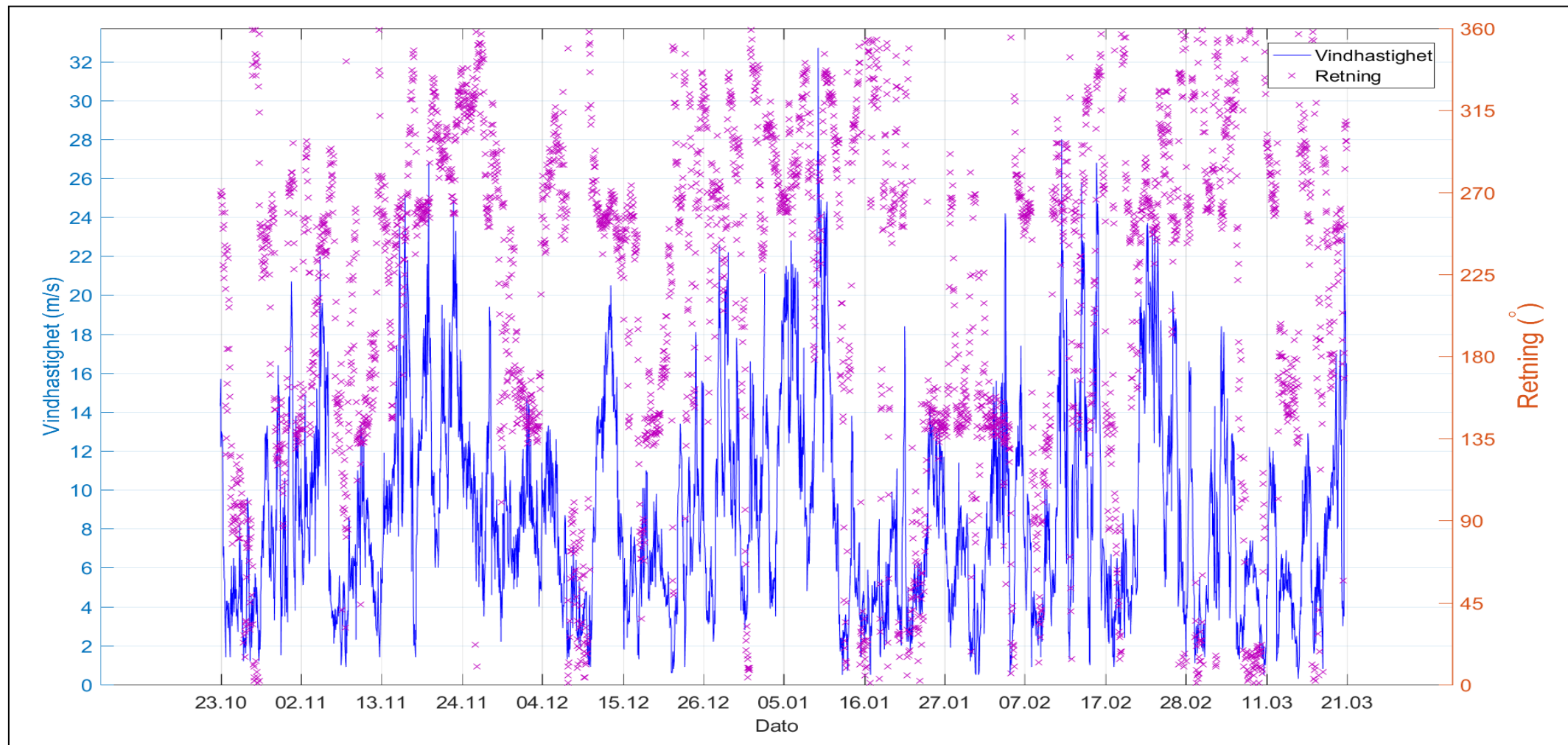
11.3.1 Strømmåling

Strømmålinger ble utført av Åkerblå AS, Norge.

