

Strømrapport

**Måling av overflate, dimensjonering,
sprednings- og bunnstrøm ved**

Seiskjæret i

mars – april 2016



Dokument kontroll		
Rapport		
Rapport beskrivelse og navn	Vurdering av strøm på grunnlag av 2 strømmålinger. SR-M-02116-Seiskjæret0516-ver01.pdf	
Rapport versjon	Dato	Beskrivelse
01	11.05.16	Første utgivelse
Rapport distribusjon	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	Seiskjæret	Lokalitetsnummer	10398
Kommune	Roan	Fylke	Sør-Trøndelag
GPS-koordinater 5m & 15m	64°05.578' N 10°06.981' Ø	GPS-koordinater Spredning & bunn	n/a
Måleperiode	16.03.16 – 18.04.16	Dyp målested	ca. 102 meter
Instrumenttype	Aanderaa punkt måler	Måleintervall	10 minutter

Resultat nøkkeltall		
Dyp	Spredning	Bunn
Maksimal strøm (cm/s)	10 (SØ)	11.8 (N)
Gjennomsnitt strøm (cm/s)	2.5	1.9
Strømstyrke ≤ 1cm/s (%)	13.8	23.9
Strømstyrke ≤ 3cm/s (%)	70.6	85.5
Strømstyrke > 30cm/s (%)	0	0
Neumann parameter	0.2	0.24

Oppdragsgiver			
Selskap	Refsnes Laks AS; 7177 Refsnes		
Kontakt person	Ivar Refsnes	ivar@refsneslaks.no	97 08 96 60
Oppdragsansvarlig			
Selskap	Åkerblå AS; Nordfrøyveien 413; 7260 SISTRANDA Organisasjon nr. 963 554 052		
Feltarbeid ansvarlig	Arild Kjerstad	arild@akerbla.no	90 94 20 55
Rapport ansvarlig	Jenny-Lisa Reed 	jenny.lisa@akerbla.no	90 88 34 23
Kontrollert av	Geir Håvard Espnes	geir@akerbla.no	95 18 15 25

Innholdsfortegnelse

1. Forord.....	5
2. Områdebeskrivelse.....	5
3. Metodikk	6
4. Resultater	7
4.1 Strømdata sammendrag	7
4.2 Strømroser	8
4.3 Strømhastighet mot strøm retning matrise.....	9
4.4 Strømmens hastighetsfordeling.	11
4.5 Strømmens retningsfordeling.	12
4.6 Tidsdiagram - strømhastighet.	13
4.7 Tidsdiagram - strømretning.	14
4.8 Tidsdiagram - temperatur.	15
4.9 Progressiv vektor diagram.	16
4.10 Fordelingsdiagram – maksimal strømhastighet.	17
4.11 Fordelingsdiagram – middlehastighet.	17
4.12 Fordelingsdiagram – relativ vannfluks.	18
4.13 Fordelingsdiagram – antall observasjoner.	18
4.14 Maksimal strømhastighet per 8 retningssektorer.	19
4.15 Gjennomsnitt strømhastighet per 8 retningssektorer.	19
4.16 Antall målinger per 8 retningssektorer.	19
4.17 Relativ vannutskiftning per 8 retningssektorer.	19
4.18 Tidevannsanalyse	20
5. Diskusjon strøm.....	21
5.1 Temperatur.....	21
5.2 Strømhastighet	21
5.2.1 Maksimal, signifikant maksimal og høye strømmålinger (> 30 cm/s).....	21
5.2.2 Gjennomsnitt strømhastighet.....	21
5.2.3 Null målinger (≤ 1 cm/s) og varighet	21
5.2.4 Vannutskiftning og Neumann parameter	21
6. Vedlegg – strømmålinger opplysninger	22
7. Vedlegg - rigg oppsett, måleprinsipp og valg av målersted.....	25
7.1 Riggoppsett – Aanderaa punktmåler	25
8. Vedlegg - kvalitetssikring av data.....	27
8.1 Databearbeiding.....	28

8.2	Data kvalitetssikring	28
8.3	Fjernet data	30
8.3.1	Måleperioden.....	30
8.3.2	Enkelte data punkter	30
9.	Vedlegg - Strøm tilstandsklasser.....	31
10.	Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjon under måleperioden	32
11.	Vedlegg - Bakgrunn for en strømrappport	33
11.1	Krav til en strømrappport.....	33
11.2	Tenkt plassering av oppdrettsanlegg og områdebeskrivelse.....	33
12.	Vedlegg - Måleenheter og forkortelser	35
13.	Vedlegg - Parameter og Beskrivelse	36
14.	Vedlegg - Referanser	37

1. Forord

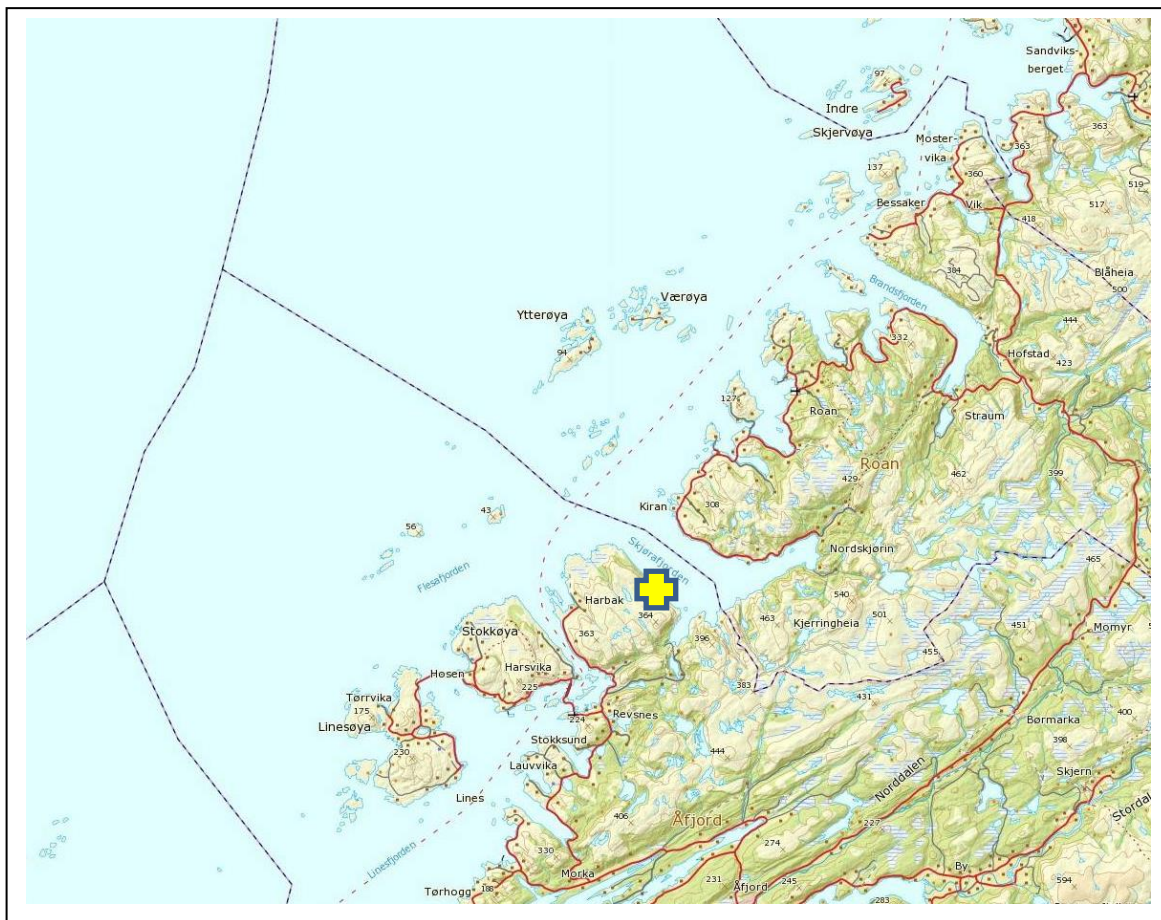
Åkerblå AS har på oppdrag fra Refsnes Laks utført strømmålinger ved oppdrettslokalitet Seiskjæret som er vurdert etter beliggenhet, strømforhold, temperatur og vannutskiftning.

