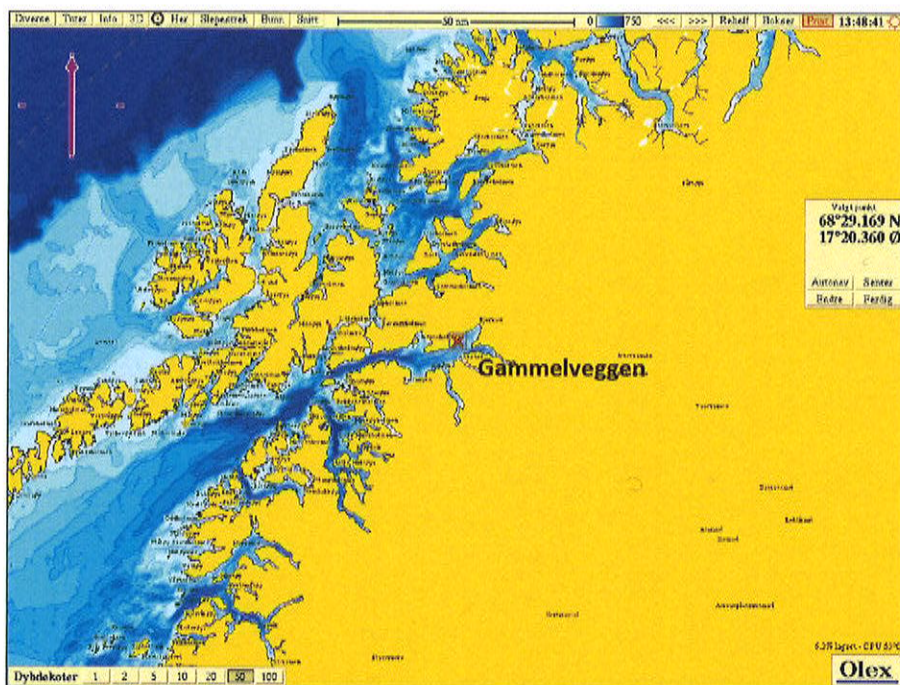


Cermaq Norway as

Lokalitetsrapport helårsmåling Gammelveggen

Lokalitetsnr. 31297



This page is intentionally left blank

Akvaplan-niva ASRådgivning og forskning innen miljø og akvakultur
Org.nr: NO 937 375 158 MVA



Fråmsenteret

9296 Tromsø

Tlf: 77 75 03 00, Fax: 77 75 03 01

www.akvaplan.niva.no



Rapporttittel / Report title Cermaq Norway AS, Lokalitetsrapport helårsmåling Gammelveggen. Lokalitetnr 31297	
Forfatter(e) / Author(s) Thomas Heggem	Akvaplan-niva rapport nr / report no 8054.01
	Dato / Date 08.05.2017
	Antall sider / No. of pages 14 + Vedlegg
	Distribusjon / Distribution Gjennom Cermaq Norway AS
(Oppdragsgiver) / Client Cermaq Norway AS	Oppdragsg. referanse / Client's reference Frode Holmvåg
Sammendrag / Summary Akvaplan-niva har gjennomført en lokalitetsundersøkelse av lokaliteten Gammelveggen iht. de krav som stilles i NS 9415:2009 – Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift. Modelleringen viser at lokaliteten har en største bølgehøyde med 50 års returperiode på 1,84 m, med pikperiode på 3,7 s og maks strømhastighet med 50 års returperiode på 101 cm/s på 5 og 77 cm/s på 15 m dyp.	
Prosjektleder / Project manager  Jonny Nikolaisen	Kvalitetskontroll / Quality control  Kristine Steffensen

© 2017 Akvaplan-niva AS. Rapporten kan kun kopieres i sin helhet. Kopiering av deler av rapporten (tekstutsnitt, figurer, tabeller, konklusjoner, osv.) eller gjengivelse på annen måte, er kun tillatt etter skriftlig samtykke fra Akvaplan-niva AS.

INNHALDSFORTEGNELSE

FORORD	2
1 INNLEDNING	3
2 METODE	4
2.1 Bølgemålinger	4
2.2 Skipsgenererte bølger	4
2.3 Bunndata	4
2.4 Strømmålinger	5
3 RESULTATER.....	6
3.1 Strømmålinger	6
3.2 Tidevannsstrøm	6
3.3 Vindgenerert strøm	7
3.4 Utbrudd av kyststrøm	9
3.5 Vårflom og snø- og ismelting	9
3.6 Bølgemodellering	9
3.7 Bunntype.....	9
4 ISLAST.....	11
5 INSTRUMENTBESKRIVELSE.....	13
6 LITTERATURLISTE.....	14
7 VEDLEGG	15
7.1 Strømmålinger	15
7.1.1 5m dyp i periodene 19.01.2016 – 24.05.2016 og 22.08.2016 – 23.01.2017	15
7.1.2 15m dyp i periodene 19.01.2016 – 24.05.2016 og 22.08.2016 – 23.01.2017	20
7.1.3 5m dyp i perioden 11.09 – 11.10.2016.....	25
7.1.4 15m dyp i perioden 11.09 – 11.10.2016.....	30
7.1.5 Riggskjema	35
7.2 Anleggsteigning og bunnkartlegging.....	36
7.3 Beregning istabell	37
7.4 Vurdering av strøm- og bølgesituasjonen ved Gammelveggen	38
7.5 Bemerkning fra produsent av strømmålerutstyr, datert 02.02.2017	43

Forord

Foreliggende undersøkelser er gjennomført av Akvaplan-niva AS etter oppdrag fra Cermaq Norway AS. I forbindelse med justering av forankringssystemet på lokaliteten Gammelveggen i Narvik kommune i Nordland fylke ønsket bedriften å få gjennomført en lokalitetsundersøkelse og produsert en lokalitetsrapport.

Undersøkelsen er gjennomført i henhold til NS 9415:2009 – Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift

Undersøkelsene er gjennomført og rapportert av Thomas Heggem, Akvaplan-niva AS.

Akkreditert virksomhet: Akvaplan-niva AS er akkreditert gjennom ISO/IEC 17020:2012. Følgende standarder, forskrifter og prosedyrebeskrivelser er benyttet: NS 9415, NYTEK-forskriften og Akvaplan-niva AS sine interne prosedyrer for prosjektgjennomføring og kvalitetssikring.

Tromsø den 08.05.2017

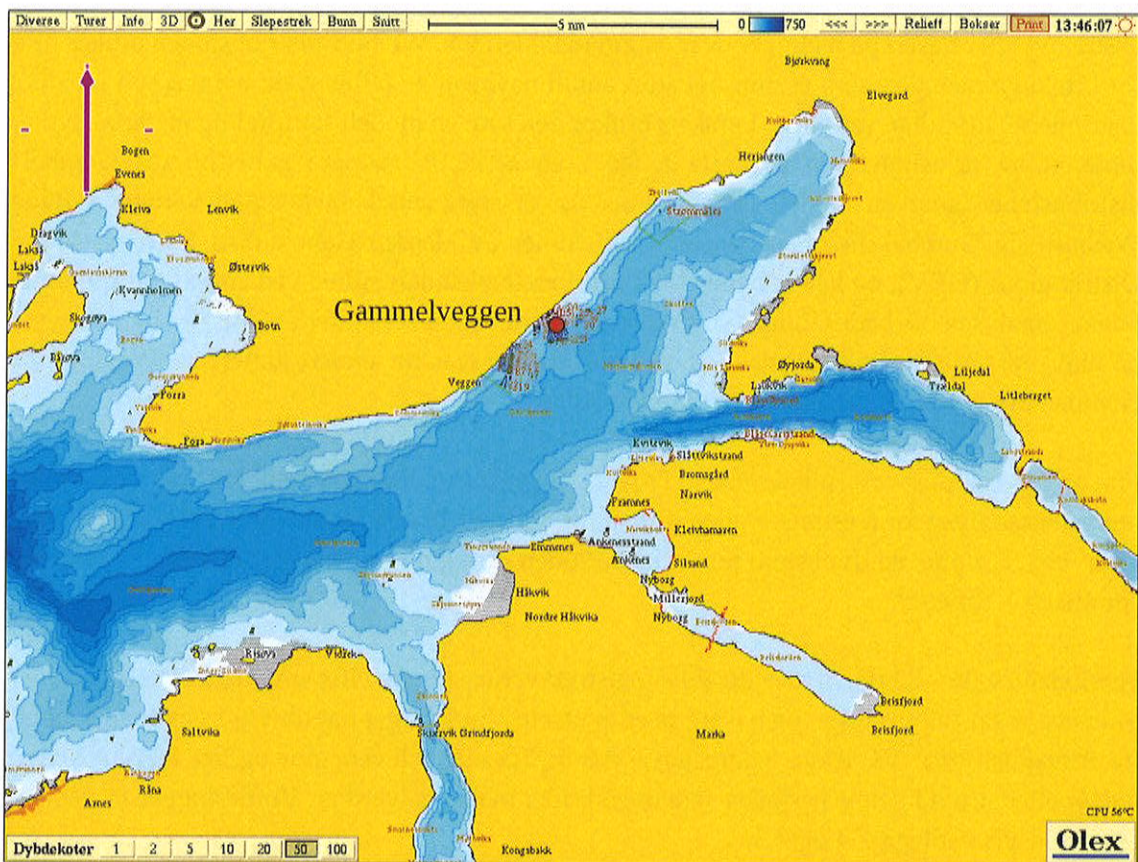


Jonny Nikolaisen
Prosjektleder

1 Innledning

Akvaplan-niva AS har på oppdrag fra Cermaq Norway AS foretatt en lokalitetsundersøkelse på lokaliteten Gammelveggen. Undersøkelsen er utført i henhold til NS 9415:2009 Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift.

Lokaliteten Gammelveggen ligger i Ofotfjorden i Narvik kommune, Nordland fylke (Figur 1).



Figur 1 Plassering av lokalitet Gammelveggen på sjøkart fra Olex.

2 Metode

2.1 Bølgemålinger

Det er gjennomført bølgemålinger på lokaliteten. Bølgedata har blitt målt i periodene 19.01.2016 – 24.05.2016 og 22.08.2016 – 23.01.2017, og fra dette har det blitt gjennomført en ekstremverdianalyse for å fastsette signifikant bølgehøyde (H_s) med 10- og 50-års returperiode.

For å finne ekstremverdiene, har det blitt benyttet en distribusjonsfunksjon for å forutsi ekstremverdier basert på målinger over en gitt måleperiode. Weibull-distribusjonen brukes ofte for tilfeldige mengder som er minst et stort antall uavhengige (eller svakt avhengige) identisk distribuerte, tilfeldige variabler. I praksis brukes den som en modell for tilfeldig materialstyrke, motivert av prinsippet om svakeste lenke i en serie. På samme måte brukes Gumbel-distribusjonen som en modell for maksima for et stort antall uavhengige variabler. Både Weibull- og Gumbel-distribusjonen er medlemmer av klassen Generalized Extreme Value Distributions (GEV), og kan benyttes for å estimere maksimalverdien ved en gitt returperiode. I denne analysen ble både Gumbel- og Weibull-distribusjoner benyttet for å utføre haleanalyser på målt tidsserie av bølgehøyden. Mens haleverdiene var litt underestimert av Weibull, gir Gumbel-analysen mer robuste og pålitelige verdier.

Fra målte verdier av pikperiode (T_p) og signifikant bølgehøyde ble det utført en regresjonsanalyse for å estimere pikperioden for H_s med 10- og 50-års returperiode. Dette ble gjort ved å finne en funksjon for bølgeperioden for gitt bølgehøyde innenfor sektorene spesifisert i *Tabell 2*.

I perioden 24.05 – 22.08.2016 er det ikke registrert verken bølge- eller strømdata. Dette kommer av et utstyr var feilprodusert og havarerte etter utsett. Vurderinger har blitt gjort av fagpersonell fra Akvaplan-niva AS, Akva Kompetanse AS og fra utstyrsleverandør og det forventes ikke bølger eller strøm i denne perioden som overskrider maksimalverdier. Vurderingene er vedlagt i henholdsvis vedlegg 7.4 og 7.5.

2.2 Skipsgenererte bølger

Det er foretatt bølgemålinger på lokaliteten, dermed vil skipsgenererte bølger bli tatt opp i måleserien. Skipsgenererte bølger av størrelse vil i hovedsakelig bli generert av malmbåter på veit fra/til Narvik, og det er ikke forventet at disse overskrider naturlig generert sjø (Holmvåg, pers medd).

2.3 Bunndata

Bunndata er levert av Harstad Elektronikk AS. Oppmålingene er gjort med multistråle ekkolodd (WASSP 160). Tegning av anlegget er utført i OLEX. Kvalitetssikring av data er gjort av Harstad Elektronikk AS. Registrering av bunndata er gjort iht. krav i NS 9415:2009. Oppløsningen på data er på under 10 x 10 meter.

2.4 Strømmålinger

Strømmåling ble foretatt med målere fra Nortek utsatt av personell fra Akva Kompetanse AS i periodene 19.01.2016 – 24.05.2016 og 22.08.2016 – 23.01.2017 på 5 og 15 meters dyp. Målerne var innstilt på registrering av strømhastighet og strømretning med 10 minutters intervall (se vedlegg). Målingene ble utført i flere posisjoner grunnet forskjellig type måleutstyr, og er beskrevet i *Kapittel 5*. Posisjonene vurderes som representativt for hele lokaliteten. Kvalitetssikring av data og framstilling av grafikk ble foretatt av Akvaplan-niva AS.

Ekstremverdier for strøm (returperiode på henholdsvis 10 og 50 år) ble bestemt med samme metodikk som bølgehøydene, som beskrevet i kapittel 2.1. I denne dataserien er det ikke registrert strømdata i perioden 24.05 – 22.08.2016, som omtalt tidligere i kapittel 2.1. Det forventes ikke at det var maksimalverdier i denne perioden som overstiger det som har blitt registrert. Denne vurderingen har blitt foretatt av fagpersonell fra Akvaplan-niva AS, Akva Kompetanse AS og fra utstyrsleverandør, og er vedlagt i henholdsvis vedlegg 7.4 og 7.5.

Ved bruk av profilerende målere kan det oppstå støy som følge av signalrefleksjon fra vannoverflaten. Dette kan medføre feilaktige målinger. Normalt skal signalstyrken avta med økende distanse fra måleren, derfor blir signalstyrkeverdier som øker med distansen forkastet. Akvaplan-Niva AS har, etter henvisning fra utstyrsleverandør, satt dette rensekriteriet til 70 dB, og datapunkt for begge måleseriene har blitt forkastet på grunn av dette.

For å skille ut tidevannskomponenten av strømmen ble det foretatt en harmonisk analyse av strømmen. Strømhastigheten ble først midlet over ½-time for å fjerne målestøy fra tidsserien før analysen ble utført. Tidevannsestimatet og variansen til tidevann sammenlignet med variansen til totalstrømmen er beregnet fra periodene 19.01.2016 – 24.05.2016 og 22.08.2016 – 23.01.2017.

Resultatene fra den harmoniske analysen ble brukt til å reprodusere tidevannsbidraget i måleserien ved hjelp av en tidevannsmoell (Codiga, 2011). Totalstrømmen er midlet over ½-timer før variansellipsene estimeres, slik at variansen for de to komponentene er estimert på samme grunnlag. Variansellipsene viser ett standardavvik av variansen til a) alle målingene og b) den reproduserte tidevannskomponenten. Varians forklart kan estimeres fra korrelasjonen (r) mellom totalstrøm og tidevannsstrøm og regnes ut fra formelen:

$$\text{Varians forklart} = [\text{korrelasjonskoeffesient}(\text{fart_tidevann}, \text{fart_totalstrom})]^2.$$

Dette gir et mål på hvor mye av den totale variansen som kan forklares ved estimerte tidevannskomponenten. Det er viktig å notere seg at disse ellipsene ikke er en klassisk tidevannsellipse men en variansellipse av tidevannskomponenten til strømmen, og videre at tidevannet er estimert fra en moell og ikke faktiske målinger.