Dyp	5m	15m
Instrument		
Måletype og ID	RCM Blue 5430 punktmåler id-nr. periode 1 og 2: 5163, id-nr. periode 3 og 4: 5115	RCM Blue 5430 punktmåler id-nr. periode 1 og 2: 5115, id-nr. periode 3 og 4: 5067
Leverandør	Aanderaa	Aanderaa
Måleprinsipp	Instrumentet bruker doppler effekten for å måle strøm.	Instrumentet bruker doppler effekten for å måle strøm.
Utsettsopplysninger		
Posisjon strømmåling:	69°16.670' N; 017°55.335' Ø	69°16.670' N; 017°55.335' Ø
Måleintervall	10 min	10 min
Midlingsperiode	150 ping i løpet av 10 minutter	150 ping i løpet av 10 minutter
Filnavn		
Filnavn rådata	Klubben 5m-rigg1-P1 SF1118 AP5163.bin Klubben 5m-rigg1-P2 SF1218 AP5163.bin Klubben 5m-rigg1-P3 SF0119 AP5115.bin Klubben 5m-rigg1-P4 SF0319 AP5115.bin	Klubben 15m-rigg1-P1 SF1118 AP5115.bin Klubben 15m-rigg1-P2 SF1218 AP5115.bin Klubben 15m-rigg1-P3 SF0119 AP5067.bin Klubben 15m-rigg1-P4 SF0319 AP5067.bin
Filnavn Strømrapport	SR-M-07418-Klubben1118-ver03.pdf	SR-M-07418-Klubben1118-ver03.pdf
Databearbeiding		
Måleperiode for utskrift	23.10.18 – 21.03.2019	23.10.18 – 21.03.2019
Antall målinger i utskrift	21438	21438
Antall dager med målinger i utskrift	149	149
Var det feilmålinger som ble tatt bort i måleperioden?	20 datapunkter mangler i måleintervallet i forbindelse med avlesning av data underveis og batteriskifte.	20 datapunkter mangler i måleintervallet i forbindelse med avlesning av data underveis og batteriskifte.
Er målingene påvirket av andre eksterne faktorer?	Nei	Nei
Datakvalitet	God – Data kontrollert etter interne prosedyrer	God - Data kontrollert etter interne prosedyrer
Instrumentdata		
Kalibrering	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.
Strømhastighet, nøyaktighet	±0.15 cm/s	±0.15 cm/s
Kompass nøyaktighet	±3°	±3°
Kompass justert for misvisning	Nei	Nei
Temperatur, nøyaktighet	0.05 °C	0.05 °C

11.3.2 Vinddata

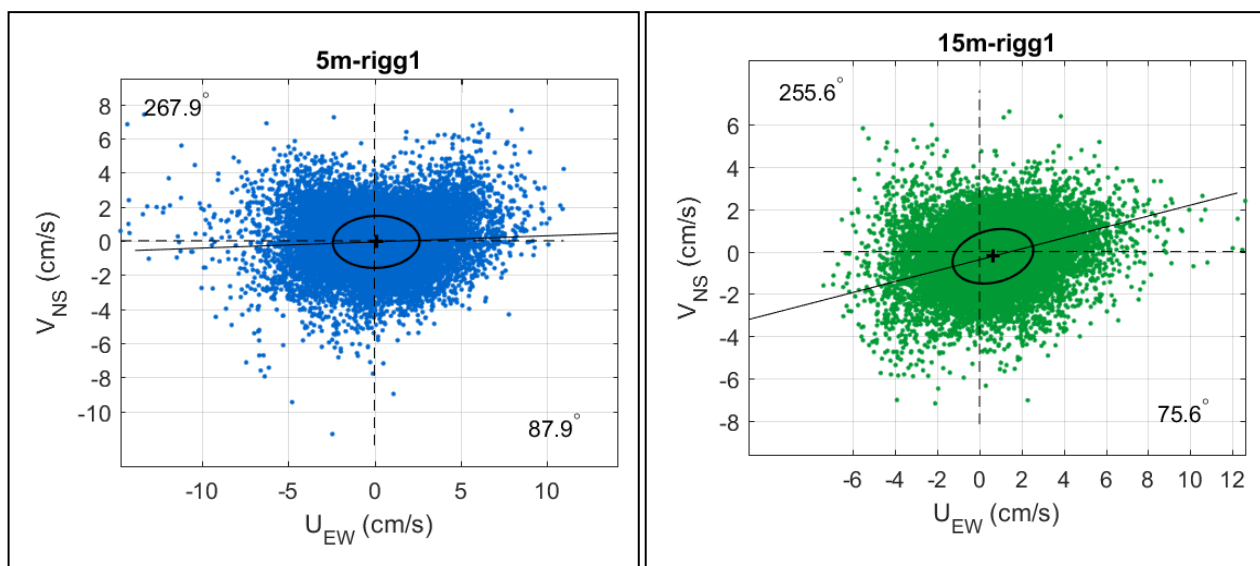
Vindhastighet og -retning fra nærmeste værstasjon, Kistefjell, under måleperioden er hentet fra Meteorologisk Instituttts værdatatjeneste, www.eklima.no. Kistefjell ligger 8.3 km Ø for anlegget. Ettersom værstasjonen ligger 982moh, er vindhastighet målt på Kvistefjell sannsynligvis høyere enn vindhastighet på Klubben, og vindretningene vil sannsynligvis ikke være helt like til enhver tid på anlegget og værstasjonen. Det er vurdert at værstasjonen likevel gir et bilde på generell vindretning i området og tilfeller med sterk vind som er representativt for lokaliteten. Vindhastighet og -retning under strømmåleperioden er vist under.