2. Områdebeskrivelse

Lokalitet Seiskjæret ligger i Roan kommune, Sør-Trøndelag. Seiskjæret ligger på østsiden av Skjærafjorden. Plasseringen er åpent mot Felsafjorden i nordvest.

På grunn av omkringliggende topografi er lokaliteten relativt eksponert for vind fra nordvest og nord.

Bunntopografi er ca. 100 m dyp og orientert NV - SØ i området.



Figur 2.1. Oversiktskart over området rundt lokaliteten. Lokalitet er anvist med



Kart er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy.

3. Metodikk

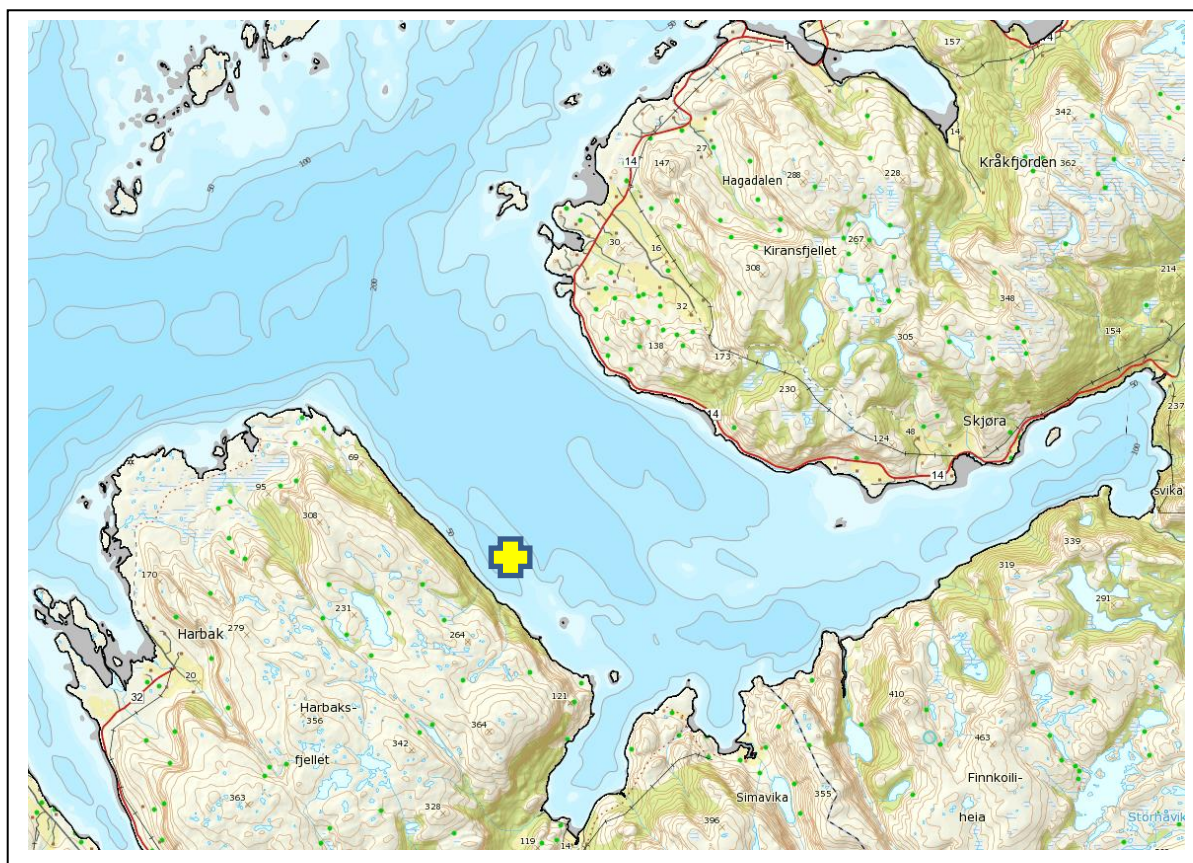
Strøm var målt av Åkerblå AS og informasjon om måleperiode og instrumenter brukt er oppgitt i tabellene under.

Tabell 3.1. Instrument rigg posisjon.

Merke	Dyp	Posisjon
	Rigg på spredning og bunn	64°05.578' N; 10°06.981' Ø

Tabell 3.2. Måle dybde, instrumenttype, måleperiode, antall døgn, måleintervall og antall målinger.

Måle dybde (m)	Instrument type	Måleperiode	Antall døgn	Intervall	Antall målinger
Spredning (65m)	Aanderaa punkt måler	16.03.16 – 18.04.16	32,9	10 min	4744
Bunn (100m)	Aanderaa punkt måler	16.03.16 – 18.04.16	32,9	10 min	4743



Figur 3.1. Plassering av strømmålere i området.

Kart er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy.

4. Resultater

4.1 Strømdata sammendrag

Resultater per måledyp over hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1.