3 Resultater

Resultatene fra modellering av bølger og strøm er presentert i *Tabell 2*. Strømresultatene er justerte iht. NS 9415:2009 kapittel 5.2.3 og presentert med hensyn til kjøring av lastkombinasjoner (NS 9415:2009 kapittel 6.7).

3.1 Strømmålinger

Resultatene fra strømmåling på 5 meters dyp viser at hovedstrømretning og massetransport av vann er definert mot sørvest (225 grader) med en moderat returstrøm mot nordøst (60 grader). Gjennomsnittlig strømhastighet er 9,3 cm/s. 0,2 % av målingene er > 40 cm/s, 0,7% av målingene er > 30 cm/s, 5,8 % av målingene er > 20 cm/s, 38,3 % av målingene er > 10 cm/s, 50,0 % av målingene er mellom 10 og 3 cm/s, 10,1 % av målingene er mellom 3 og 1 cm/s og 1,5 % av målingene er < 1cm/s.

Resultatene fra strømmåling på 15 meters dyp viser at hovedstrømretning og massetransport av vann er klart definert mot sørvest (225 grader) med en svakere returstrøm mot nordøst (60 grader). Gjennomsnittlig strømhastighet er 7,7 cm/s. 0,3 % av målingene er > 30 cm/s, 2,9 % av målingene er > 20 cm/s, 25,8 % av målingene er > 10 cm/s, 58,3 % av målingene er mellom 10 og 3 cm/s, 13,8 % av målingene er mellom 3 og 1 cm/s og 2,0 % av målingene er < 1cm/s.

Maksimal strømhastighet i den målte perioden på 5 og 15 m var henholdsvis 62 og 44 cm/s, noe som tilsvarer 101 og 77 cm/s for 50 års returperiode for de respektive dyp. Strømmålingene er vurdert sammen med lokalkjente og det konkluderes med at de er representative med hensyn til årstidsvariasjon (Bakke, pers med).

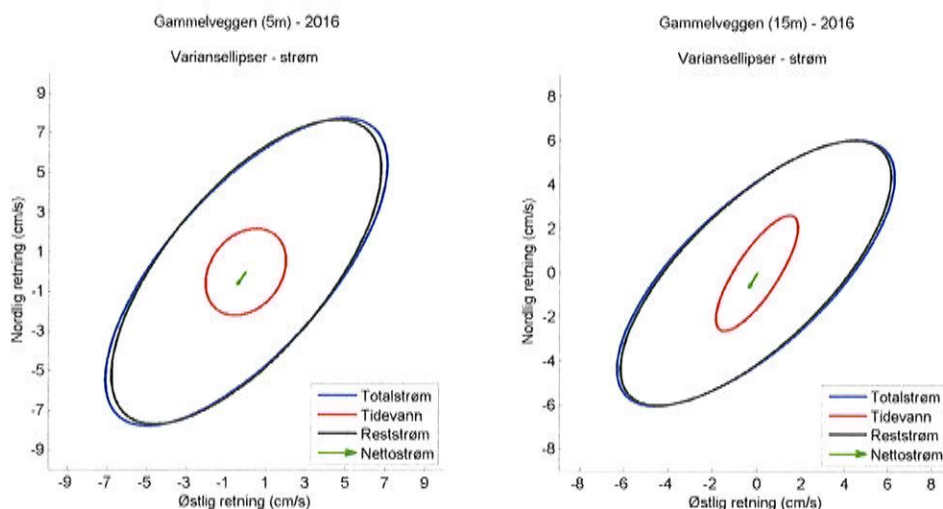
3.2 Tidevannsstrøm

I hovedsak er det meste av strøm i nordnorske fjorder styrt av tidevannsstrømmen. Men det varierer sterkt hvor store de sykliske endringene er innenfor gitt tidsperiode (en tidevannsperiode eller en månefase). Strømmålingene som er utført på lokaliteten viser at tidevannskomponenten er liten i forhold til reststrømmen. *Tabell 1* viser resultater fra variansanalysen for 5 og 15 m dyp. Variansforklart for tidevann er et statistisk tall på hvor mye av den totale variansen i vannet som kan forklares ut fra tidevannet.

Tallene i *Tabell 1* er forholdsvis små, for 5 m og 15 m dyp kan det estimerte tidevannet forklare henholdsvis 8,5 % og 5,3 % i Ø-V-retning, og 3,1 % og 4,9 % i N-S-retning av variabiliteten i strømmen på denne lokaliteten. Dette gjenspeiles i *Figur 3*, hvor man ser at ellipsen til tidevannet er stor sammenlignet med variansellipsen til totalstrømmen. Dette viser at tidevannet er en liten faktor i strømbildet.

Tabell 1 Varians forklart for tidevannskomponenten av varians i totalstrømmen (tall i prosent)

Retning på strømkomponent	Dyp	
	5 m	15 m
Øst-Vest	8,5 %	5,3 %
Nord-Sør	3,1 %	4,9 %



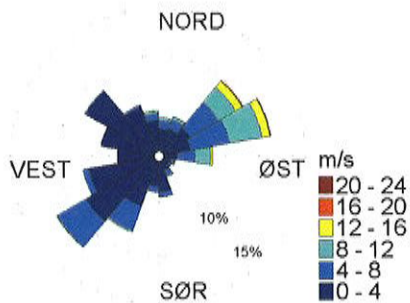
Figur 2 Variansellipse for totalstrøm (blå), tidevannsstrøm (rød) og reststrøm (sort) på 5 og 15 m. Variansellipsen viser størrelsen av ett standardavvik av variansen, både i retning og størrelse. Den blå kurven viser variansellipsen til totalstrømmen og den røde kurven viser variansellipsen til tidevannskomponenten av strømmen. Den sorte variansellipsen viser reststrømmen, dvs. den strømmen som ikke kan forklares av tidevannet. Resultatene er estimert fra strømdata i måleperioden 19.01 – 24.05.2016 og 22.08.2016 – 23.01.2017. Den grønne pilen viser nettostrøm i samme perioden.

3.3 Vindgenerert strøm

Vindgenerert strøm vil i hovedsak gjøre seg gjeldende for resultater fra målinger på 5 meter da vindpåvirkning i vannsøylen avtar med dyp. For at strøm på 15 meter skal påvirkes nevneverdig er det nødvendig med sterk vind fra samme retning over lengre perioder. Dette ser man sjeldent inne i fjorder og kystnære strøk hvor anlegg er lokalisert. Det er hentet ut vinddata fra e-klima.no for Narvik Lufthavn (Figur 4). Målestasjon ligger 8 km sør fra lokaliteten. Stasjonen ligger i samme fjordarm som lokaliteten, og vil i de fleste retninger være tilsvarende skjermet for vind. For vind direkte fra øst og vest vil stasjonen være henholdsvis mer og mindre skjermet enn lokaliteten. På grunnlag av avstand til lokaliteten vurderes Narvik Lufthavn som representativ for Gammelveggen. Vindrosen viser at høyeste vindhastighet er registrert mot øst.

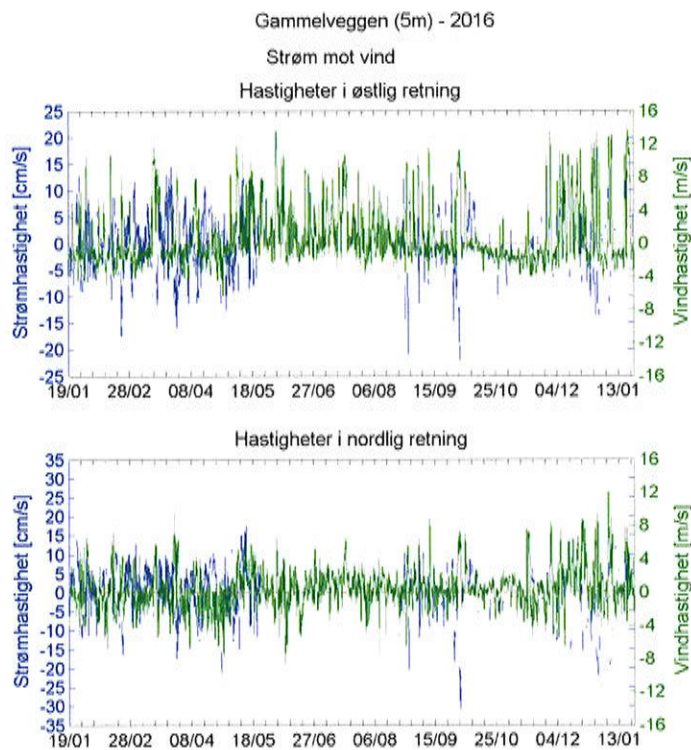
Gammelveggen (5m) - 2016

Vindrose fra representativ målestasjon



Figur 4. Vindrose for observasjoner gjort ved målestasjon Narvik Lufthavn i måleperioden 19.01.2016–23.01.2017. Figuren viser retningen vinden går mot. Total lengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperioden. Lengden på hvert fargesegment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende vindstyrke innenfor hver enkelt sektor.

I perioden januar 2016 til januar 2017 var det i hovedsak relativt rolige vindforhold. 5,7 % av alle målinger hadde en vindstyrke på over 10 m/s. Største registrerte hastighet i måleperioden er 19,0 m/s (Figur 5).



Figur 5 Normalisert hastighet og retning for vind og strøm.

Figur 5 viser at strøm på 5 meter har varierende sammenfallende retning som vinden. I perioder med vedvarende vind er strømretningen tilsvarende som vindretningen. Lokalteteten ligger noe skjermet for vind fra nord og vest, men er mer eksponert for vind fra øst og sør. Samlet bilde av resultatene og vurdering av stasjonens plassering i forhold til lokalitet tilser at vind har hatt betydning for strøm i området i måleperioden.

3.4 Utbrudd av kyststrøm

Kyststrømmen går i de dypere deler av vannsøylen og vises sjeldent på dyp opp mot 15 meter. Innblanding av kyststrøm kan sees som en plutselig endring i temperatur, hastighet og/eller retning. På begge måledyp er det registrert et par perioder med hurtige retningsendringer på strømmen, som så vedvarer i lengre tid. Disse periodene eksisterer både på 5 og 15 meters dyp, men er mer framtrødende ved 5 meter. Disse retningene samsvarer med vindretningen i samme periode, og indikerer at det er overflatestrøm som forårsaker dette. Det er derfor lite som indikerer innblanding av kyststrøm på disse dypene.

3.5 Vårflom og snø- og ismelting

Strømmålingene ble gjort i perioden 19.01 – 24.05.2016 og 22.08.2016 – 23.01.2017. Eventuelle flom og snø- og ismeltinger vil virke i en begrenset periode og vil derfor påvirke resultatet lite. I periodene januar 2016 og desember 2016/januar 2017 er det registrert lufttemperatursvingninger mellom 5°C og -14 °C. I januar 2016 er det en kald periode fram til 26.01, der lufttemperaturen er vedvarende over 0 °C og svinger til 4 °C. Strømmålingene har registrert en toppverdi med markant retningsskifte 31.01. og dette kan være innvirkning fra flom/issmelting. Tilsvarende skjer i januar 2017, der det blir en varm periode 06.01 etter en vedvarende kuldeperiode. Også her er det registrert vedvarende endring i strømretning, med lokale toppverdier. Dette kan indikere innblanding av ismelting.

3.6 Bølgemodellering

Største modellerte bølgehøyde er 1,84 meter og kommer fra nordøst (30 grader) med pikperiode 3,7 s (Tabell 2).

3.7 Bunntype

I følge B-undersøkelse består bunnen under anlegget av silt og leire med noe stein og grus (Bye, 2014). Bunnen under anlegget skråner fra ca. 100 meters dyp i øst til 125 meter dyp i vest. Dypeste punkt er i sørøstligste hjørne av anlegget og er på 125 meter dyp. Grunneste punkt er i nordvestlig hjørne og er på 65 meters dyp. Batymetrien er i hovedsak god, med slake skråninger fra land. Ved forankringsline nr. 3 og 25 er det målt forhøyninger omtrentlig 150 meter ut fra anlegget, og dermed kan det være noe risiko for gnag her.

Tabell 2 Resultater fra bølgemodellering. Retning for vind og bølger er angitt slik at de kan avleses sammen med strøm.

Lokalitet: Gammelveggen							Vind			Bølger			
Retning (grader)	Strøm (5 m)			Strøm (15 m)			Retning vind, bølger (grader)	10 års retur	50 års retur	10 års retur		50 års retur	
	Maks (cm/s)	10 års retur	50 års retur	Maks (cm/s)	10 års retur	50 års retur				Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp (s)
0	26	44	52	19	31	38	180	25	28	1.46	3.8	1.79	4.0
15	34	45	53	23	32	39	195	25	28	1.45	4.1	1.76	4.4
30	34	46	53	25	38	45	210	25	28	1.39	4.2	1.70	4.7
45	47	57	67	29	43	51	225	25	28	1.47	3.7	1.83	3.9
60	50	59	70	32	46	55	240	25	28	1.47	3.4	1.82	3.6
75	30	43	50	33	47	56	255	25	28	1.20	3.3	1.45	3.4
90	22	42	50	24	39	47	270	25	28	1.20	3.5	1.46	3.6
105	26	33	39	23	37	45	285	25	28	1.32	3.3	1.59	3.4
120	17	29	34	23	31	37	300	23	25	1.23	3.5	1.48	3.7
135	20	28	33	16	27	33	315	23	25	1.14	3.5	1.36	3.6
150	25	36	44	17	31	37	330	23	25	1.34	3.6	1.60	3.7
165	27	46	55	20	32	39	345	20	22	1.23	3.5	1.47	3.6
180	32	42	50	24	41	51	0	20	22	1.26	3.6	1.50	3.7
195	40	52	60	32	48	58	15	20	22	1.25	3.4	1.50	3.5
210	62	83	101	41	64	77	30	20	22	1.51	3.6	1.84	3.7
225	45	79	94	44	64	77	45	20	22	1.42	3.7	1.71	3.8
240	36	62	74	39	55	66	60	20	22	1.46	3.6	1.79	3.8
255	35	45	53	27	39	47	75	23	25	1.28	3.5	1.54	3.6
270	33	45	54	23	33	39	90	23	25	1.30	3.6	1.59	3.7
285	21	43	51	17	25	30	105	23	25	1.30	3.7	1.59	3.8
300	27	29	34	15	24	28	120	25	28	1.27	3.7	1.52	3.8
315	21	37	45	16	27	32	135	25	28	1.27	3.7	1.51	3.8
330	31	39	47	18	27	33	150	25	28	1.26	3.7	1.51	3.8
345	24	37	43	24	31	38	165	25	28	1.11	3.6	1.33	3.7
Maks	62	83	101	44	64	77	Maks	25	28	1.51	4.2	1.84	4.7

4 Islast

Under gjennomføring av undersøkelse har lokalitet blitt vurdert med tanke på eksponering for snø og is. I henhold til personer med kjennskap rundt lokale forhold har ikke snø og is vært av større betydning for fiske eller oppdrett i området. Ved vind fra sørøst har det vært observert ising på anlegget, men dette har ikke medført større problemer. Det blir opplyst at oppdretter har internkontrollprosedyrer for hvordan de skal håndtere eventuell ispåslag (Holmvåg, pers medd).