Figur 11.3.1. Vindhastighet og -retning under måleperioden.

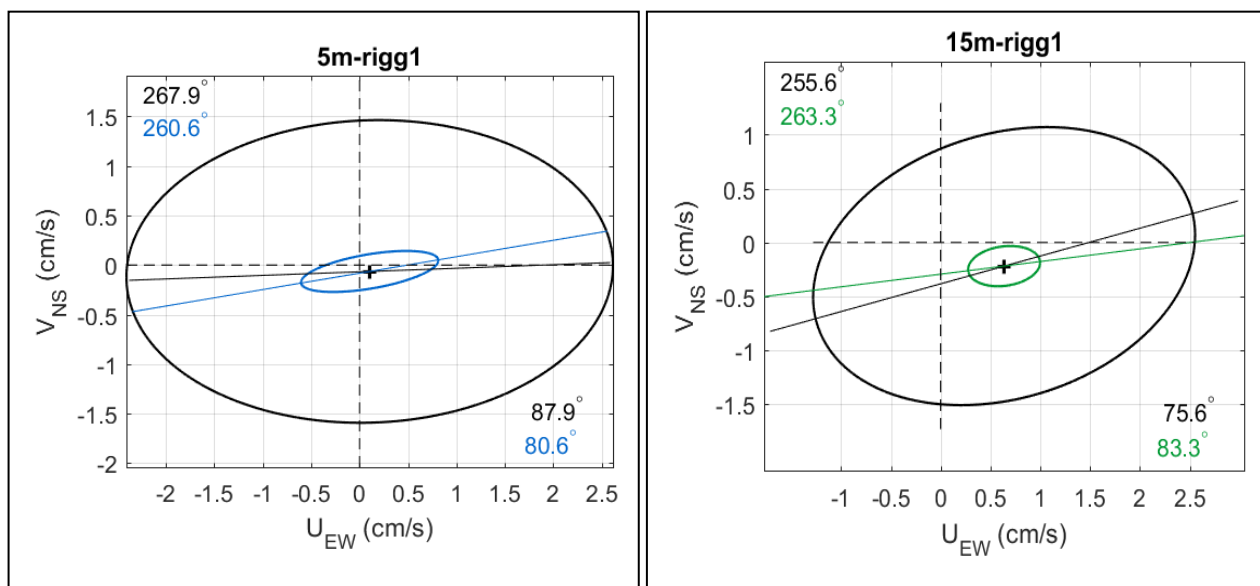
11.3.3 Strøm- og tidevannsanalyse

Strøm på 5m og 15m er delt i U- (øst-vest) og V- (nord-sør). Punktdiagram av U- og V-komponentene viser at strømaksen er orientert Ø-V på 5m og på 15m.