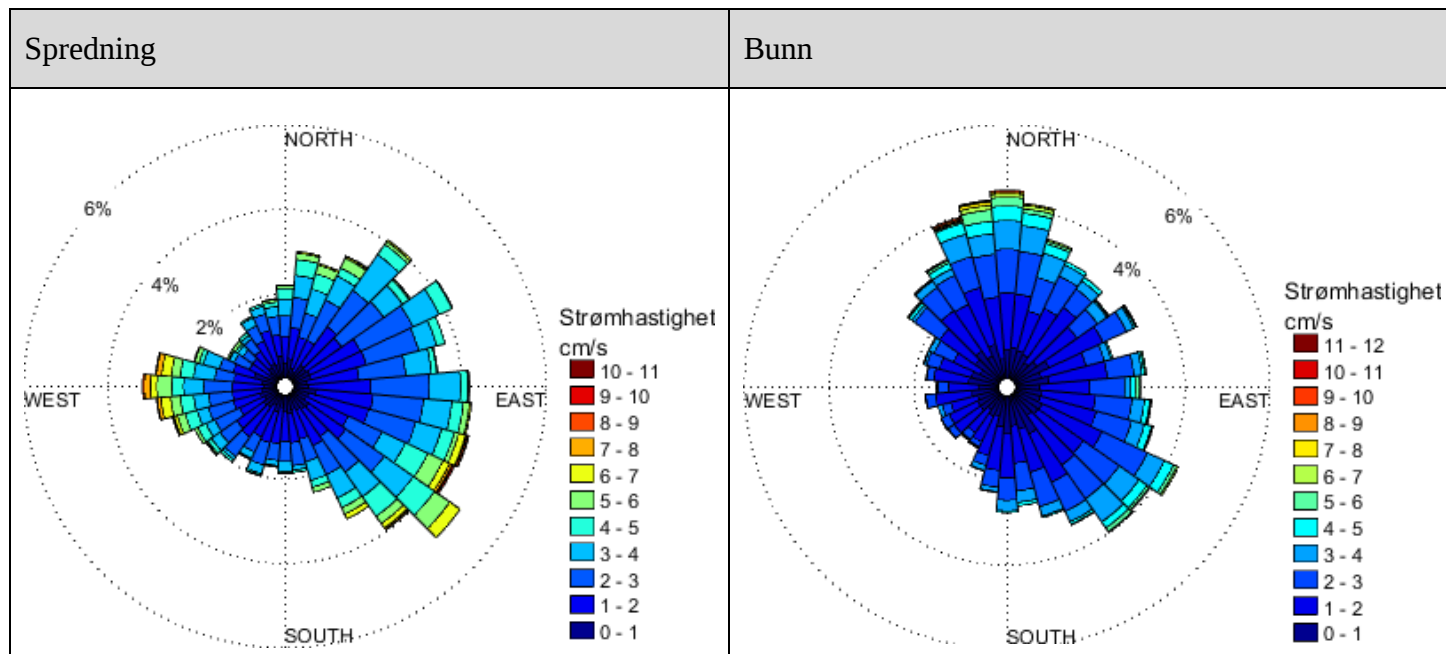
Tabell 4.1.1. Strømdata sammendrag på spredning og bunn.

Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: Vedlegg – Strøm tilstandsklasser.

	Spredning	Bunn
Sjøtemperatur (°C)	5.7 – 7.4	6.3 – 8.3
Strømhastighet		
Maksimum (cm/s)	10	11.8
Gjennomsnitt (cm/s)	2.5	1.9
Minimum (cm/s)	0	0
Signifikant maks (cm/s)	4.1	3.2
Signifikant min (cm/s)	1.1	0.8
Varsians (cm/s) ²	2.1	1.5
Standard avvik (cm/s)	1.5	1.2
% ≤ 1cm/s	13.8	23.9
Lengst periode ≤ 1cm/s (min)	80	90
% ≤ 3cm/s (dvs. 0 - ≤3cm/s)	70.6	85.5
Lengst periode ≤ 3cm/s (min)	1360	2550
% > 30cm/s	0	0
Lengst periode > 30cm/s (min)	0	0
Effektiv transport		
Hastighet (cm/s)	0.5	0.4
Retning grader (deg)	94	52
Neuman-parameter	0.2	0.24
Gjennomsnitt vannforflytning (m ³ /m ² /d)	2121	1619

4.2 Strømroser

Strømroser viser strømhastighet og retning under hele måleperioden. Strømroser gir en indikasjon av hovedstrømretning og om tidevanns ellipse er rettlinjet eller sirkulær.



4.3 Strømhastighet mot strøm retning matrise.

Strømretninger er fordelt på 15° sektorer (sektorene er vist i venstre kolonne).

Den nederste linjen vises den prosentvise fordelingen av de registrerte strømhastigheten.

Kolonnen til høyre vises den prosentvise fordeling av de ulike 15° sektorer og utregning av antall kubikkmeter vann som i måleperioden vil passere et tenkt vindu på 1x1 meter i den aktuelle strømretning.

Kolonnen til høyre viser også maksimal strømhastighet i hver 15° sektor.

Hastighet fordeling er $\geq$ (lavest verdi) og $<$ (høyest verdi) i oppgitt hastighetsrekkevidde.

Strømhastighet og retning (Spredning dyp).