Som ledd i vurdering av ising har det blitt gjennomført beregninger for ispåslag. Ved bruk av langtidsstatistikk for vind og lufttemperatur har det blitt satt opp en frekvenstabell (Tabell 3) basert på ispredikatortabell (Tabell 4).

Statistikk for vind og temperatur fra nærmeste værstasjon, Narvik lufthavn, ble hentet fra ekklima sine hjemmesider. Data er tilgjengelig fra 01.06.2002 til 31.12.2016. Tabell 3 viser antall observasjoner av kombinasjon av gitte vindstyrker og temperaturer i måleperioden. Tabell 4 viser forklaring av de ulike fargesonene i Tabell 3. For beskrivelse av metode for å beregne islaster se vedlegg kap. 7.3.

Tabell 3 viser antall observasjoner av gitt vindhastighet og temperatur ved målestasjon Narvik Lufthavn i perioden 01.06.2002 til 31.12.2016.

Sjvannstemp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Vind (m/sek)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Lufttemperatur	0	620	1045	1052	716	478	385	305	210	178	118	96	68	46	40	32	15	10	5	1	2	1											
	-1	492	964	981	620	441	323	227	205	138	94	65	50	28	22	16	8	8	2	3													
	-2	523	863	927	633	398	300	255	158	108	71	55	32	26	3																		
	-3	453	753	759	450	307	226	135	77	52	30	26	18	11	8	3																	
	-4	400	698	735	433	288	207	122	68	39	19	19	11	7	1																		
	-5	320	501	577	345	233	135	85	53	27	15	8	3	2	1																		
	-6	254	480	523	284	199	97	56	42	15	10	3	1	1																			
	-7	221	428	459	245	167	107	72	32	13	11	3	1	1																			
	-8	188	357	357	213	117	67	46	15	11	3	1																					
	-9	157	278	278	156	88	57	37	12	10	3																						
	-10	127	238	238	125	66	42	10	10	10	15	15	7	3																			
	-11	102	192	192	102	59	40	11	10	10	10	10	8	2	1																		
	-12	77	143	143	70	52	31	13	13	9	4	1	1																				
	-13	52	102	102	52	30	17	10	7	3	3	3																					
	-14	27	52	52	27	17	10	1	3	1	1	1																					
	-15	1	1	8	11	7	6	4	1	1	1																						
	-16		1	1	3	3	7	3	2	1	1																						
	-17				1	3	3																										
	-18				5	8	4	1																									
	-19				1	2	2		1																								
	-20																																
	-21																																
	-22																																
	-23																																
	-24																																
	-25																																
	-26																																
	-27																																
	-28																																
	-29																																
	-30																																
	-31																																
	-32																																
	-33																																
	-34																																
	-35																																

Tabell 4 Påslag av is for de ulike sonene.

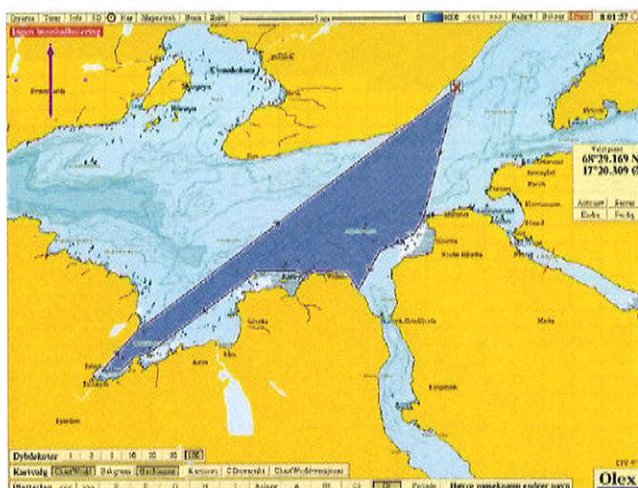
Isprediktor					
Isklasse	Ingen	Noe	Moderat	Kraftig	Ekstrem
Israte (cm/time)	0	<0,7	0,7-2,0	2,0-4,0	>4,0
Israte (kg/m ² /time)	0	0,8-6,0	6-17	17-34	>34

Tabell 3 viser at det ikke har vært observert vind/temperaturkombinasjoner som kan medføre ekstrem eller kraftig ising. Videre viser tabellen at det i løpet av perioden på 14 år har blitt gjort 143 observasjoner som tilsier fare for moderat ising. Dette tilsvarer 0,45 % av alle observasjoner. Ved moderat ising vil estimert ispåslag være 0,7-2,0 cm/t, noe som tilsvarer en isvekt mellom 6 og 17 kg/m²/time.

Lokaliteten er eksponert for vind og bølger fra sørvest (Figur 6 og Tabell 2), og dermed mest utsatt for ising ved kulde og sterk vind fra samme retning. Bryting av vindgenererte bølger som sammenfaller med sterk vind og lave temperaturer fra samme retning kan medføre at det dannes sjøsprøytising. Hovedstrømretningen på lokalitet er mot nordøst og sørvest (Figur 7) og det er derfor sannsynlig at slike forhold kan inntreffe.

Resultater fra beregningene bekrefter uttalelse om at det er liten fare for at det kan oppstå ising på anlegget som vil påføre anlegget skade. Likevel bør visse forholdsregler tas. Dersom det oppstår temperatur/vindkombinasjoner i henhold til Tabell 3 som tilsier moderat eller kraftig ising må oppdretter iverksette tiltak for overvåkning og eventuell avising.

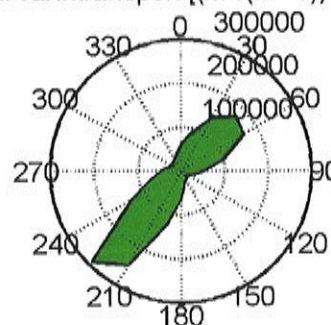
Drivis forekommer ikke på lokaliteten, og det er ingen fare for innfrysing (Holmvåg, pers med).



Figur 6 Bølgeeksponering for lokalitet Gammelveggen.

Gammelveggen (5m) - 2016

Total vanntransport [(m³/(m²*s))*døgn]



Figur 7 Hovedstrømretning 5 meter.

5 Instrumentbeskrivelse

Strømmålingene er utført ved hjelp av profilerende målere fra Nortek, og metodikk er i henhold til NS 9425 – 1.

Tabell 5. Instrumentbeskrivelse

Type måler	Nortek	Nortek	Nortek
Modell	AquaPro	AWAC	Signature
Måleperiode	19.01.2016 – 08.05.2016	08.05.2016 – 24.05.2016	22.08.2016 – 23.01.2017
Instrumentdyp	30 m	36 m	26 m
Måleposisjon	N68°29.133 Ø17°21.097	N68°29.129 Ø17°20.929	N68°29.143 Ø17°20.880
Målerprinsipp	Profilerende dopplermåler	Profilerende dopplermåler	Profilerende dopplermåler
Nøyaktighet	± 1 %	± 1 %	± 0,3 %
Oppløsning	0,5 mm/s	0,5 mm/s	0,5 mm/s
Responsområde	0 – 10 m/s	0 – 10 m/s	0 – 2,5 m/s
Varighet midlingsperiode	1 min	1 min	2 min
Modifikasjon	Ingen	Ingen	Ingen

Resultatene fra strømmålingene analyseres i egen strømprogram, AdFontes. Gjennom AdFontes gjøres det først en grovrens hvor alle punkter som ligger utenfor faste kriterier anbefalt av produsent, samt at alle datapunkter der trykksensoren har registrert målinger over 2 m fra overflaten (instrument ikke vært i vann) fjernes fra dataserien. Data kvalitetssjekkes visuelt via AdFontes. Logg over rensed data blir lagret hos Akvaplan-niva AS.

Resultatene som presenteres er direkte overført fra rådata. Det utføres ingen reduksjon av støy eller datakompresjon. Tidevannet er filtrert med ½-times intervall.

Bunnkartlegging er utført med multistrålelodd, og er levert av Harstad Elektronikk AS. Tegning av anlegget er utført ved hjelp av OLEX.

6 Litteraturliste

Codiga, D.L. Unified Tidal Analysis and Prediction Using the UTide Matlab Functions (2011)

Bye, B. E. 2012. Mainstream Norway AS, Lokalitetsrapport Gammelveggen. APN-5248.30.

Bye, B. E. 2014. Cermaq Norway AS, Miljøundersøkelse type B, Gammelveggen mars 2014. APN-6977.01

Hagen, L. & Leikvin, Ø. 2017. Vurdering av strøm- og bølgesituasjonen ved Gammelveggen. Rapportnr. 252-12-16N

Jensen Ø. 2006 SINTEF rapport: Islaster-isvekst og forslag til tiltak.

Lohrman, A. 2017. Bemerkning fra produsent av strømmålerutstyr. Rapportnr. 253-12-16N

NS-EN 1991-1-4. Eurokode 1: Laster på konstruksjoner – Del 1-4: Allmenne laster – Vindlaster.

NS 9415:2009. Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift.

NS 9425-1. 1999. Oseanografi – Del 1. Strømmålinger i faste punkter.

NS 9425-2 2003. Oseanografi – Del 2. Strømmålinger ved hjelp av ADCP.

Personlige meddelelser:

Ottar Bakke, daglig leder, Ballangen Sjøfarm AS.

Frode Holmvåg, daværende teknisk ansvarlig Mainstream Nordfold. Uttalelsene er hentet fra rapport APN-5248.30.

Superstructure spray and ice accretion on a large U.S. Coast Guard cutter C.C. Ryerson, U.S. Army Cold Regions Research and Engineering Laboratory, Hanover, New Hampshire, USA. Received 14 October 1993. Accepted 23 February 1994. Available online 16 March 2000.

www.eklima.no

7 Vedlegg

7.1 Strømmålinger

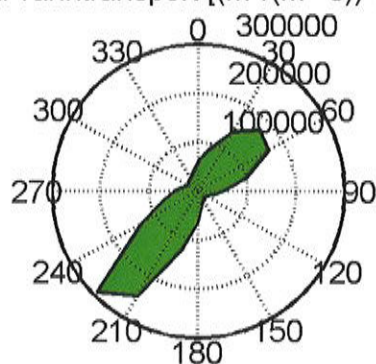
7.1.1 5m dyp i periodene 19.01.2016 – 24.05.2016 og 22.08.2016 – 23.01.2017

Oppsummering resultater Gammelveggen 5 meter

	Strøm (cm/s)
Max	61.6
Min	0
Gj.snitt	9.3
% av målinger > 60 cm/s	0
% av målinger < 60 > 50 cm/s	0.1
% av målinger < 50 > 40 cm/s	0.1
% av målinger < 40 > 30 cm/s	0.5
% av målinger < 30 > 20 cm/s	5.1
% av målinger < 20 > 10 cm/s	32.5
% av målinger < 10 > 3 cm/s	50
% av målinger < 3 > 1 cm/s	10.1
% av målinger < 1 cm/s	1.5
95-prosentil (95 % av målingene er lavere enn denne verdien)	20.9
Residual strøm	0.9
Residual retning	215
Varians	37.7
Standardavvik	6.1
Stabilitet (Neumanns parameter)	0.1

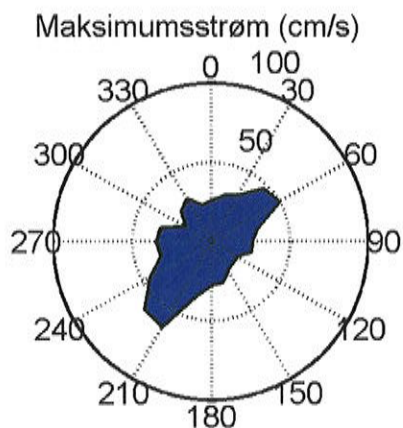
Gammelveggen (5m) - 2016

Total vanntransport $[(m^3/(m^2*s))*døgn]$



Total vanntransport

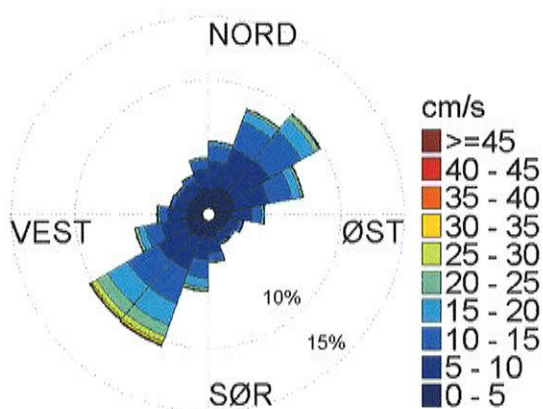
Gammelveggen (5m) - 2016



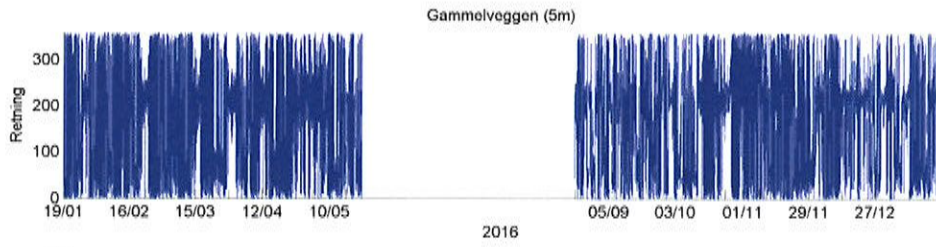
Maksimal hastighet

Gammelveggen (5m) - 2016

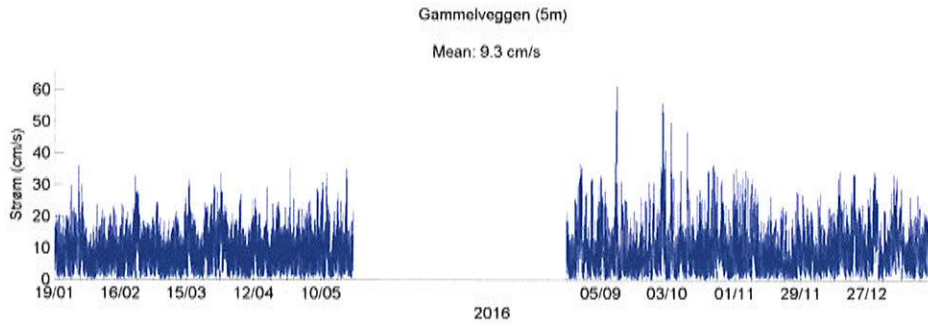
Strømrose



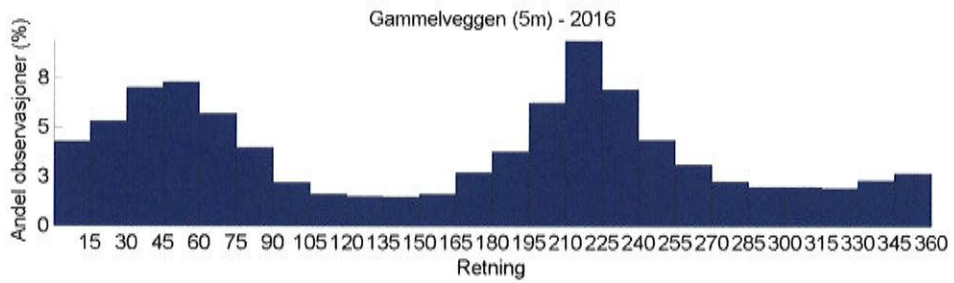
Strømstyrke og retningsfordeling. Totallengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperioden. Lengden på hvert fargesegment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende strømstyrke innenfor hver enkelt sektor.