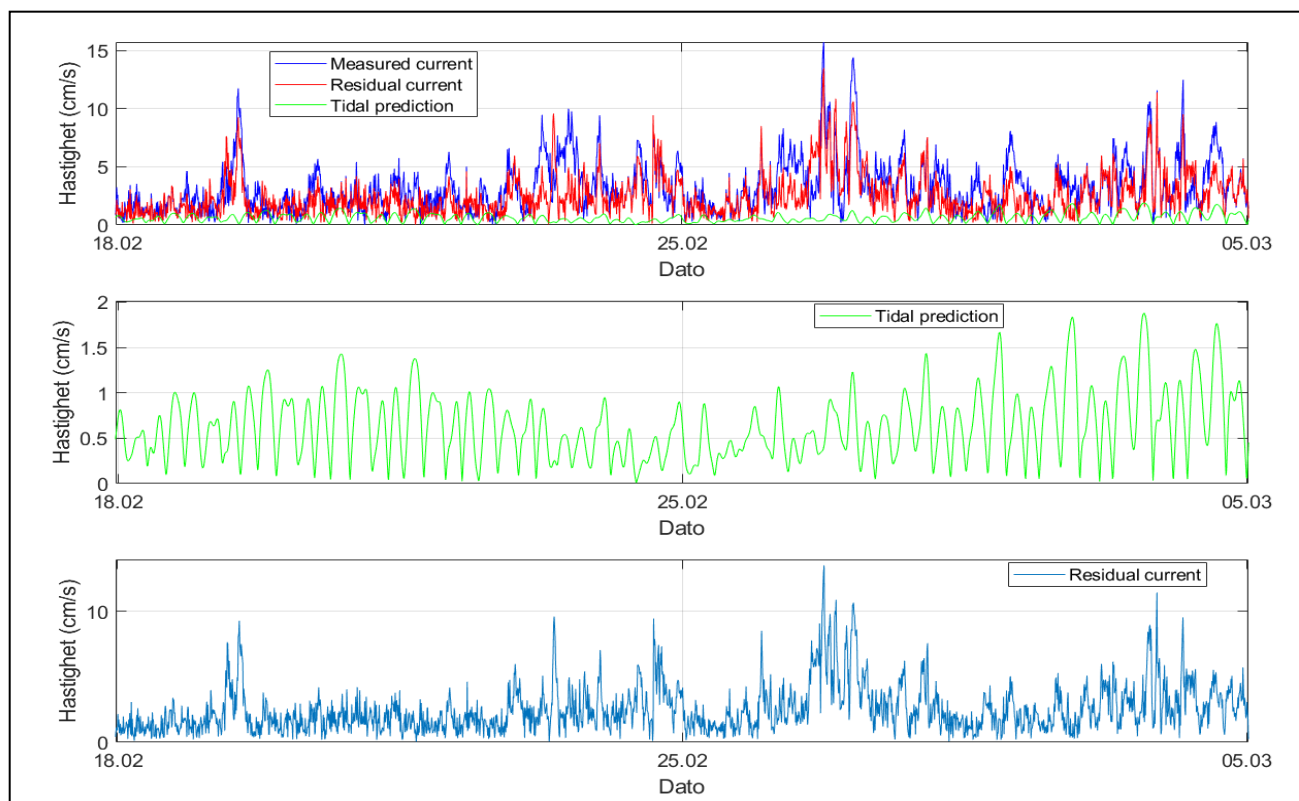
Figur 11.3.2. U, V punktdiagram av strømdata på 5m (venstre) og 15m (høyre).

Figur 11.3.3 viser tidevannsellipsen (farget linje) fra analysen med alle separerbare komponenter sammenlignet med den totale strømmellipsen (svart linje). Tidevannsellipsen er liten i forhold til strømmellipsen. Dette indikerer at tidevannet ikke er eneste bidragsyter til strømbildet i området.