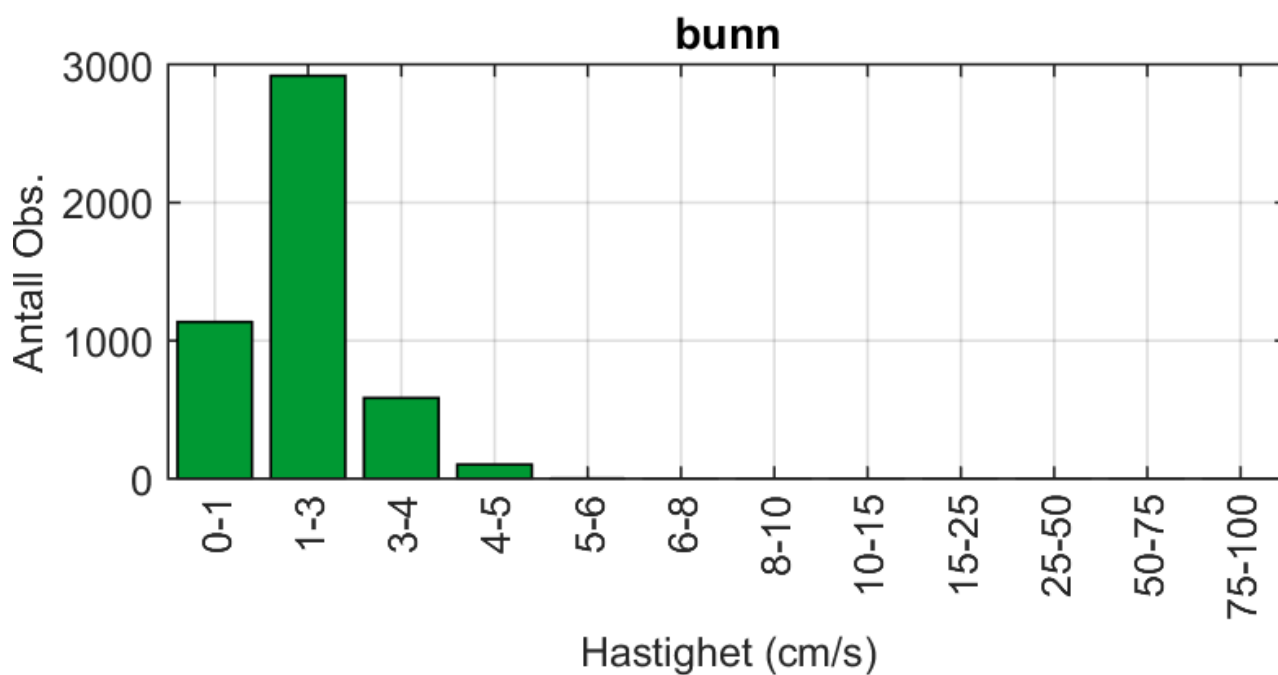
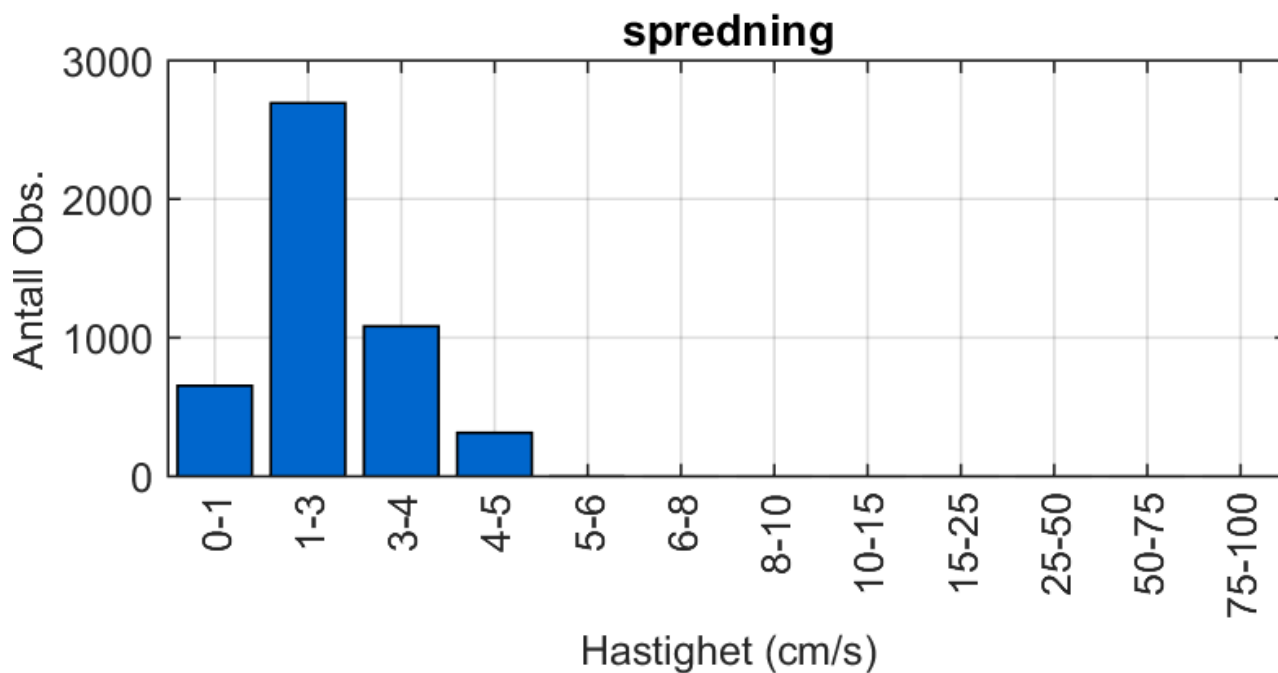
Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe															Total flow		Maks strøm
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100	Antall obs	%	m³/m²	%	cm/s
N	0	29	81	46	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	164	3.5	2405	3.4	7.5
N	15	25	102	66	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	209	4.4	3365	4.8	6.7
NØ	30	19	125	66	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	232	4.9	3776	5.4	7.2
NØ	45	31	163	73	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	272	5.7	3824	5.5	5.4
NØ	60	31	184	66	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	282	5.9	3860	5.5	5.8
Ø	75	25	184	49	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	259	5.5	3422	4.9	6.6
Ø	90	27	185	66	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	283	6.0	3955	5.7	6.0
Ø	105	34	195	62	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	308	6.5	4420	6.3	8.1
SØ	120	27	145	91	51	1	0	0	0	0	0	0	0	0	315	6.6	5972	8.5	10.0
SØ	135	34	145	98	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	313	6.6	5482	7.8	8.1
SØ	150	28	115	59	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	222	4.7	3478	5.0	6.9
S	165	29	85	31	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	3.2	1919	2.7	5.8
S	180	31	91	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	138	2.9	1489	2.1	7.5
S	195	25	87	16	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	130	2.7	1450	2.1	5.8
SV	210	18	88	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	121	2.6	1390	2.0	5.2
SV	225	30	102	17	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	151	3.2	1717	2.5	6.3
SV	240	29	88	29	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	151	3.2	2012	2.9	5.7
V	255	26	90	45	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	197	4.2	3539	5.1	9.0
V	270	20	106	60	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	231	4.9	4421	6.3	8.7
V	285	36	68	46	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	178	3.8	3003	4.3	9.4
NV	300	23	60	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98	2.1	1132	1.6	5.5
NV	315	15	58	14	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	1.9	1114	1.6	5.5
NV	330	34	65	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	117	2.5	1203	1.7	4.4
N	345	28	81	23	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	133	2.8	1545	2.2	5.6
Antall obs		654	2693	1082	314	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4744	100	0	0	0
%		13.8	56.8	22.8	6.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

Strømhastighet og retning (Bunn dyp).

Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe															Total flow		Maks strøm
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100	Antall obs	%	m³/m²	%	cm/s
N	0	53	182	68	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	328	6.9	4839	9.1	9.9
N	15	47	143	61	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	265	5.6	3709	7.0	7.8
NØ	30	48	147	32	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	228	4.8	2591	4.9	6.9
NØ	45	44	129	24	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	198	4.2	2060	3.9	5.2
NØ	60	51	134	14	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	201	4.2	2022	3.8	6.1
Ø	75	52	133	20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	206	4.3	2018	3.8	5.1
Ø	90	45	140	18	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	210	4.4	2369	4.4	6.6
Ø	105	42	149	29	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224	4.7	2652	5.0	7.8
SØ	120	49	198	55	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	310	6.5	3994	7.5	6.8
SØ	135	47	160	54	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	269	5.7	3448	6.5	6.4
SØ	150	70	150	30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	251	5.3	2592	4.9	5.6
S	165	50	122	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	194	4.1	2068	3.9	4.9
S	180	62	114	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	196	4.1	1928	3.6	4.7
S	195	44	88	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	141	3.0	1277	2.4	4.4
SV	210	41	67	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	112	2.4	932	1.7	4.2
SV	225	29	65	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	97	2.0	822	1.5	4.3
SV	240	43	66	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110	2.3	868	1.6	3.2
V	255	41	63	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110	2.3	919	1.7	3.8
V	270	40	70	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	112	2.4	922	1.7	4.2
V	285	46	76	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	126	2.7	1051	2.0	4.9
NV	300	46	92	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	147	3.1	1376	2.6	6.8
NV	315	51	130	15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	198	4.2	2037	3.8	5.6
NV	330	52	139	25	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	222	4.7	2519	4.7	10.0
N	345	42	161	61	23	1	0	0	0	0	0	0	0	0	288	6.1	4317	8.1	11.8
Antall obs		1135	2918	585	103	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4743	100	0	0	0
%		23.9	61.5	12.3	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

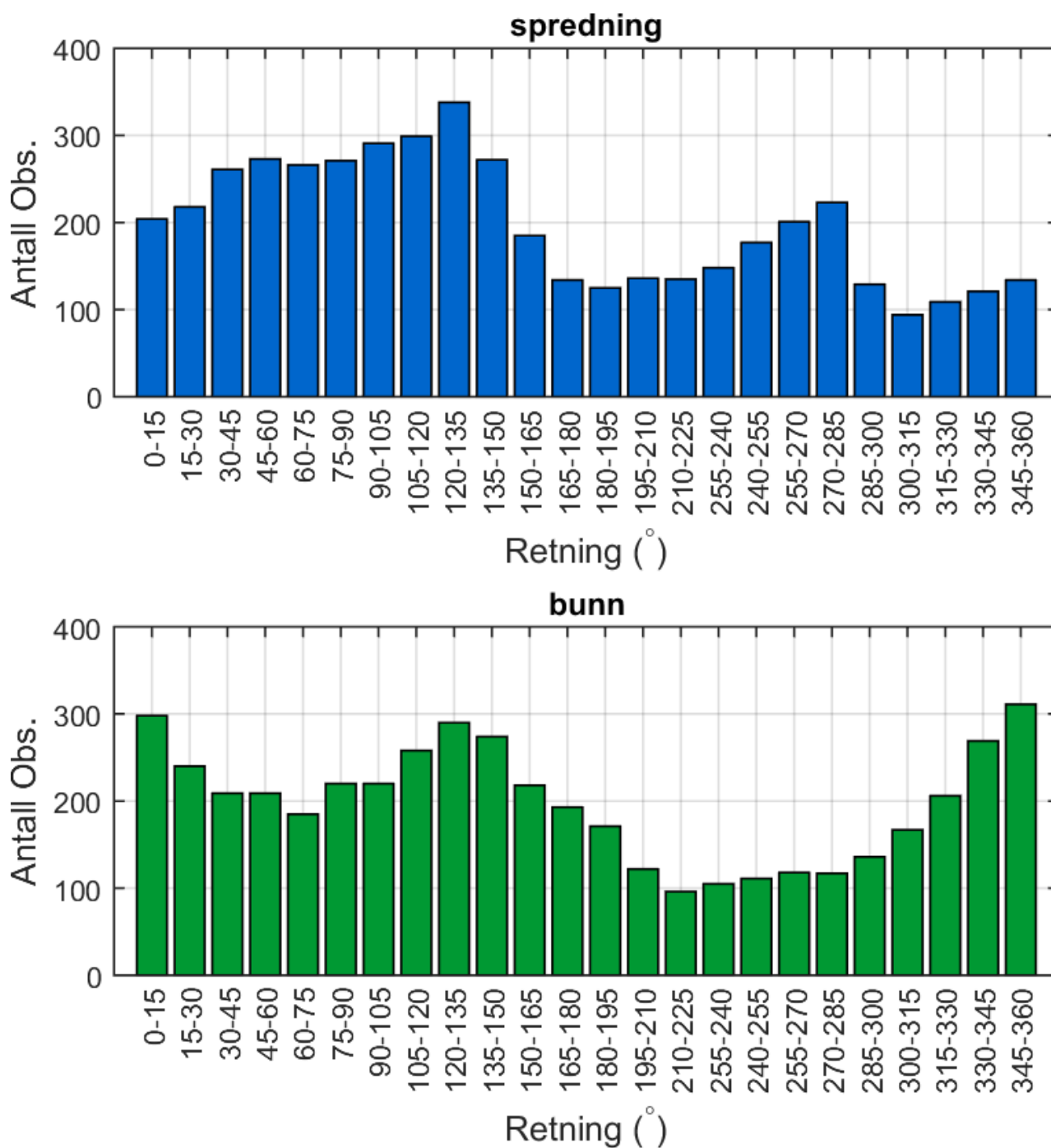
4.4 Strømmens hastighetsfordeling.

Strømmens hastighetsfordeling uten hensyn til retning. Antall registreringer på stående akse og hastighetsgruppe på liggende akse.