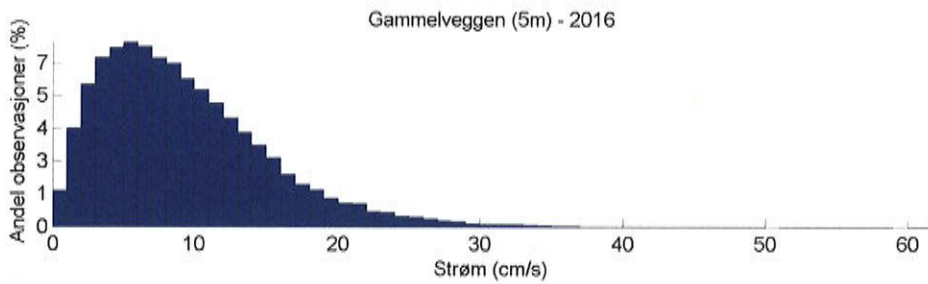
Retning vs. tid



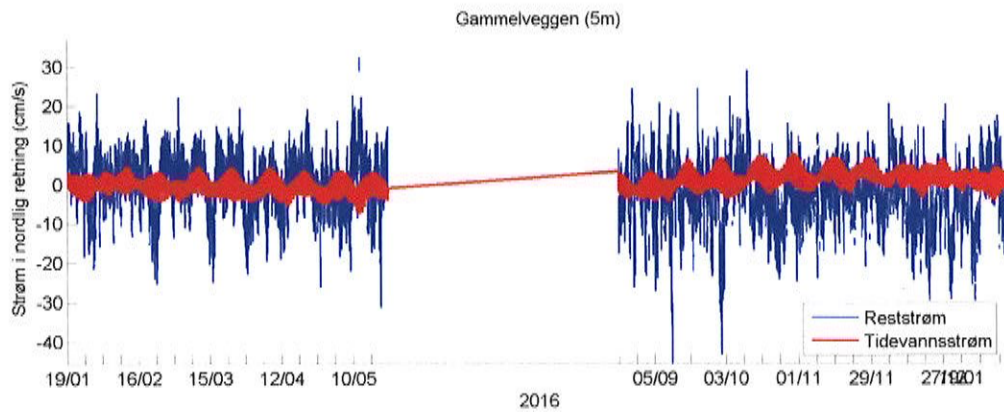
Strømhastighet (tidsserieplott)



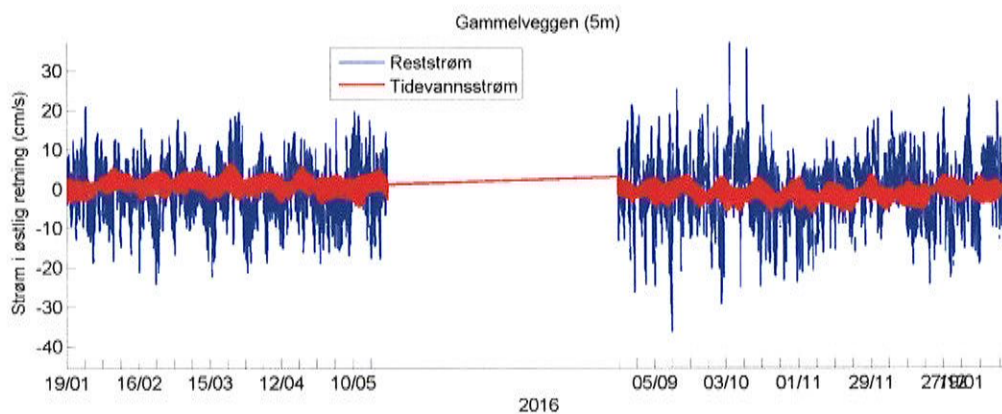
Retningshistogram



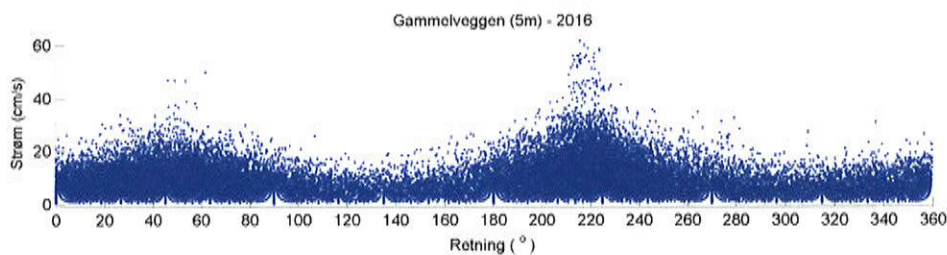
Strømstyrkehistogram



Estimert tidevannsstrøm i nord/sør-retning på 5 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot sør. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.



Estimert tidevannsstrøm i øst/vest-retning på 5 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot vest. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.



Scatterplott for registreringer hastighet vs. retning

Tabell som viser antall målinger, maks hastighet, total vanntransport og daglig vanntransport i de ulike sektorene.

Retning	Antall målinger (N)	Maks. strøm (cm/s)	Total vanntransport (m ³ /(s m ²))	Vanntransport per døgn (m ³ /(s m ²))
352.5 - 7.4	1426	26.4	61817.6	167.1
7.5 - 22.4	1758	30.2	88327	238.7
22.5 - 37.4	2509	33.7	139849.5	377.9
37.5 - 52.4	2896	46.9	176949.5	478.2
52.5 - 67.4	2729	49.8	165123.2	446.2
67.5 - 82.4	1873	29.7	98912.6	267.3
82.5 - 97.4	1169	25.8	51527.7	139.3
97.5 - 112.4	785	25.8	30583.7	82.7
112.5 - 127.4	603	18.9	19752.7	53.4
127.5 - 142.4	573	19	18604.5	50.3
142.5 - 157.4	613	20.8	21987.4	59.4
157.5 - 172.4	735	26.5	30561.9	82.6
172.5 - 187.4	1311	27.9	63463.8	171.5
187.5 - 202.4	1956	35.4	122901.6	332.1
202.5 - 217.4	3126	61.6	247402.5	668.6
217.5 - 232.4	3576	60.1	291918.9	788.9
232.5 - 247.4	2175	45.2	136562	369.1
247.5 - 262.4	1393	32.6	73108	197.6
262.5 - 277.4	1077	34.7	47871.8	129.4
277.5 - 292.4	877	32.5	32997.4	89.2
292.5 - 307.4	712	19.2	24396	65.9
307.5 - 322.4	777	27.2	27531.1	74.4
322.5 - 337.4	846	30.7	32632.4	88.2
337.5 - 352.4	981	23.8	40189.4	108.6

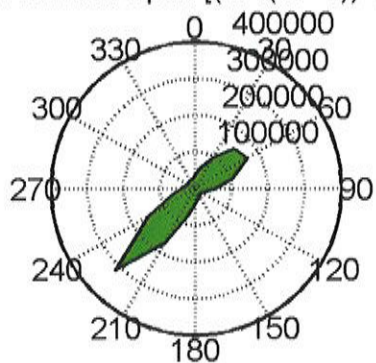
7.1.2 15m dyp i periodene 19.01.2016 – 24.05.2016 og 22.08.2016 – 23.01.2017

Oppsummering resultater Gammelveggen 15 meter

	Strøm (cm/s)
Max	43.8
Min	0
Gj.snitt	7.7
% av målinger > 60 cm/s	0
% av målinger < 60 > 50 cm/s	0
% av målinger < 50 > 40 cm/s	0
% av målinger < 40 > 30 cm/s	0.3
% av målinger < 30 > 20 cm/s	2.6
% av målinger < 20 > 10 cm/s	22.9
% av målinger < 10 > 3 cm/s	58.3
% av målinger < 3 > 1 cm/s	13.8
% av målinger < 1 cm/s	2
95-prosentil (95 % av målingene er lavere enn denne verdien)	17.6
Residual strøm	0.9
Residual retning	211
Varsians	26.6
Standardavvik	5.2
Stabilitet (Neumanns parameter)	0.12

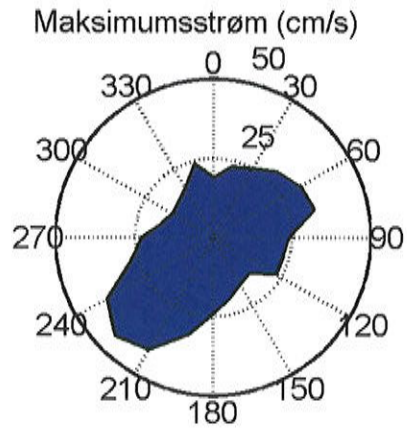
Gammelveggen (15m) - 2016

Total vanntransport [(m³/(m²*s))*døgn]



Total vanntransport

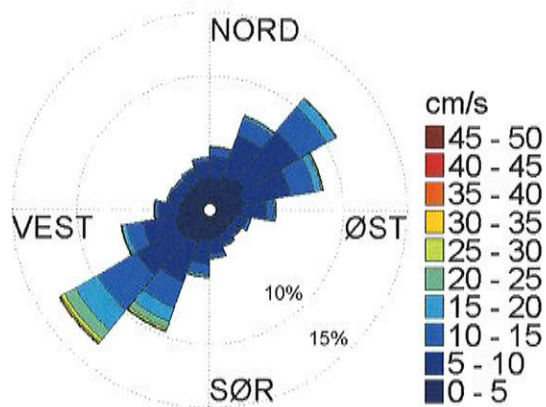
Gammelveggen (15m) - 2016



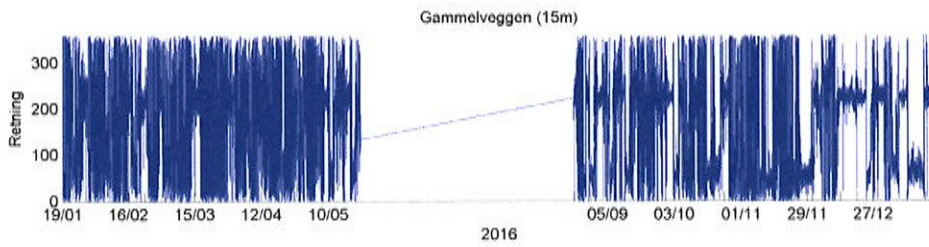
Maksimal hastighet

Gammelveggen (15m) - 2016

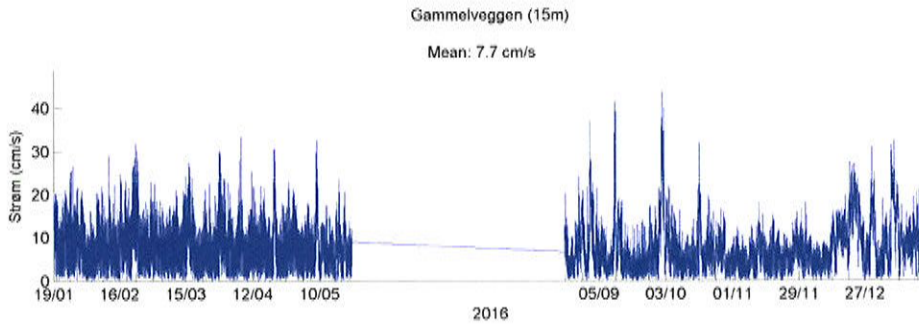
Strømrose



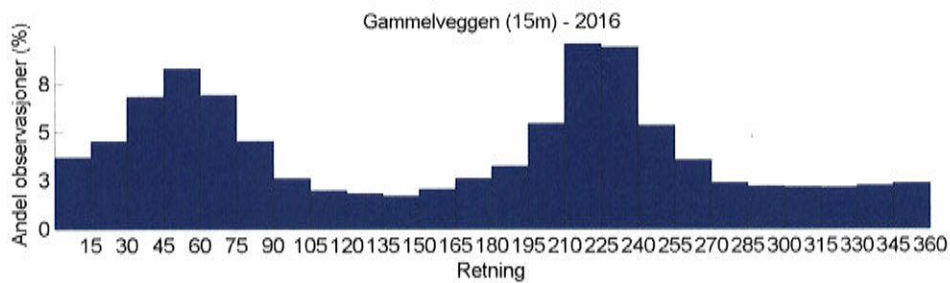
Strømstyrke og retningsfordeling. Totallengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperioden. Lengden på hvert fargesegment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende strømstyrke innenfor hver enkelt sektor.



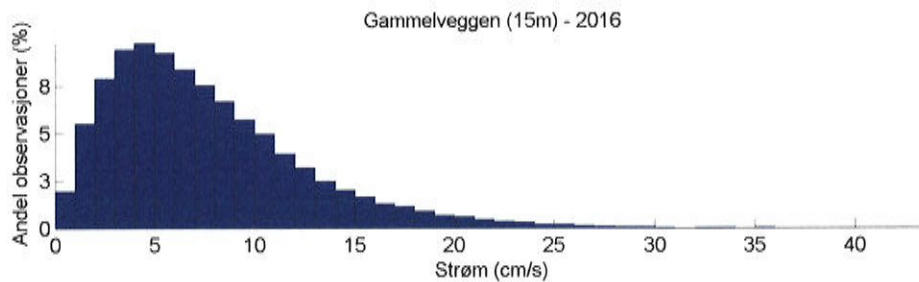
Retning vs. tid



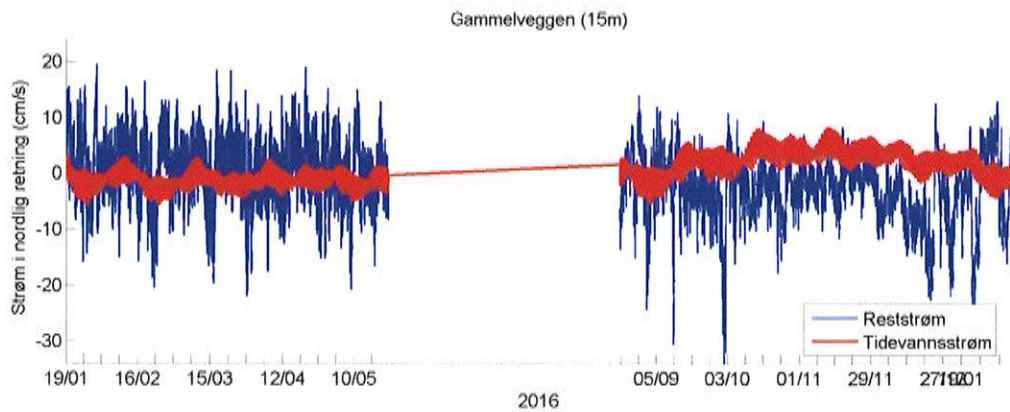
Strømhastighet (tidsserieplott)



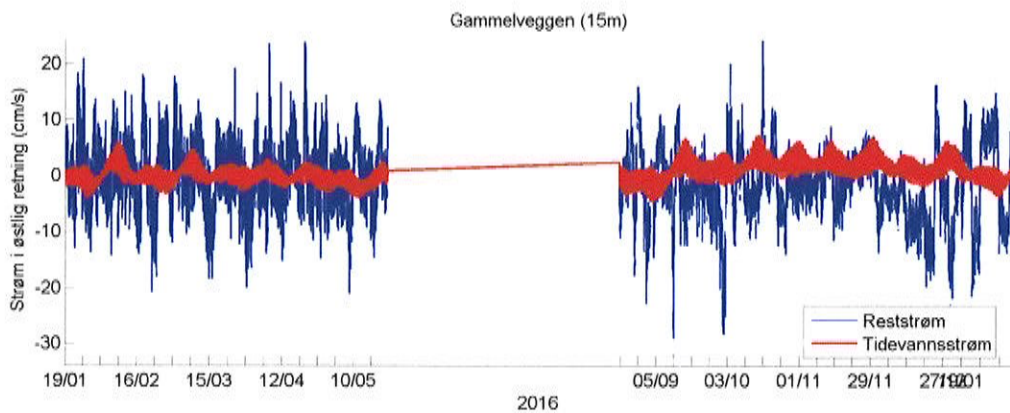
Retningshistogram



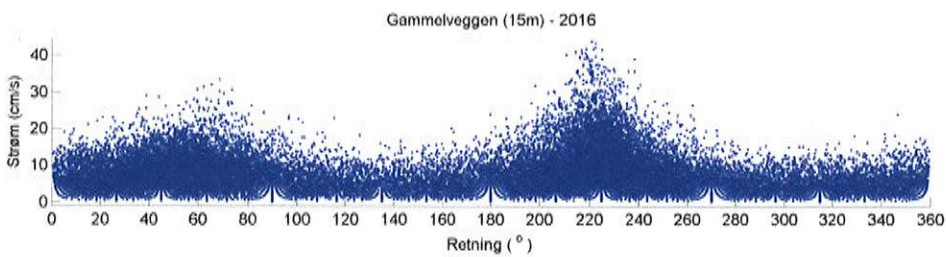
Strømstyrkehistogram



Estimert tidevannsstrøm i nord/sør-retning på 15 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot sør. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.