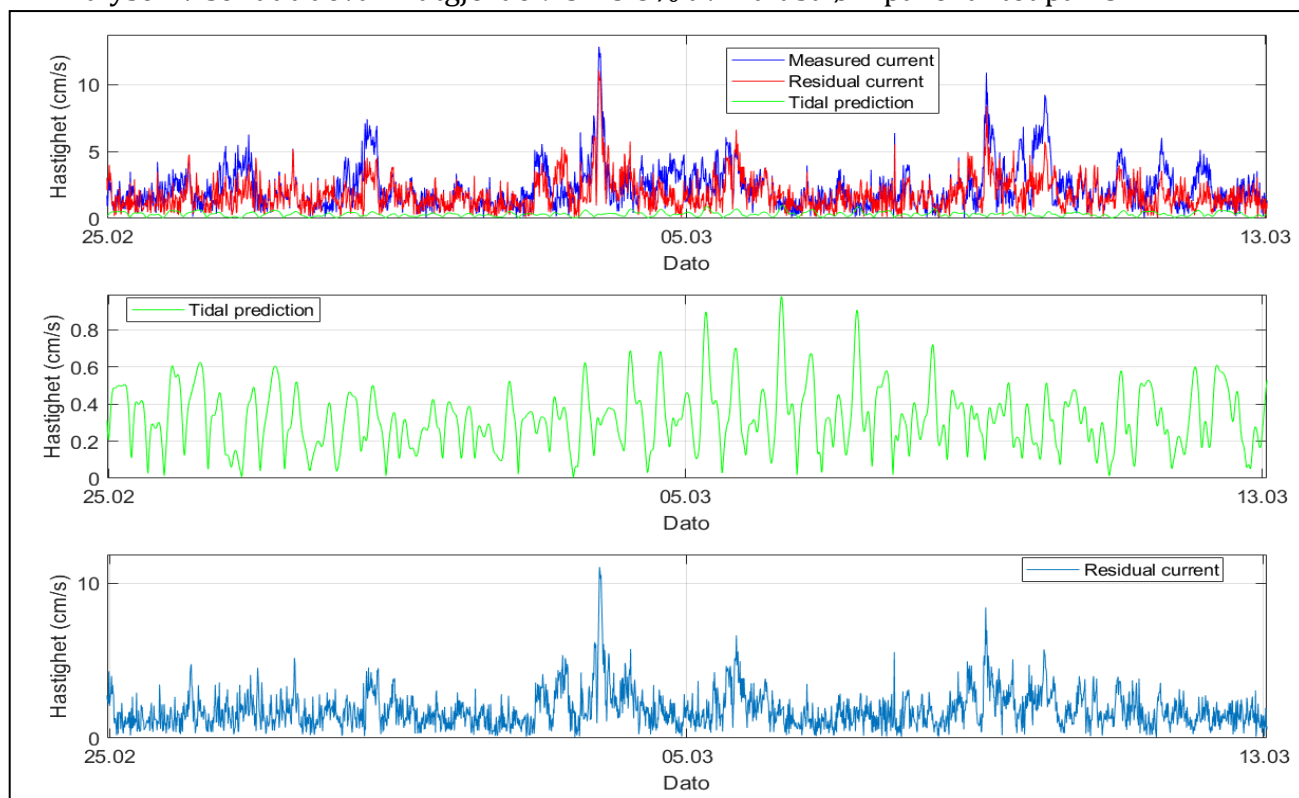
Figur 11.3.3. U_{EW} - V_{NS} tidevannsellipse (farget linje) vist sammen med strømmellipsen (svart linje). Midtpunktet for strømmellipsene er markert med kryss som også markerer den effektive transporthastigheten. Vinklene indikerer de store halvaksenes orientering i forhold til nord/sør. Øst-vest og nord-sør aksekors er vist med stiplede linjer.

Analysen viser at tidevann utgjorde 14.0 – 21.7% av målt strøm på lokaliteten på 5m.



Figur 11.3.4. Tidevannsanalyse av strømdata på 5m for en valgt periode (18.02.19 – 05.03.19) under måleperioden. Den blå linja viser målt strømhastighet, grønn linje viser tidevannsbidrag beregnet fra alle tidevannskomponentene og rød linje viser reststrømmen.

Analysen viser at tidevann utgjorde 9.5-13.8% av målt strøm på lokalitet på 15m.



Figur 11.3.5. Tidevannsanalyse av strømdata på 15m for en valgt periode (25.02.19 – 13.03.19) under måleperioden. Den blå linja viser målt strømhastighet, grønn linje viser tidevannsbidrag beregnet fra alle tidevannskomponentene og rød linje viser reststrømmen.

11.4 Bølger

11.4.1 Vinddata

Ut fra Norsk Standard 9415 skal det beregnes vindhastighet med returperiode på 10 og 50 år i 8 himmelretninger.

Vinddata er hentet fra Norsk Standard NS-EN 1991-1-4:2005+NA:2009. *"Eurokode 1: Laster på konstruksjoner. Del 1-4: Allmenne laster. Vindlaster"*.