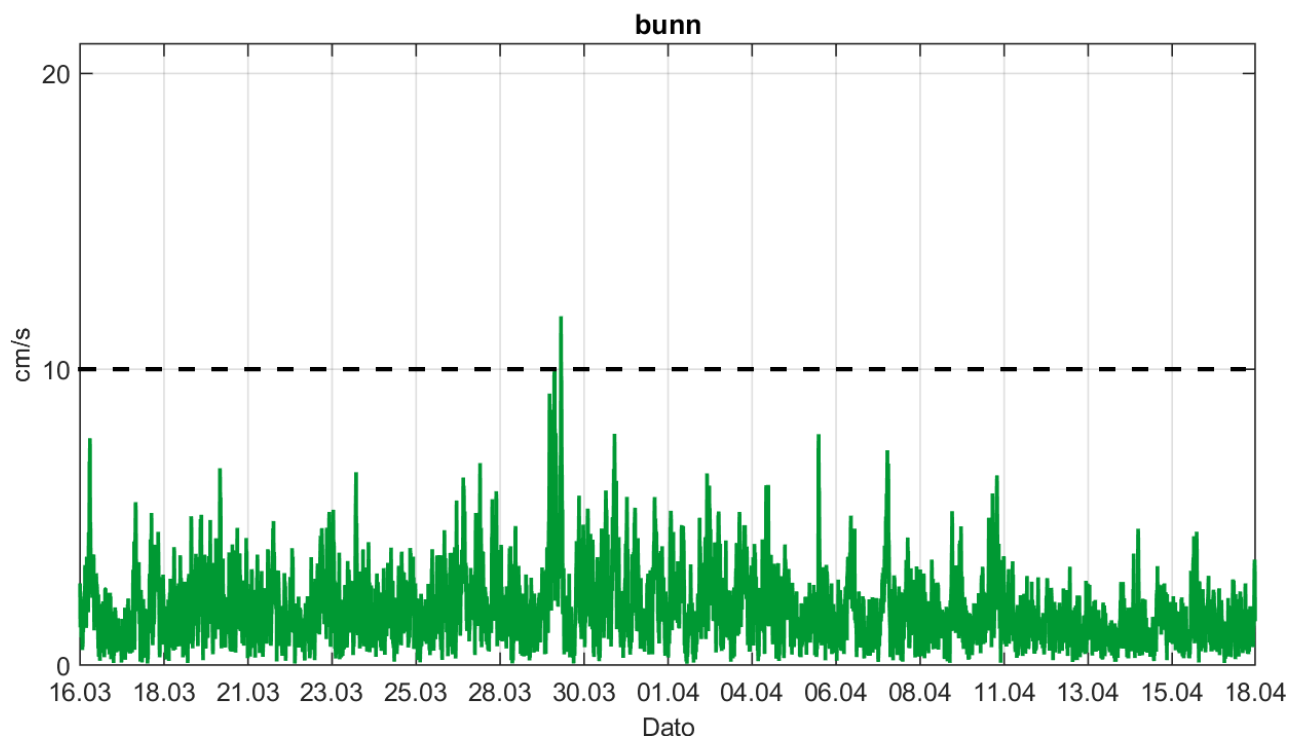
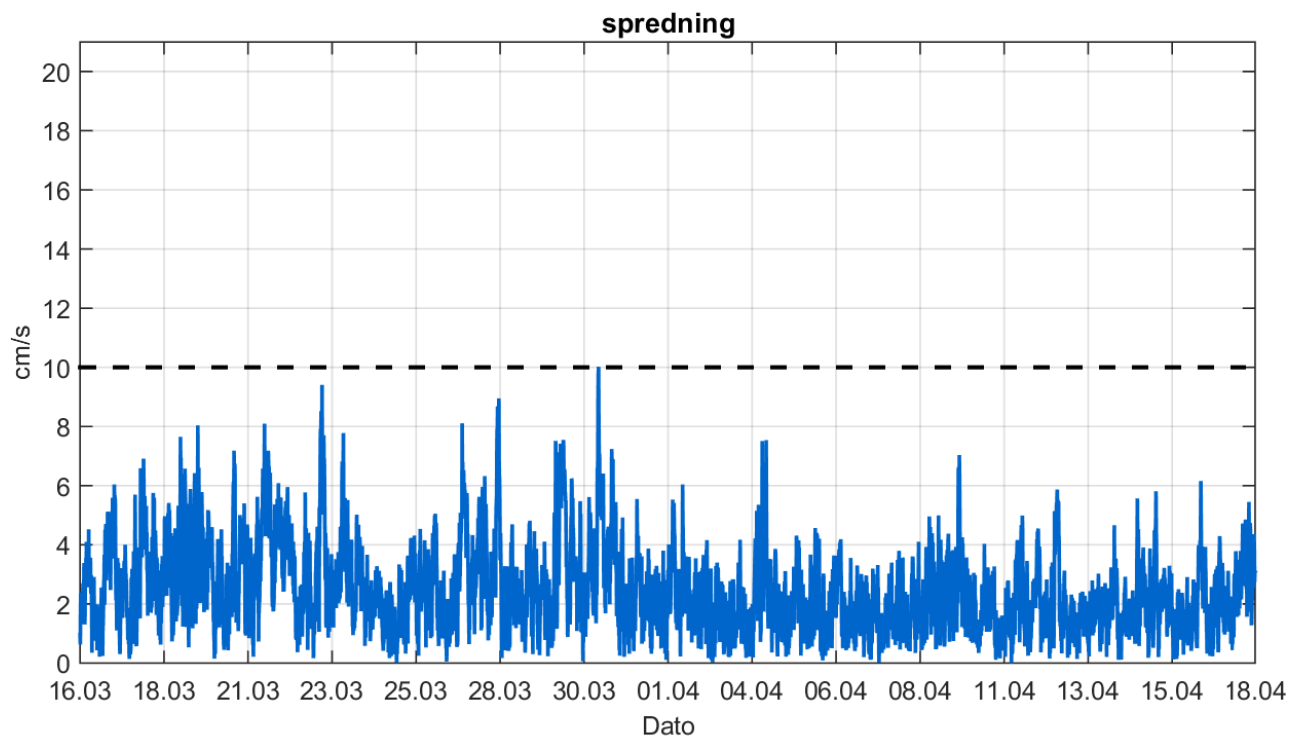
4.5 Strømmens retningsfordeling.

Strømmens retning fordelt på 15° sektorer. Antall registreringer på stående akse og 15° sektorer på liggende akse.