Estimert tidevannsstrøm i øst/vest-retning på 15 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot vest. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.



Scatterplott for registreringer hastighet vs. retning

Tabell som viser antall målinger, maks hastighet, total vanntransport og daglig vanntransport i de ulike sektorene.

Retning	Antall målinger (N)	Maks. strøm (cm/s)	Total vanntransport (m ³ /(s m ²))	Vanntransport per døgn (m ³ /(s m ²))
352.5 - 7.4	1214	19.2	40271.4	108.8
7.5 - 22.4	1542	23.1	60900.4	164.6
22.5 - 37.4	2217	25.4	96847.6	261.7
37.5 - 52.4	3122	29	152662.7	412.6
52.5 - 67.4	3217	31.9	165676.7	447.7
67.5 - 82.4	2220	33.4	106045.5	286.6
82.5 - 97.4	1416	24.4	54486.7	147.2
97.5 - 112.4	924	22.7	31201.6	84.3
112.5 - 127.4	720	22.9	22007.8	59.5
127.5 - 142.4	709	16	19727.2	53.3
142.5 - 157.4	746	16.7	21796.6	58.9
157.5 - 172.4	855	20.1	27392.6	74
172.5 - 187.4	1129	23.9	42144.8	113.9
187.5 - 202.4	1719	31.7	75897.1	205.1
202.5 - 217.4	2843	41.4	171620.3	463.8
217.5 - 232.4	4373	43.8	315376.7	852.3
232.5 - 247.4	2781	39.1	153775.2	415.6
247.5 - 262.4	1687	26.9	68714.1	185.7
262.5 - 277.4	1177	22.6	39863	107.7
277.5 - 292.4	923	16.6	27077	73.2
292.5 - 307.4	841	15.4	24973.5	67.5
307.5 - 322.4	867	15.9	25071.7	67.8
322.5 - 337.4	920	18.2	27258.8	73.7
337.5 - 352.4	895	23.9	28661.5	77.5

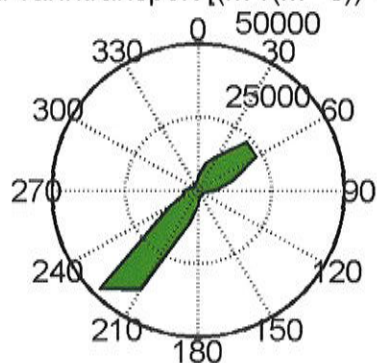
7.1.3 5m dyp i perioden 11.09 – 11.10.2016

Oppsummering resultater Gammelveggen 5 meter

	Strøm (cm/s)
Max	61.6
Min	0
Gj.snitt	10.1
% av målinger > 60 cm/s	0.1
% av målinger < 60 > 50 cm/s	0.6
% av målinger < 50 > 40 cm/s	1.1
% av målinger < 40 > 30 cm/s	2.2
% av målinger < 30 > 20 cm/s	7.5
% av målinger < 20 > 10 cm/s	25.9
% av målinger < 10 > 3 cm/s	45.6
% av målinger < 3 > 1 cm/s	14.7
% av målinger < 1 cm/s	2.4
95-prosentil (95 % av målingene er lavere enn denne verdien)	27.5
Residual strøm	1.5
Residual retning	204
Varians	79.6
Standardavvik	8.9
Stabilitet (Neumanns parameter)	0.15

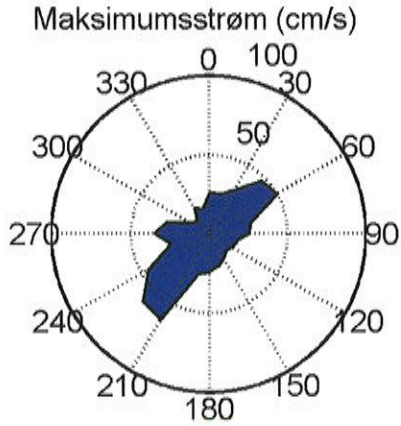
Gammelveggen (5m) - 2016

Total vanntransport $[(m^3/(m^2*s))*døgn]$



Total vanntransport

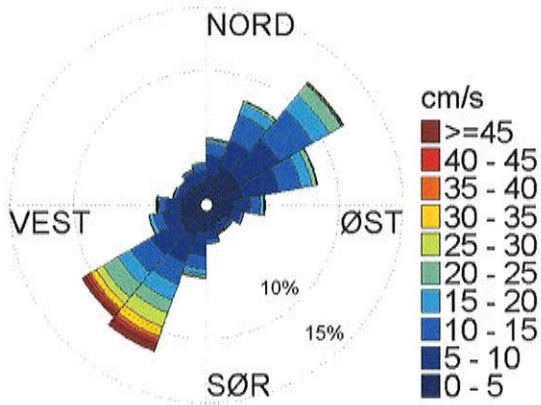
Gammelveggen (5m) - 2016



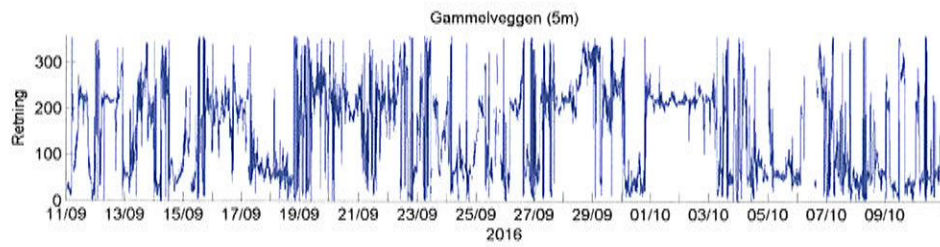
Maksimal hastighet

Gammelveggen (5m) - 2016

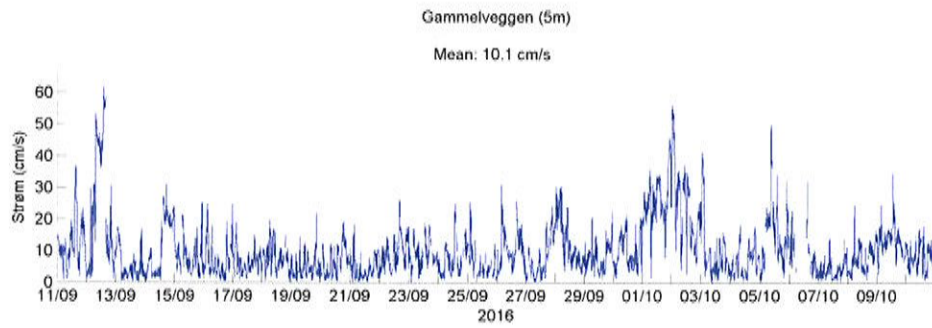
Strømrose



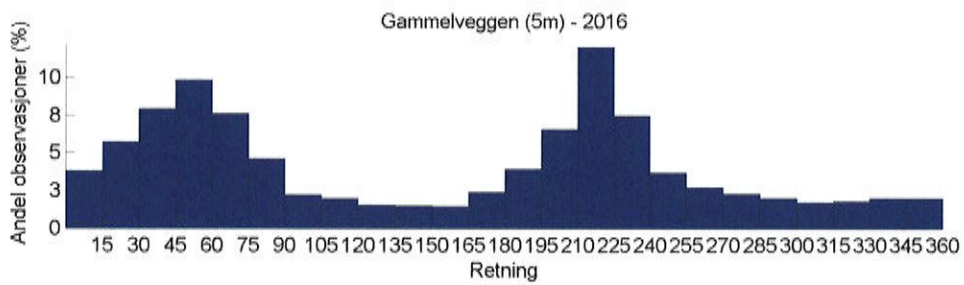
Strømstyrke og retningsfordeling. Totallengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperioden. Lengden på hvert fargesegment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende strømstyrke innenfor hver enkelt sektor.



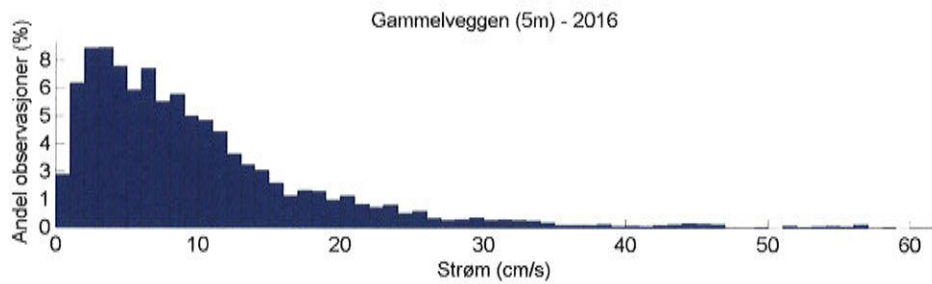
Retning vs. tid



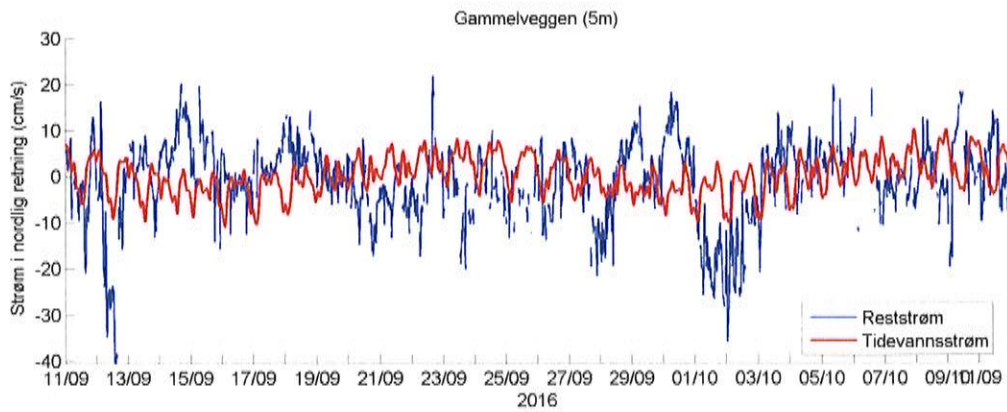
Strømhastighet (tidsserieplott)



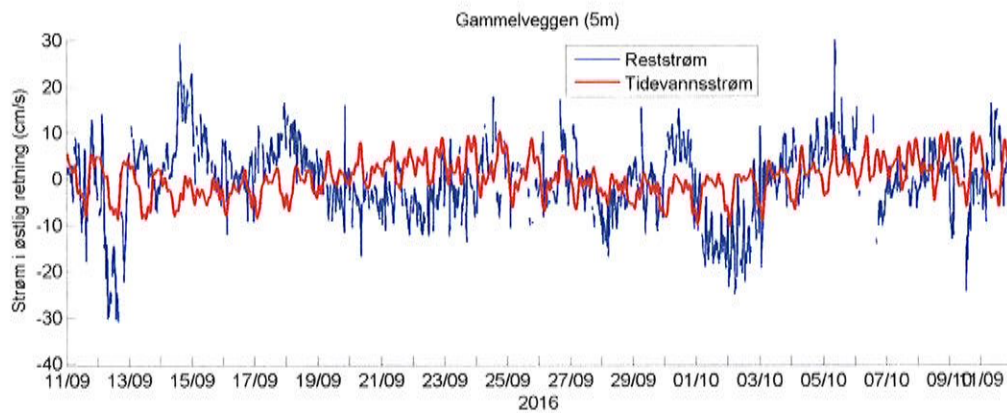
Retningshistogram



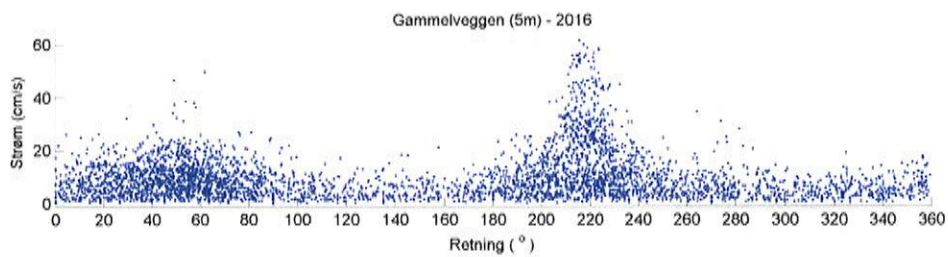
Strømstyrkehistogram



Estimert tidevannsstrøm i nord/sør-retning på 5 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot sør. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.



Estimert tidevannsstrøm i øst/vest-retning på 5 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot vest. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.



Scatterplott for registreringer hastighet vs. retning

Tabell som viser antall målinger, maks hastighet, total vanntransport og daglig vanntransport i de ulike sektorene.