Vindhastighetene som blir benyttet er gjennomsnittlig vindhastighet over 10 minutter, 10 m over havoverflaten med terrengkategori II. For kystnære områder, opprørt hav, åpne vidder og strandsoner uten trær og busker (terrengkategori I) er vinden 17% høyere.

Hastigheten ble justert med oppgitt retningsfaktor fra standarden.

$$V_b = V_{REF} \cdot C_{RET} \cdot C_{\text{ÅRS}} \cdot C_{HOH} \cdot C_{SAN}$$

Der:

V_b =	Basisvindhastighet
V_{REF} =	Referansevindhastigheten, som angitt i Norsk Standard
C_{RET} =	Retningsfaktoren som kan velges 1.0 for alle vindretninger. Eventuelle lavere verdier for enkelte sektorer er angitt i Norsk Standard
$C_{\text{ÅRS}}$ =	Årsfaktoren, som settes lik 1.0
C_{HOH} =	Nivåfaktoren, som settes lik 1.0
C_{SAN} =	Årlig sannsynlighetsfaktor for overskridelse. Settes lik 1.0 for en returperiode på 50 år. Settes lik 0.9 for en returperiode på 10 år.

For bestemmelse av bølgeforhold ved anlegget brukes stedsvindhastigheten, V_s , dvs. vindhastighet over 10 min ved 10m høyde ved lokaliteten:

$$V_s(z) = C_r(z) \cdot C_t(z) \cdot V_b$$

Der:

C_r =	Terrengruhettsfaktoren = 1.17 (med $z=10$ m)
C_t =	Topografifaktoren, som settes lik 1.0

Referansevindhastighet for Lenvik kommune ble benyttet og stedsvindhastighet og strøkvindhastighet beregnet ut fra den.

Stedsvindhastighet (V_s i m/s) bør brukes for fortøyningsanalyse. Strøkvindhastighet (V_{st} i m/s) er brukt for bølgeberegning.

Tabell 11.4.1. Referansevindhastighet (V_{ref} i m/s), 10- og 50-års stedsvindhastighet (V_s i m/s) og 10- og 50-års strøkvindhastighet (V_{st} i m/s).

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
V_{ref}	27	27	27	27	27	27	27	27
C_{ret}	0.9	0.8	0.9	0.9	0.9	1	1	0.9
$C_{års}$	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C_{HOH}	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
$C_{san, 10\text{-år}}$	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
$C_{san, 50\text{-år}}$	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
$V_b, 10\text{-år}$	22	19	22	22	22	24	24	22
$V_b, 50\text{-år}$	24	22	24	24	24	27	27	24
C_r (kat I)	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17
C_t	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
$V_s, 10\text{-år}$	26	23	26	26	26	28	28	26
$V_s, 50\text{-år}$	28	25	28	28	28	32	32	28
$V_{st}, 10\text{-år}$	23	20	23	23	23	26	26	23
Beaufort kategori	Liten storm	Sterk kuling	Liten storm	Liten storm	Liten storm	Full storm	Full storm	Liten storm
$V_{st}, 50\text{-år}$	26	23	26	26	26	28	28	26
Beaufort kategori	Full storm	Liten storm	Full storm	Full storm	Full storm	Full storm	Full storm	Full storm

* Vind redusert med 10% på grunn av kort strøk (Butler et al. 2006).

11.4.2 Bølgemodellering

Vindbølger og havbølger på lokaliteten er beregnet fra vinddata og bølgetilstand offshore ved bruk av modellen SWAN. Kortvarige høye vindhastigheter kan påvirke en flåte på et anlegg og derfor er stedsvindhastighet foreslått for fortøyningsanalyse. Siden bølgevekst i modellen kun er begrenset av strøklengde og vindhastighet, er strøkvindhastighet brukt for bølgeberegninger på lokaliteten.

Programmet SWAN er utviklet av Delft Technical University og er brukt for å beregne utvikling og forplantning av bølger i kystområder.

Ettersom målet er å beregne de høyeste bølger i 10 og 50 år, og det ikke er en tidsbegrensning på bølgevekst, blir det brukt 3 innkapslede modellgrid for å sikre at bølger vokser til en stabil tilstand i modellen og at den kun er begrenset av strøklengde og vindhastighet.

Gridoppløsningen øker fra 1 x 1km offshore til 10 x 10m ved lokaliteten.