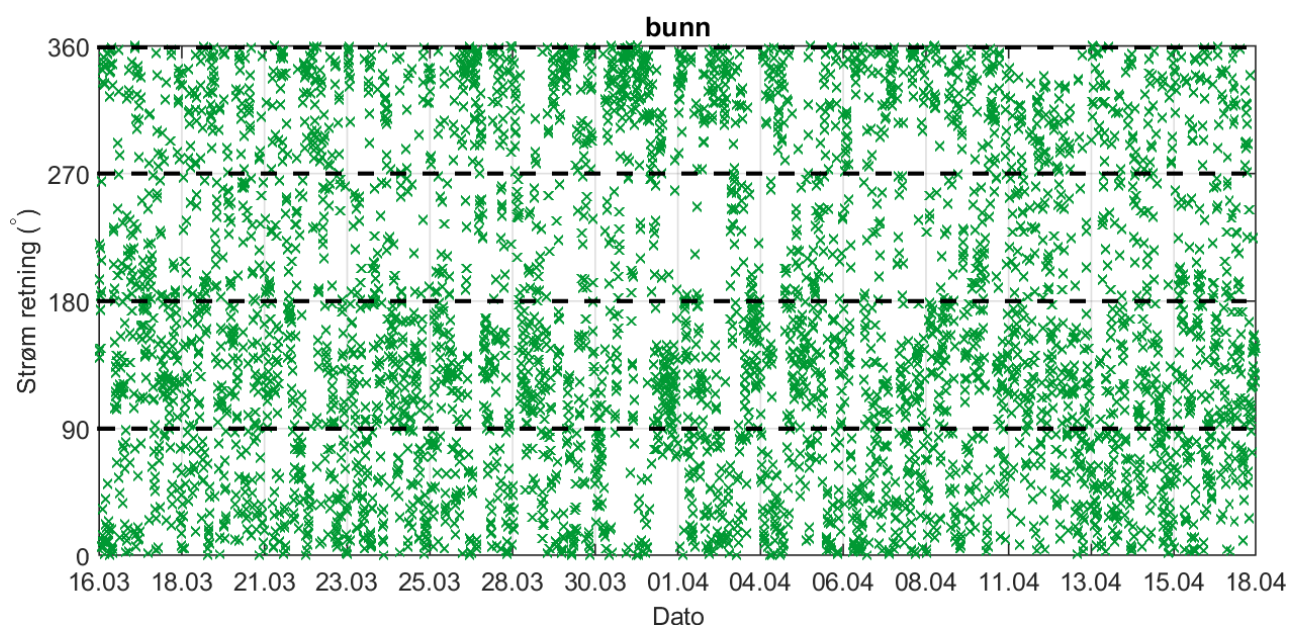
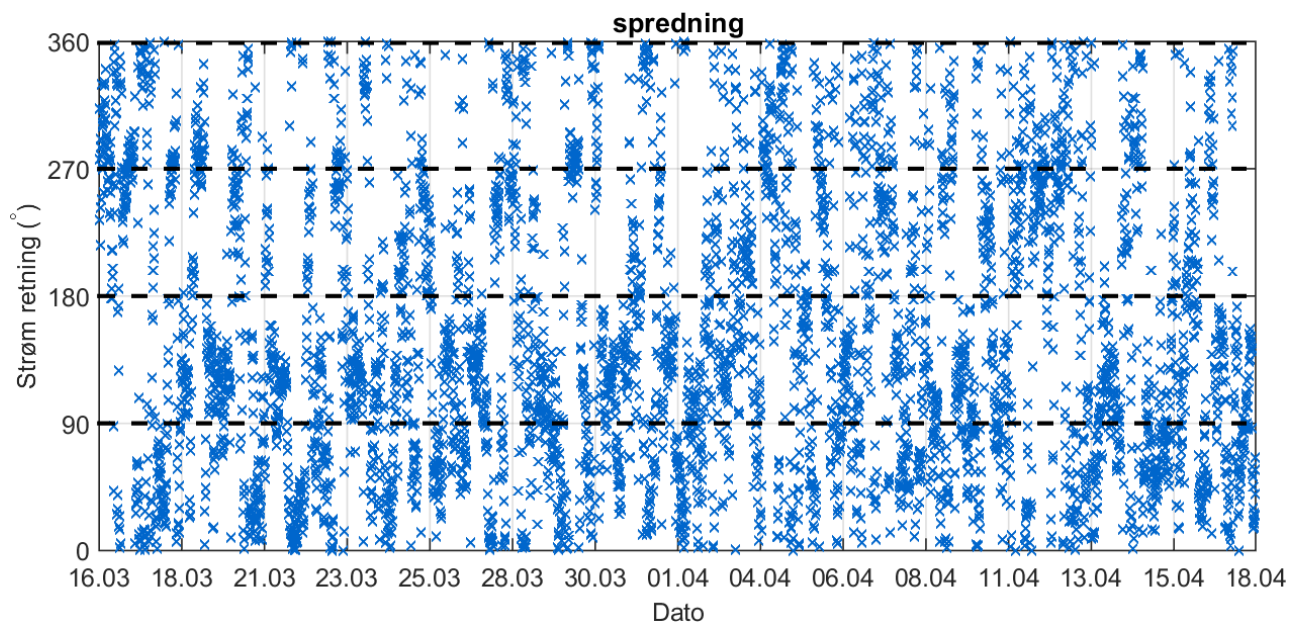
4.6 Tidsdiagram - strømshastighet.

Strømshastighet på stående akse og tid på liggende akse.