Retning	Antall målinger (N)	Maks. strøm (cm/s)	Total vanntransport (m ³ /(s m ²))	Vanntransport per døgn (m ³ /(s m ²))
352.5 - 7.4	121	26.1	5262.5	175.5
7.5 - 22.4	190	26.3	9559.6	318.9
22.5 - 37.4	256	32.2	13460.5	449
37.5 - 52.4	373	46.6	23168.2	772.8
52.5 - 67.4	361	49.8	22794.5	760.3
67.5 - 82.4	236	27	11761.3	392.3
82.5 - 97.4	134	24.8	6083.5	202.9
97.5 - 112.4	88	17.5	2817.3	94
112.5 - 127.4	66	17.1	1843.4	61.5
127.5 - 142.4	59	15.2	1796.3	59.9
142.5 - 157.4	71	18.4	2304.4	76.9
157.5 - 172.4	63	21.3	1874.5	62.5
172.5 - 187.4	114	23.5	4590.9	153.1
187.5 - 202.4	209	26	11541	385
202.5 - 217.4	364	61.6	39008.6	1301.2
217.5 - 232.4	448	60.1	47476.4	1583.6
232.5 - 247.4	192	45.2	11688.3	389.9
247.5 - 262.4	121	25	5007.7	167
262.5 - 277.4	117	34.7	5110	170.5
277.5 - 292.4	76	28.4	2918	97.3
292.5 - 307.4	68	14.5	2071.6	69.1
307.5 - 322.4	73	11.2	2045.2	68.2
322.5 - 337.4	81	19.3	2833.7	94.5
337.5 - 352.4	77	15.6	2503.8	83.5

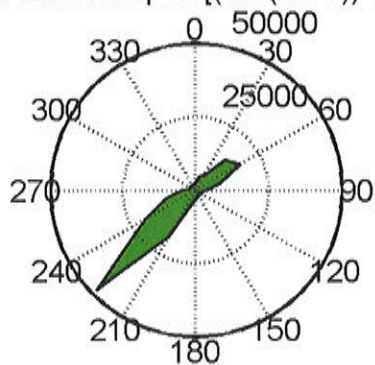
7.1.4 15m dyp i perioden 11.09 – 11.10.2016

Oppsummering resultater Gammelveggen 15 meter

	Strøm (cm/s)
Max	43.8
Min	0.1
Gj.snitt	7.6
% av målinger > 60 cm/s	0
% av målinger < 60 > 50 cm/s	0
% av målinger < 50 > 40 cm/s	0.3
% av målinger < 40 > 30 cm/s	2.1
% av målinger < 30 > 20 cm/s	3
% av målinger < 20 > 10 cm/s	18.6
% av målinger < 10 > 3 cm/s	53.4
% av målinger < 3 > 1 cm/s	19.3
% av målinger < 1 cm/s	3.3
95-prosentil (95 % av målingene er lavere enn denne verdien)	20.9
Residual strøm	2.1
Residual retning	221
Varians	46
Standardavvik	6.8
Stabilitet (Neumanns parameter)	0.28

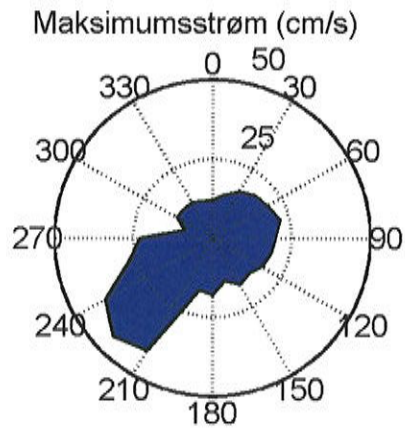
Gammelveggen (15m) - 2016

Total vanntransport [(m³/(m²*s))*døgn]



Total vanntransport

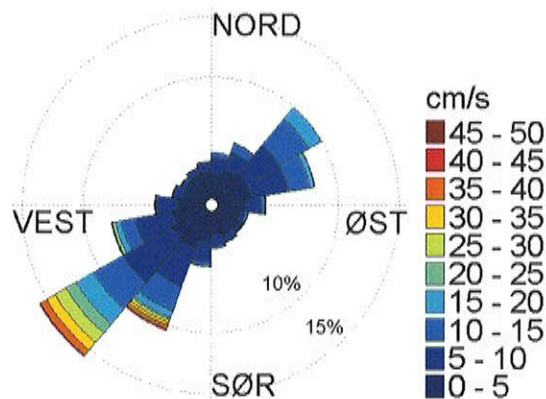
Gammelveggen (15m) - 2016



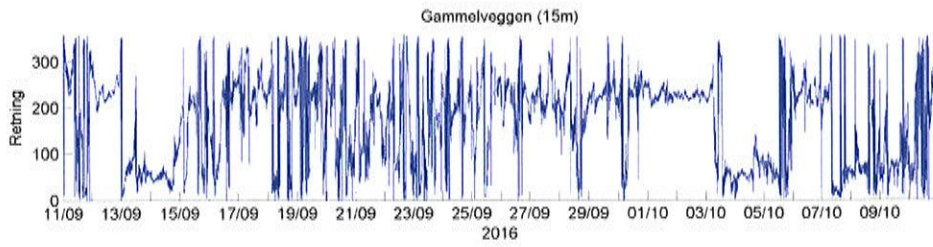
Maksimal hastighet

Gammelveggen (15m) - 2016

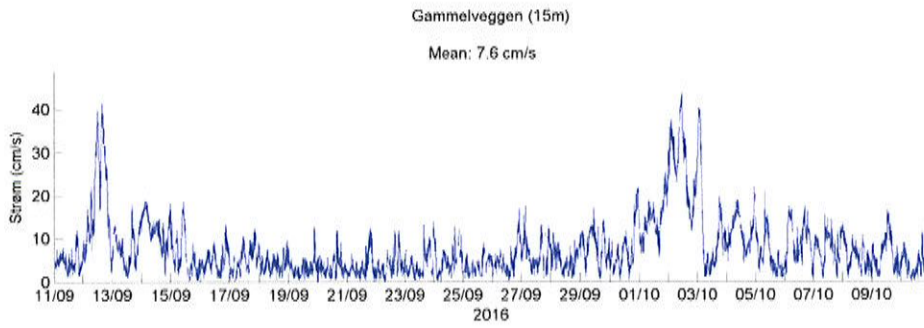
Strømrose



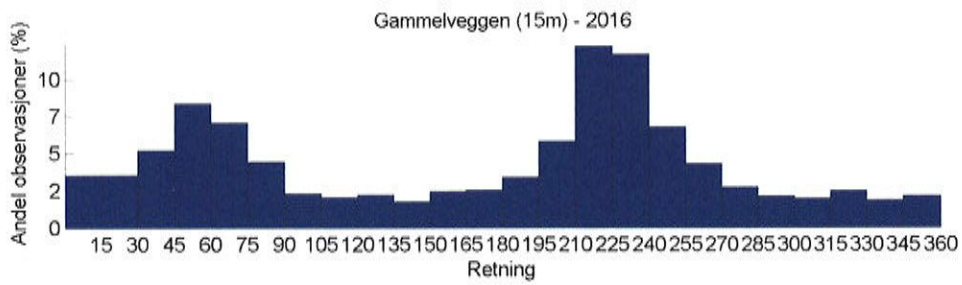
Strømstyrke og retningsfordeling. Totallengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperioden. Lengden på hvert fargesegment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende strømstyrke innenfor hver enkelt sektor.



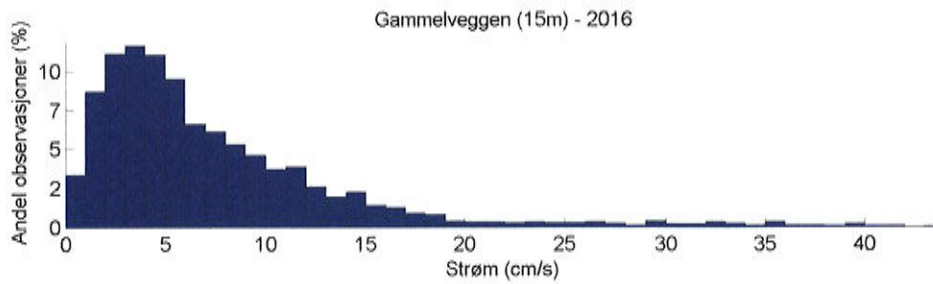
Retning vs. tid



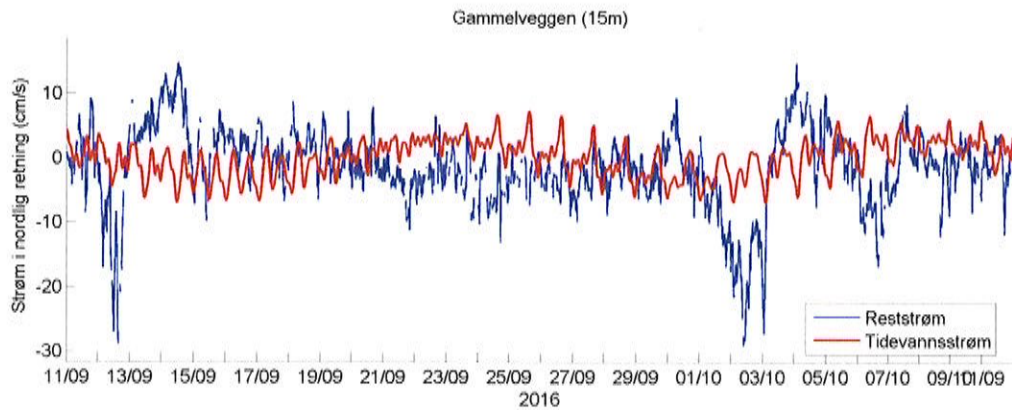
Strømhastighet (tidsserieplott)



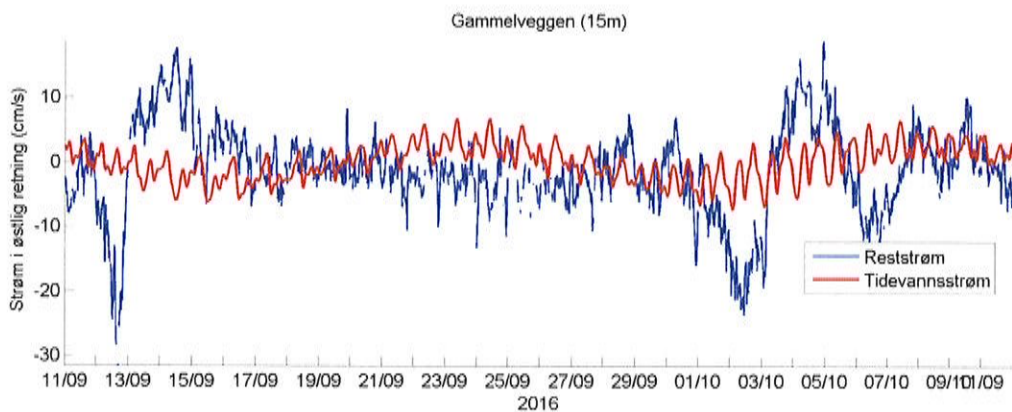
Retningshistogram



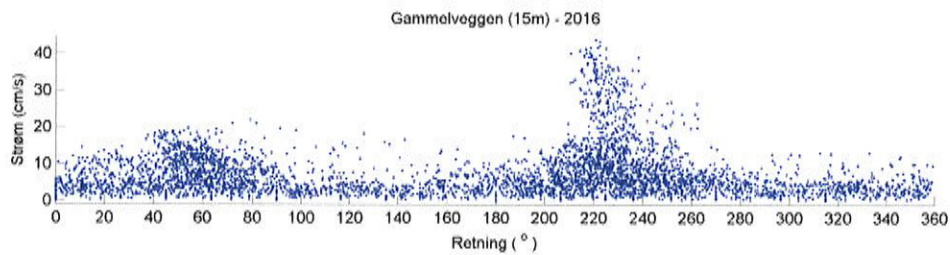
Strømstyrkehistogram



Estimert tidevannsstrøm i nord/sør-retning på 15 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot sør. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.



Estimert tidevannsstrøm i øst/vest-retning på 15 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot vest. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.



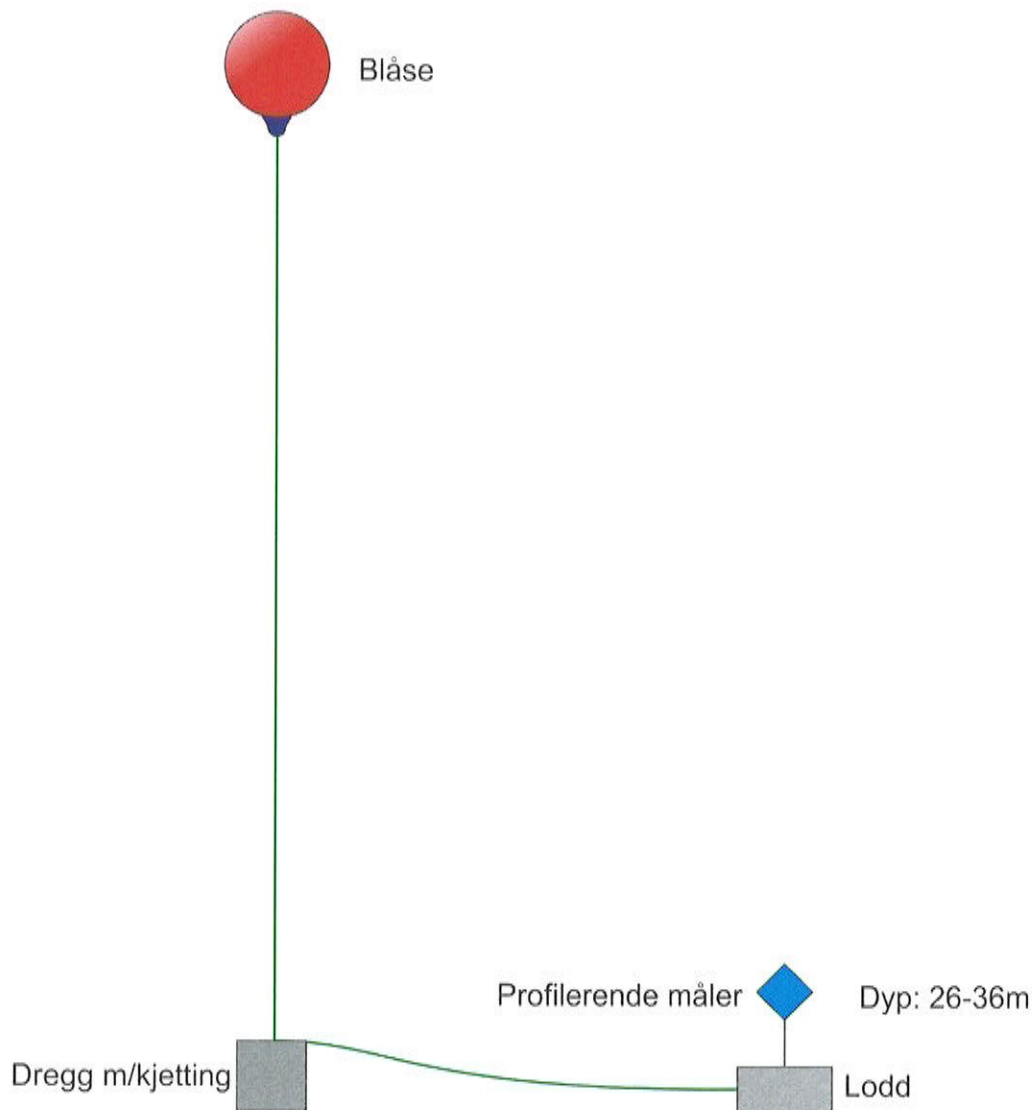
Scatterplott for registreringer hastighet vs. retning

Tabell som viser antall målinger, maks hastighet, total vanntransport og daglig vanntransport i de ulike sektorene.