11.4.3 Verifisering

Strøklengde

Stedsvindhastighet blir justert til strøkvindhastighet i henhold til lokalitetens strøkgeometri. Strøkvinden er middelerdi av vindhastighet ved 10m høyde over en periode tilsvarende strøkvarigheten. Strøkvarigheten er tiden bølger trenger for å bli generert over strøket. For strøklengde <16km kan stedsvindhastigheten bli justert med 0.9 (Butler et al. 2006). Ligninger for å beregne signifikant bølgehøyde og tilsvarende pikperiode er oppgitt i NS 9415:2009.

11.5 Tidevannsnivå

Data fra nærmeste permanente målestasjon for tidevann.
Dataene er innhentet fra Statens kartverk, avd. sjø.

11.6 Is

Opplysningene er vurdert opp mot topografien og geografien i området. Vind- og lufttemperaturdata er hentet fra nærmeste værstasjon.

Isakkumulering (ISO 19906) er delt i tre kategorier:

Tabell 11.6.1. Isingsstyrke fra ISO 19906.

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

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

Tabell 11.6.2. Isingsklasse og opphopning som veiledning til isingsrisikoen.

Isingsklasse	null	liten	middels	stor	ekstrem
Isingsopphopning (cm/t)	0	< 0.7	0.7 - 2.0	2.0 - 4.0	> 4.0

Ligning 11.6-1. Guest et al. (2005) beregning av PPR.

$$PPR = \frac{V_a (T_f - T_a)}{1 + 0.3 (T_w - T_f)} \quad (\text{Formel 11.6-1})$$

PPR = icing predictor / isingprediktor

V_a = Vindhastighet (m/s)

T_f = Frysepunkt for sjøvann (vannligvis -1.7 °C eller -1.8 °C)

T_a = Lufttemperatur (°C)

T_w = Sjøvanntemperatur (°C)

Mertin (1968) deler isingsrisikoen inn i fire kategorier:

Tabell 11.6.3. Isingsklasse og opphopning som veiledning til isingsrisikoen.

Isingsklasse	Light	Moderate	Heavy	Extreme
Isingsopphopning (cm/24t)	1 - 3	4 - 6	7 - 14	≥ 15

Antall tilfeller av vindhastighet og temperatur $<0^{\circ}\text{C}$, på Kistefjell (2014 – 2018) er vist i Tabell 11.6.4 under. Tabellen benyttes også til å estimere isakkumulering av sjøsprøyt basert på Mertins diagram og vind- og temperaturdata fra Kistefjell. De fargede cellene følger fargekodene i Mertins diagram. Farget skrift over en annen bakgrunnsfarge indikerer at data ligger mellom to isakkumuleringsklasser. Grønn farge indikerer lett ising, blå farge indikerer moderat ising, oransje farge indikerer sterk ising og rød farge indikerer ekstrem ising.

Tabell 11.6.4. Matrise av vindhastighet og temperatur $<0^{\circ}\text{C}$, 2014 – 2018 på Kistefjell.

Vindhastighet	Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)						sum	%
(m/s)	-30 - -25	-25 - -20	-20 - -15	-15 - -10	-10 - -5	-5 - 0		
<1	0	0	0	13	56	65	134	0.6
1 - 3	0	0	15	291	957	1037	2300	11.0
3 - 5	0	2	61	508	1606	1545	3722	17.7
5 - 7	0	7	128	545	1489	1683	3852	18.3
7 - 9	0	6	97	401	1223	1800	3527	16.8
9 - 11	0	3	42	190	877	1409	2521	12.0
11 - 13	0	0	17	128	585	1116	1846	8.8
13 - 15	0	0	1	81	368	825	1275	6.1
15 - 17	0	0	2	38	226	514	780	3.7
17 - 19	0	0	3	22	130	385	540	2.6
19 - 21	0	0	0	10	73	225	308	1.5
21 - 23	0	0	0	3	22	95	120	0.6
23 - 25	0	0	0	3	9	32	44	0.2
>25	0	0	0	2	5	24	31	0.1
sum	0	18	366	2235	7626	10755	21000	100
%	0.0	0.1	1.7	10.6	36.3	51.2	100	0

11.7 Tidevannsvariasjon under måleperioden

Månedlige tidevannsvariasjoner under måleperioden er vist under.