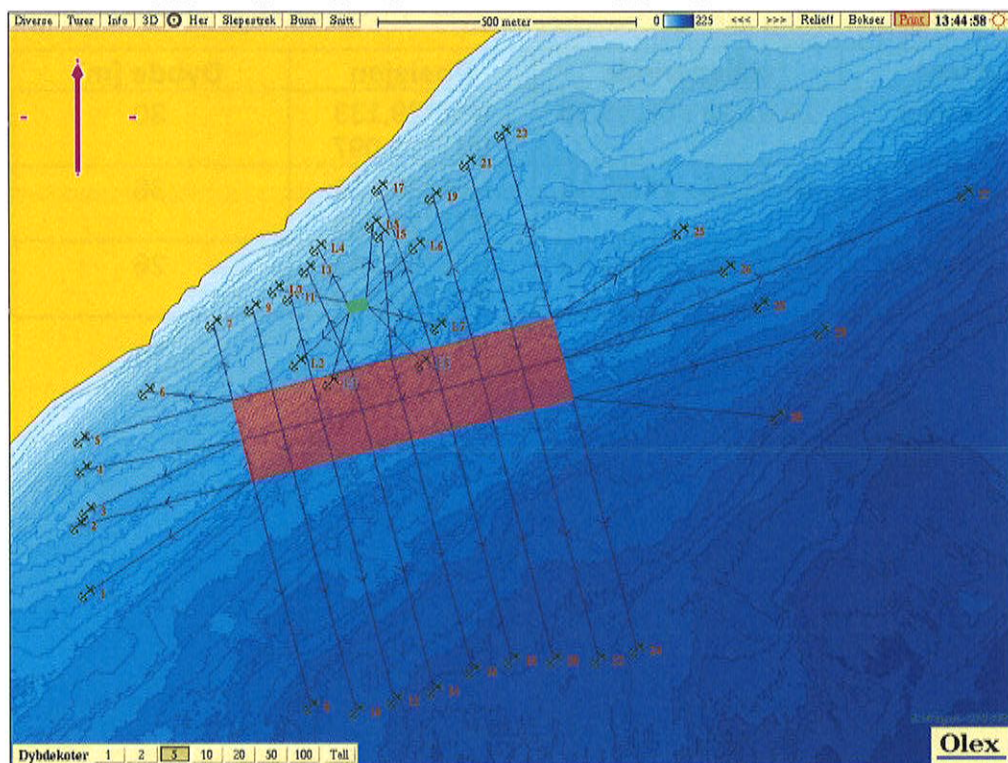
Retning	Antall målinger (N)	Maks. strøm (cm/s)	Total vanntransport (m ³ /(s m ²))	Vanntransport per døgn (m ³ /(s m ²))
352.5 - 7.4	116	12.2	2764.2	92.2
7.5 - 22.4	135	14.5	4669.7	155.8
22.5 - 37.4	154	16.6	5534.9	184.6
37.5 - 52.4	283	19	14414.9	480.8
52.5 - 67.4	349	19.8	17617.9	587.7
67.5 - 82.4	213	22	8448.2	281.8
82.5 - 97.4	124	19.6	3966.4	132.3
97.5 - 112.4	82	19.2	1974.8	65.9
112.5 - 127.4	92	18.3	2590.9	86.4
127.5 - 142.4	78	16	1519.2	50.7
142.5 - 157.4	81	16.7	1949.2	65
157.5 - 172.4	98	14	2551.6	85.1
172.5 - 187.4	106	17.6	3190.2	106.4
187.5 - 202.4	174	17.1	5355.7	178.6
202.5 - 217.4	331	41.4	18349.4	612.1
217.5 - 232.4	569	43.8	48218	1608.4
232.5 - 247.4	338	39.1	19935.7	665
247.5 - 262.4	232	26.9	10150.1	338.6
262.5 - 277.4	132	22.6	4267.2	142.3
277.5 - 292.4	90	9.1	2134.8	71.2
292.5 - 307.4	88	12.7	2104.3	70.2
307.5 - 322.4	92	13.2	2129.1	71
322.5 - 337.4	89	13.2	2069.1	69
337.5 - 352.4	75	12.1	1893.9	63.2

7.1.5 Riggskjema

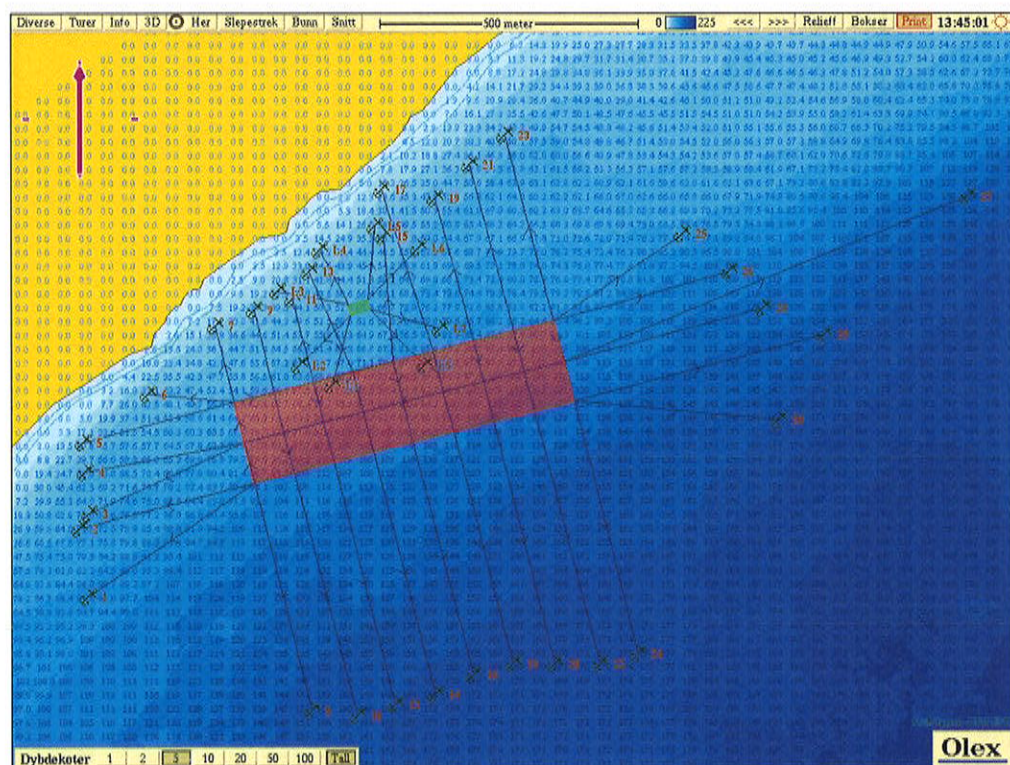
Instrument	Måleperiode	Posisjon	Dybde [m]
Nortek Profiler	19.01.16 - 08.05.16	N68°29,133 Ø17°21,097	30
Nortek AWAC	08.05.16 - 24.05.16	N68°29,129 Ø17°20,880	36
Nortek Signature	22.08.16 – 23.01.17	N68°29,143 Ø17°20,880	26



7.2 Anleggstegning og bunnkartlegging



Bunnkartlegging med anleggsplassering av lokalitet Gammelveggen. Ekvidistanse 5 m.



Bunnkartlegging med anleggsplassering av lokalitet Gammelveggen. Ekvidistanse 5m. Dybder i tall.

7.3 Beregning istabell

Tabellen er basert på Guest Et al sin formel: $PPR = \frac{Va(Tf-Ta)}{1+0,3(Tw-Tf)}$

- PPR = isprediktor
- Va = vindfart (m/s)
- Tf = frysepunkt til sjøvann (-1,7 °C)
- Ta = lufttemperatur
- Tw = sjøtemperatur

Resultater som fremkommer ved bruk av overnevnte formel for kombinasjon av lufttemperatur, vindhastighet, sjøtemperatur og sjøtemperaturs frysepunkt.

Sjøvannstemp	1																														
Vind (m/sek)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Lufttemperatur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	0	-1	-1	-2	-2	-3	-3	-4	-4	-5	-5	-6	-6	-7	-7	-8	-8	-9	-9	-10	-10	-11	-11	-12	-12	-13	-13	-14	-14	-15	
-1	0	0	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-2	-3	-3	-3	-3	-4	-4	-4	-4	-5	-5	-5	-5	-6	-6	-6	-7	-7	-7	-8	-8	
-2	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	
-3	0	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	7	
-4	1	1	2	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	
-5	1	2	3	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	
-6	2	2	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	
-7	2	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	
-8	3	3	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	
-9	3	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	
-10	3	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	
-11	3	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	
-12	3	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	
-13	3	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	
-14	3	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	
-15	3	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	
-16	3	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	
-17	3	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	
-18	3	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	
-19	3	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	
-20	3	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	
-21	3	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	
-22	3	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	
-23	3	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	
-24	3	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	
-25	3	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	
-26	3	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	
-27	3	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	
-28	3	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	
-29	3	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	
-30	3	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	
-31	3	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	
-32	3	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	
-33	3	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	
-34	3	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	
-35	3	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	

Verdier som tilsvarer ingen, noe, moderat, kraftig og ekstrem ising.

Isprediktor					
Isklasse	Ingen	Noe	Moderat	Kraftig	Ekstrem
Israte (cm/time)	0	<0,7	0,7-2,0	2,0-4,0	>4,0
Israte (kg/m2/time)	0	0,8-6,0	6-17	17-34	>34

Ved å plote inn data fra langtidsstatistikk, det vil si antall observasjoner av kombinasjon av temperatur og vindstyrke, i fargematriksen over kan man lese ut estimert mengde ising for en gitt temperatur/vindkombinasjon.

7.4 Vurdering av strøm- og bølgesituasjonen ved Gammelveggen

19. januar 2016 – 23. januar 2017

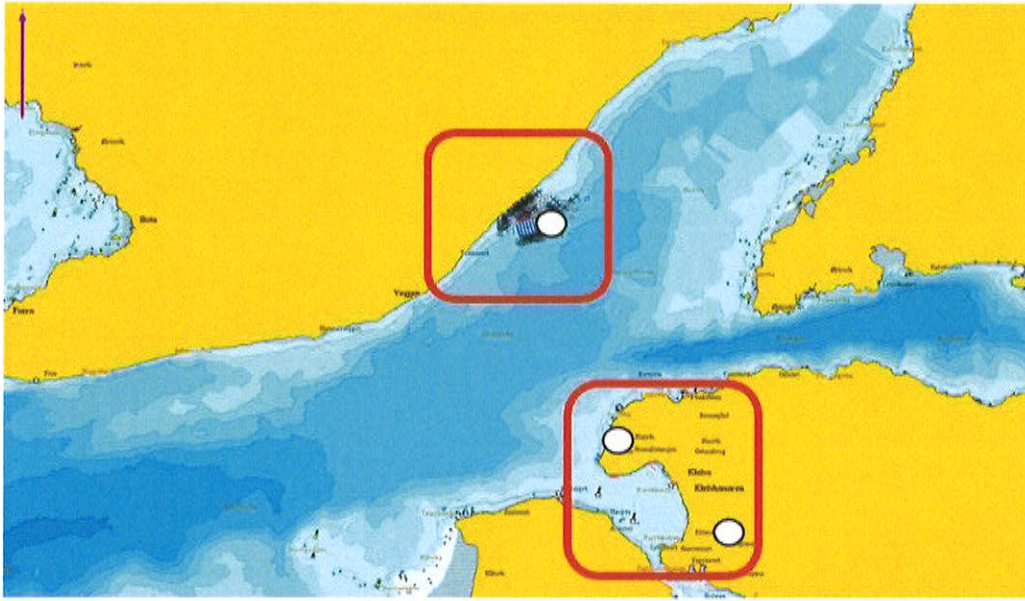
Linda Hagen, Aqua Kompetanse AS

Øyvind Leikvin, Akvaplan-Niva AS

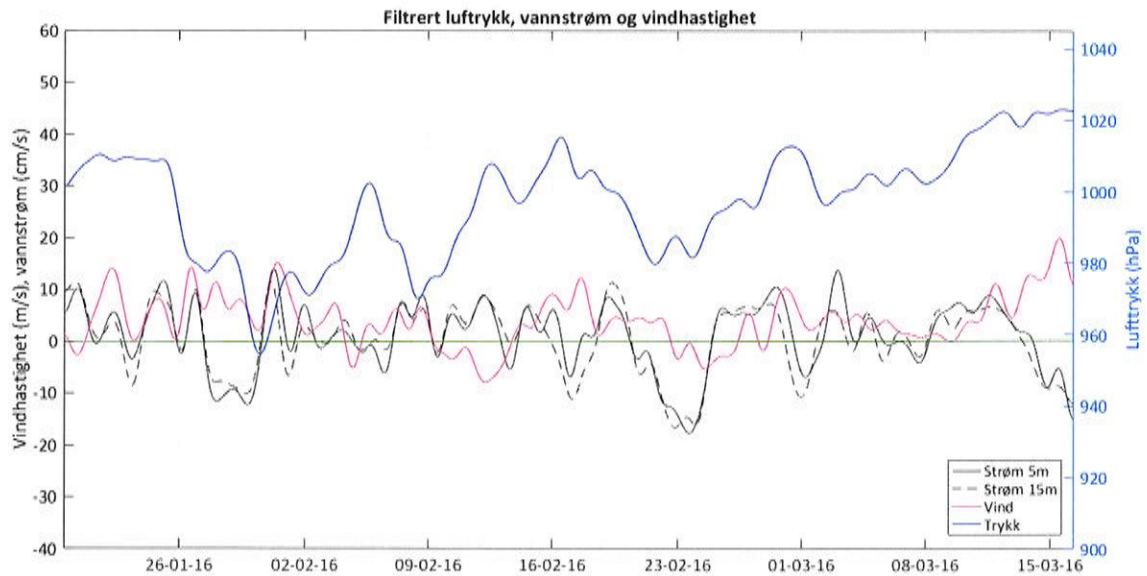
I forbindelse med revidering av lokalitetsrapporten til en etablert matfisklokalitet i Narvik kommune, er det utført strøm- og bølgeundersøkelser ved Gammelveggen. Måleperioden strekker seg fra 19. januar 2016 til 23. januar 2017, med unntak av perioden mellom 24. mai og 22. august 2016. Instrumentene benyttet innledningsvis ble i mai 2016 erstattet av et nytt instrument som kan måle vannstrøm og bølger samtidig. Strøm- og bølgemåleren var feilprodusert (utett), og data fra sommermånedene gikk dermed tapt. Basert på det som foreligger av strøm- og meteorologiske registreringer har Akvaplan-niva AS og Aqua Kompetanse AS sammen gjort en vurdering av perioden som mangler data.

Tilgjengelig data benyttet i vurderingen er vannstrømmåling på 5 og 15 meters dyp ved lokalitet Gammelveggen, lufttrykkregistrering ved Narvik lufthavn og vindmålinger på Fagernesfjellet (Figur 1). Alle datasettene fra fire delperioder (og meteorologiske data fra perioden uten strømmåling) er behandlet med et filter¹ som «glatter kurvene», da man ønsker å se på de generelle forandringene i løpet av måleperiodene. For eksempel er tidevannssignalet filtrert bort. Videre er retningen på både vannstrømmen og vindhastigheten rotert slik at akse går langs sundet og bunnkonturene hvor lokaliteten ligger. Dette er omtrentlig samsvarende med hovedstrømretningene til strømmålingene. Hensikten med rotasjonen er å vurdere drivkrefter som står bak hovedvariabiliteten til strømmen. Positiv vannstrøm og vindretning (begge i konvensjon positiv retning MOT) er rettet innover fjorden mot nordøst, mens negativ vannstrøm og vindretning er rettet ut av fjorden, mot sørvest.

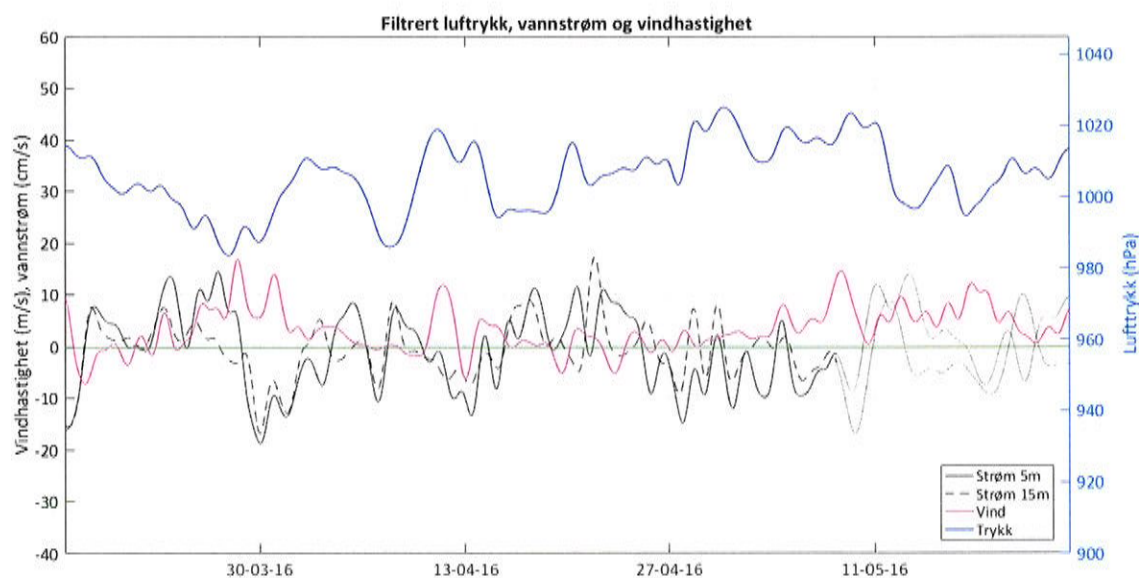
¹ Filteret pl33tn bygget på filteret pl66 med cutoff-periode på 33 timer er benyttet. Referanse: Rosenfeld, 1983. WHOI, Technical Report 85-35, pp 21.



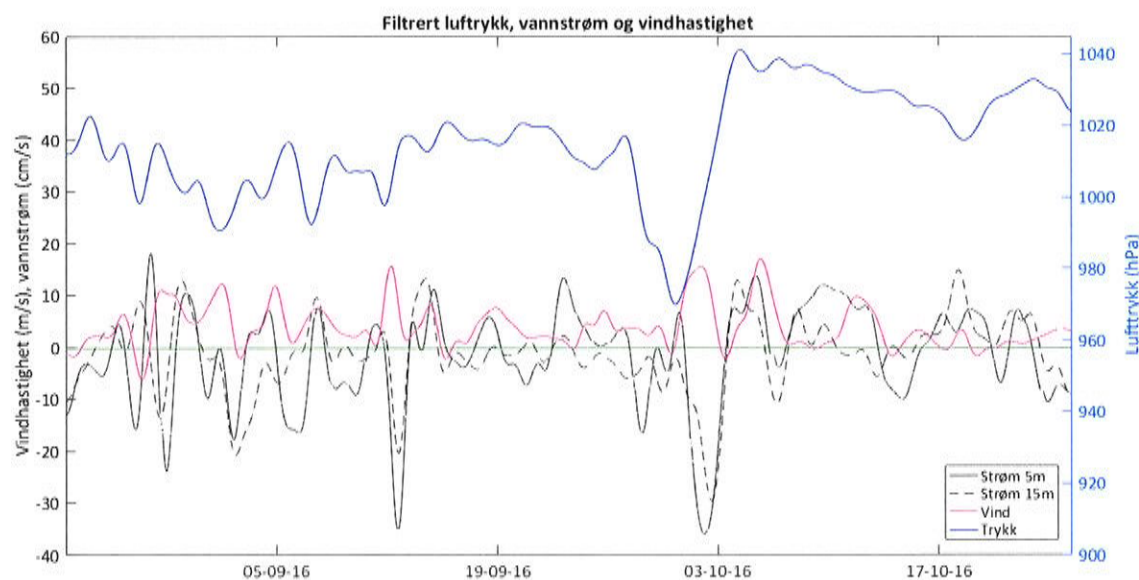
Figur 1: Aktuelle meteorologiske stasjoner, Narvik lufthavn og Fagernesfjellet (hvite punkter i den sørligste røde boksen), samt måleposisjon for vannstrøm ved Gammelveggen (hvitt punkt i rød boks i nord). Kartkilde: Olex.



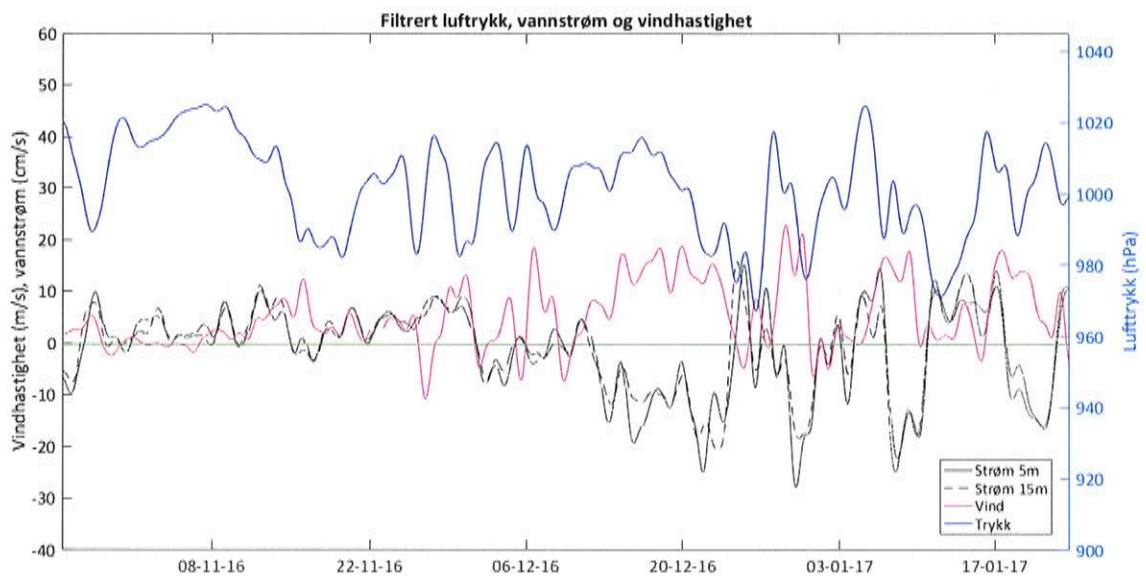
Figur 2: Filtrert lufttrykk (hPa) fra Narvik lufthavn, filtrert vannstrøm på 5 og 15 meters dyp (cm/s) ved Gammelveggen og filtrert vindhastighet (m/s) på Fagernesfjellet i perioden 19. januar – 16. mars 2016. Grønn linje viser nullpunkt for strøm og vind.



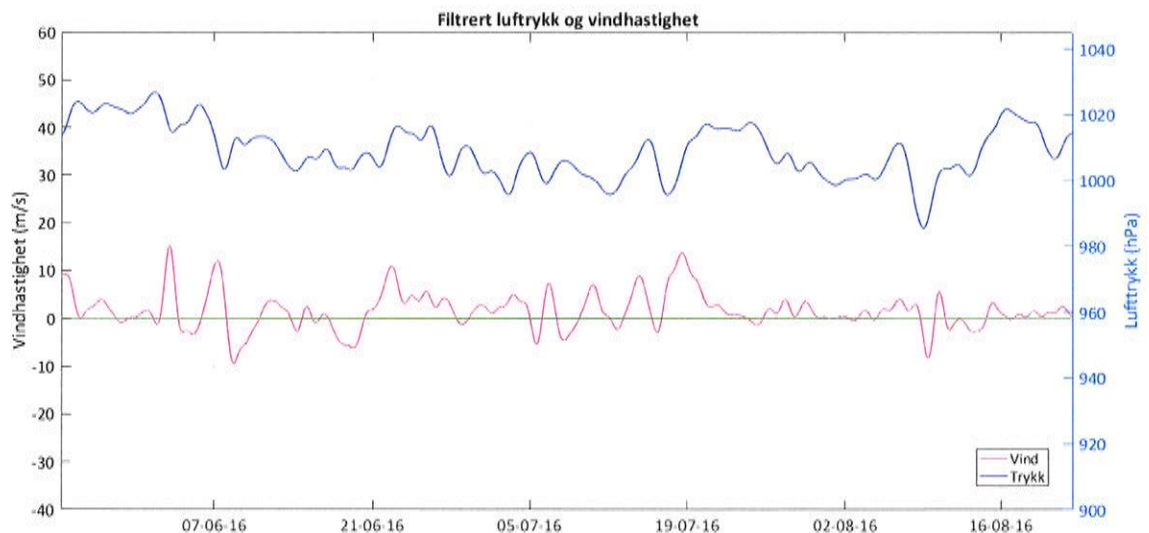
Figur 3: Filtrert luftrykk (hPa) fra Narvik lufthavn, filtrert vannstrøm på 5 og 15 meters dyp (cm/s) ved Gammelveggen og filtrert vindhastighet (m/s) på Fagernesfjellet i perioden 16. mars – 24. mai 2016. Grønn linje viser nullpunkt for strøm og vind. Kurve for vannstrøm på 5 og 15 meters dyp er i denne måleperioden sydd sammen av datasett fra to separate instrumenter, hvor siste del (kortstiplede linjer) består av vekselvis 10 og 20 minutters intervaller i stedet for kun 10 minutters intervaller som benyttes ellers.



Figur 4: Filtrert luftrykk (hPa) fra Narvik lufthavn, filtrert vannstrøm på 5 og 15 meters dyp (cm/s) ved Gammelveggen og filtrert vindhastighet (m/s) på Fagernesfjellet i perioden 22. august – 25. oktober 2016. Grønn linje viser nullpunkt for strøm og vind.



Figur 5: Filtrert lufttrykk (hPa) fra Narvik lufthavn, filtrert vannstrøm på 5 og 15 meters dyp (cm/s) ved Gammelveggen og filtrert vindhastighet (m/s) på Fagernesfjellet i perioden 25. oktober 2016 – 23. januar 2017. Grønn linje viser nullpunkt for strøm og vind.



Figur 6: Filtrert lufttrykk (hPa) fra Narvik lufthavn og filtrert vindhastighet (m/s) på Fagernesfjellet i perioden 24. mai – 22. august 2016. Grønn linje viser nullpunktet for vind.

Det ser ut til at vind ofte er en viktig drivkraft for sterke strømmer ved Gammelveggen. Tidsseriene i Figur 2 – Figur 5 viser at det ofte blir satt opp strømmer utover fjorden ved Gammelveggen, ved sterke og vedvarende vinder innover i Ofotfjorden (mot nordøst). Det ser ut som om det er noe forsinkelse mellom kraftig vind innover i Ofotfjorden, og strøm utover fjorden ved Gammelveggen.

Trykkendringer er kun viktig dersom ekstremtilfeller inntreffer, med svært rask og stor trykkendring. Man har kun noen episoder i løpet av periodene med data hvor trykkendring

potensielt kan ha satt opp vannstrøm. En mulig episode er rundt månedsskiftet september/oktober 2016 (Figur 4), hvor det registreres en økning i vannstrøm ut av fjorden og en trykkøkning på ca. 70 hPa i løpet av fire dager.

I løpet av perioden som mangler strøm- og bølgemålinger (Figur 6) er det færre, mer kortvarige og generelt svakere ekstremvinder enn resten av året. Dette gjelder også trykkendringene i den samme perioden, hvor det ikke er noen store og raske trykkendringer som potensielt kan ha satt opp ekstremstrømmer.

Det konkluderes med at det i perioden uten strøm- og bølgedata generelt er ingen tegn på at det har vært ekstremt kraftige vinder og/ eller trykkendringer. Fordi vind og regionale trykkendringer antas å være viktigste drivkrefter til strømvariabiliteten, i tillegg til tidevann, er det derfor ingen tydelige tegn på at det har vært ekstremt kraftige strømmer i perioden mellom 24. mai og 22. august 2016. Det forventes også at ekstrembølgehøydene (vinddrevne bølger) har vært mindre og færre enn resten av året, fordi vind fra sørvest har færre og lavere ekstremverdier i denne perioden enn resten av året. Derfor forventes det at utelatelsen av denne perioden i analysen ikke vil medføre at strøm- og bølgeestimerer funnet ved ekstremverdianalyse vil være for lav. Utelatelse av data, i dette tilfellet ca. 3 måneder i forhold til minste anbefalte varighet på 12 måneder av måleserie for å estimere 10 og 50 års returperioder², vil medføre økt grad av usikkerhet i beregningen. Av årsaker gitt ovenfor, er det vesentlig større sannsynlighet for at ekstremverdiestimatene vil være for høye enn for lave, og det antas derfor at beregningene av 10 og 50 års returperioder for strøm og bølger vil være noe konservative.

Namsos, 12.03.2017.

Linda Hagen

Linda Hagen
Aqua Kompetanse AS

Tromsø, 13.03.2017.

Øyvind Leikvin

Øyvind Leikvin
Akvaplan-niva AS

² Referanse: Norsk standard, NS 9415:2009. Flytende oppdrettsanlegg – Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift.

7.5 Bemerkning fra produsent av strømmålerutstyr, datert 02.02.2017



Bemerkning fra produsent av strømmålerutstyr, Nortek AS, basert på analyse av alle strømdata innsamlet ved Gammelveggen på vestsiden av Herjangsfjorden, Narvik kommune i Nordland og basert på vinddata fra en nærliggende lokalitet:

- a) *Bunnen i området skråner bratt og jevnt ut fra land i nordvest og noe slakere gjennom lokaliteten til sentralt i Herjangsfjorden. Herjangsfjorden fortsetter i dyprenne utover i Ofotfjorden og det eksisterer ingen terskler ut mot Vestfjorden. Lokaliteten har ingen åpne sektorer ut mot storhavet, og vindgenererte bølger vurderes til å kunne påføre vesentlig større belastning på anlegget enn havbølger.*
- b) *Bakgrunnsstrømmen er ganske liten – maksimalt 0.1-0.2 m/s. Jeg er ikke helt sikker på hva som driver denne, men det er lite tidevann så det kan være det som foregår lenger ute i fjorden, litt vind, litt interne bølger.*
- c) *De største strømmene i datasettene inntreffer når det blåser og vannet (som jeg regner med har en viss gradient i tettheten fra overflaten og nedover) blir dyttet avgårde. Så blir det oppstuing, vinden gir seg, strømmen snur + bølgedannelse, etc. De sterkeste strømhastighetene i perioden 19.01 – 24.05.2016 ligger på ca. 0.3 m/s i de øverste 20-25 meterne av vannsøylen og de er assosiert med perioder med sterk vind. Se for eksempel 17.02 og 28. - 29.03 2016.*
- d) *Det samme gjelder strømdata fra perioden 22.08 – 25.10.2016, men her er maksimalstrømmen opp mot 0.5-0.6 m/s. Se for eksempel 12.09 og 02.10.2016. Forskjellen her er ikke måleren i seg selv, men retningen på vinden. I periodene med maksimalstrøm i tidsrommet 19.01 - 24.05.2016 er vindretningen typisk nord/syd-orientert, mens i perioden med maksimalstrøm i tidsrommet 22.08 – 25.10.2016 er vinden i sundets retning. Da blir det fart i ting (rundt 230 grader). Til gjengjeld ser vi denne sterke strømmen først og fremst i de øverste 5-10 meterne.*

Det var to perioder med sterk vind i dataene som mangler: 8. juni og 18. juli 2016. I disse periodene var igjen vinden stort sett langs sundets retning, men den varte ikke så lenge og var ikke så sterk som den var i september og oktober. Det er derfor ingen grunn til å tro at strømmen på noe tidspunkt var like sterk som den dere ser i dataene fra 22.08 – 25.10.2016. Jeg ville ha valgt de dataene dere har fra september og oktober som grunnlag for design og dimensjonering av forankring.

Oslo, 2/2 2017

Atle Lohrmann
Daglig leder, Nortek AS