Figur 11.7.1. Måleperiode opp mot springflo og nippflo («Storsjøan og Småsjøan») (Oransje – siste kvarter; rød – nymåne; brun – første kvarter; grønn - fullmåne). Høyden på kolonnene indikerer den relative strømstyrken i et område som er forårsaket av månefasen. Sterk vind og store variasjoner i lufttrykk vil i tillegg påvirke strømhastigheten.



Figur 11.7.2. Måleperiode opp mot springflo og nippflo («Storsjøan og Småsjøan») (Oransje – siste kvarter; rød – nymåne; brun – første kvarter; grønn - fullmåne). Høyden på kolonnene indikerer den relative strømstyrken i et område som er forårsaket av månefasen. Sterk vind og store variasjoner i lufttrykk vil i tillegg påvirke strømhastigheten.

11.8 Dataredigering, datakvalitet og kvalitetskontroll

Bunnkartlegging og anleggstegning

Dataprogrammet 'Olex' brukes for å utføre bunnkartlegging. Anlegg kan tegnes inn i Olex.

Strøm

Strømmålerne var satt ut, tatt opp, avlest og data lagret av Åkerblå AS. Data er kvalitetssikret gjennom egne prosedyrer og feilmålinger er eliminert. Åkerblå AS beregnet 10- og 50-års strøm iht. NS 9415:2009.

Multiplikasjonsfaktor

Når måleperioden er en måned og fordi flere komponenter bidrar til strøm som måles og at størrelsen av bidragene er årstidavhengig og uavhengige er det et krav om en minimumsverdi for strøm på 50cm/s (SINTEF, 2005). En minimumsverdi kompenserer for potensiale lave målinger og sikre på at resultatene er mer pålitelig.

Når høyeste dimensjonerende strøm er <50cm/s, blir verdien justert opp på 50cm/s og andre verdiene justert opp med tilsvarende faktor.

Vurdering av usikkerhet i strøm

Ingen datapunkter er fjernet fra målte data. Data er vurdert av god kvalitet og usikkerhet vurdert til å være av størrelse oppgitt av produsenten for sensorene som er brukt på instrumentene (Åkerblå, 2017a).

Bølger

Modellering er begrenset av inndata som blir brukt. Usikkerhet i bølgemodellering er vurdert etter inputdata som er brukt i modellen, dvs. bunndata, vindhastighet og selve modellen.

Vurdering av usikkerhet i bølgemodellering

Den største kilden til usikkerhet i bølgeberegning er fastsettelsen av vindhastighet som er brukt i SWAN for de 8 himmelretningene. Bølgevekst i modellen er begrenset av strøklengde (bunntopografien) og vindhastighet. Bølger utvikler seg i modellen til modellen oppnår en «stabil tilstand». Bølgevekst i modellen er ikke begrenset av vindvarighet. Topografisk styring av vindhastighet, som kan føre til vesentlig reduksjon i hastighet, er heller ikke tatt hensyn til. Bølgeveksten er derfor vurdert konservativt siden vind over havet varierer i hastighet og ikke blåser med en bestemt hastighet fram til maksimale bølger for den bestemte hastigheten er oppnådd. På grunn av det er resultater fra SWAN ofte høyere enn bølgehøyde beregnet ved bruk av strøklengde metoden. Samlet usikkerhet i vinddata, bunndata og modellering skal ikke ha noe betydning for bruk av resultatene videre (Åkerblå, 2017b).

Is

Vurdering av usikkerhet i beregning av ising

Fare for nedising ble beregnet med data fra nærmeste værstasjon og rimelige antagelser oppgitt i litteraturen. Usikkerhet i beregninger og lokal erfaring er den mest troverdige kunnskapen om fare for påvirkning av is på lokaliteten.

Kvalitetskontroll

Åkerblå AS har interne prosedyrer for kontroll av rapporter. Alle rapporter blir godkjent av en andrepart som er godkjent for å utføre rapportkontroll.

Habilitetsvurdering

Jeg har ikke engasjerte meg i utforming, framstilling, levering, installering, kjøp, eierskap, bruk eller vedlikehold av objektene som er inspisert. Jeg har heller ingen andre nære forbindelser til hverken kunde eller deres objekter, og anser meg derfor som habil til å utføre en objektiv vurdering.