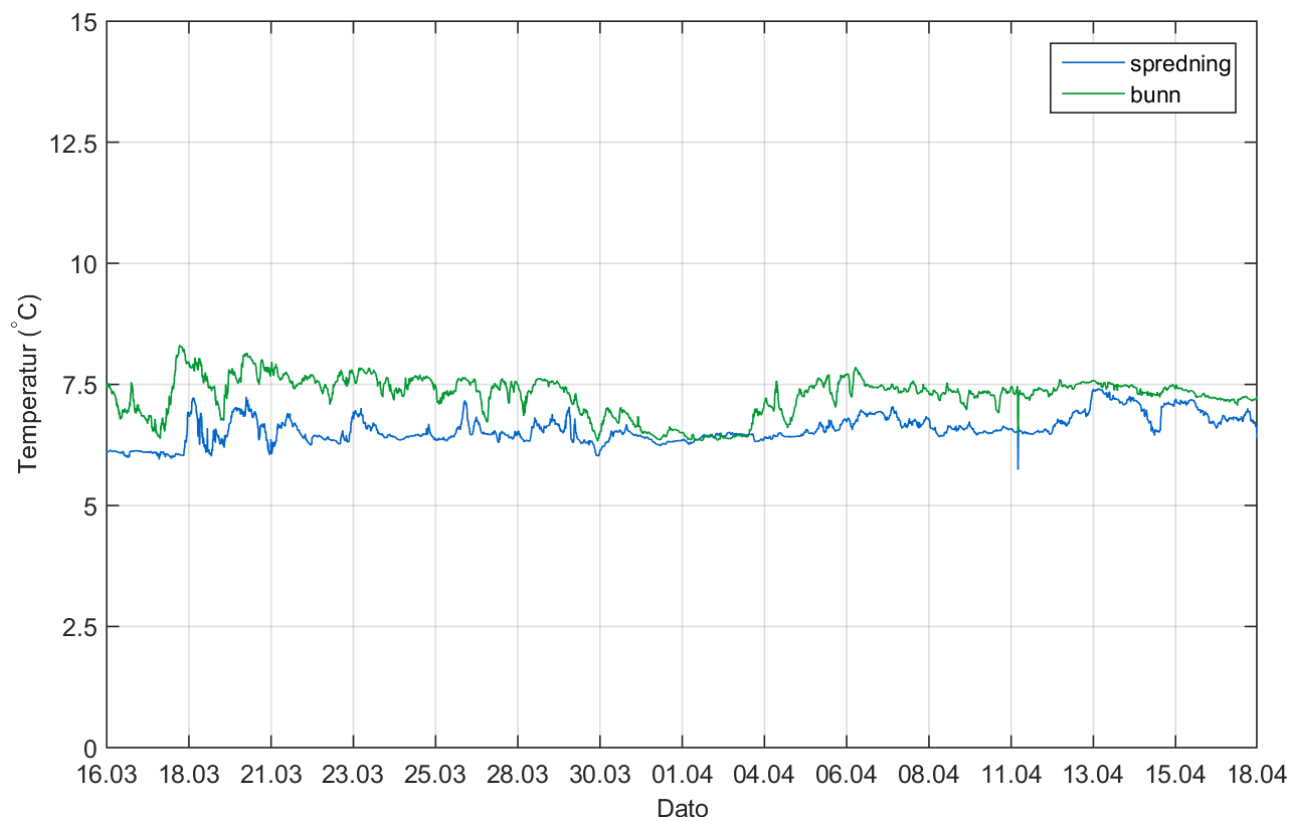
4.7 Tidsdiagram - strømretning.

Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.



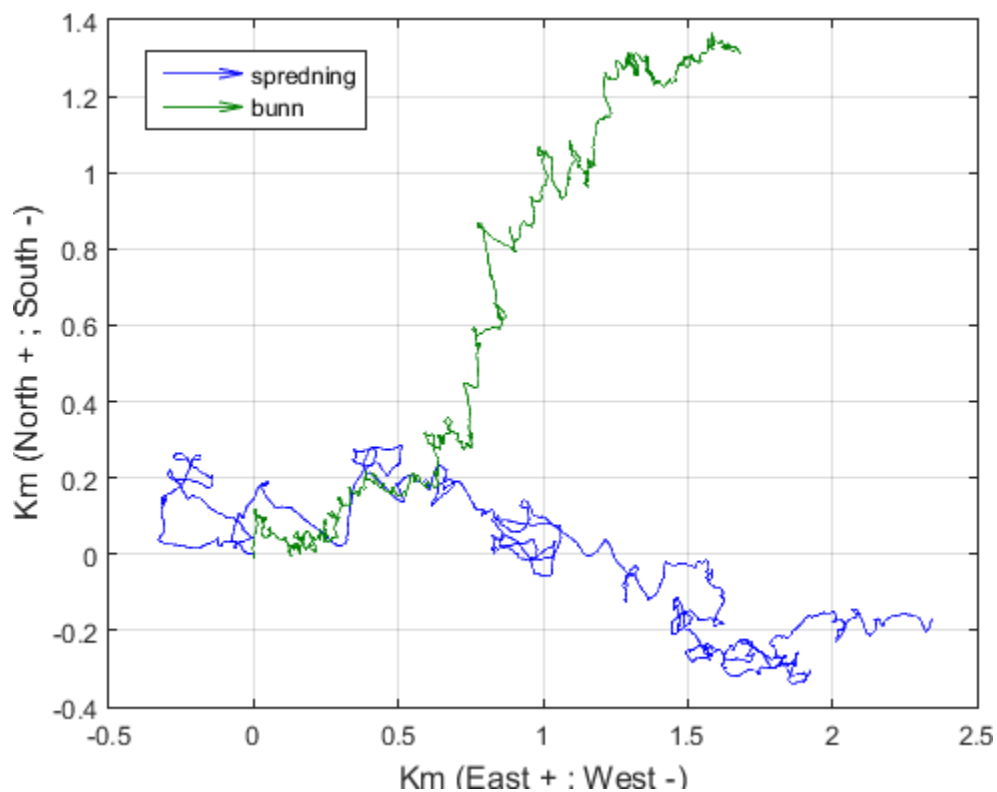
4.8 Tidsdiagram - temperatur.

Temperatur på stående akse og tid på liggende akse.



4.9 Progressiv vektor diagram.

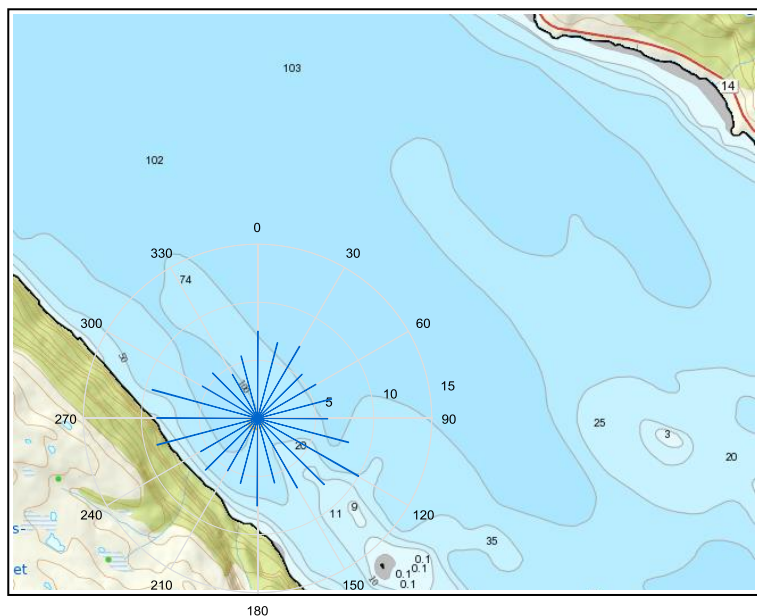
Diagrammet viser hvor langt og hvordan en tenkt merket vannpartikkel som befinner seg i strømmåleren sin posisjon ved målestart, vil drive av sted fra måling til måling. Det gir en indikasjon av vannutskiftning i måleperioden.



4.10 Fordelingsdiagram – maksimal strømhastighet.

Kurver viser den maksimale strømhastighet som er målt i hver 15° sektor i løpet av måleperioden.

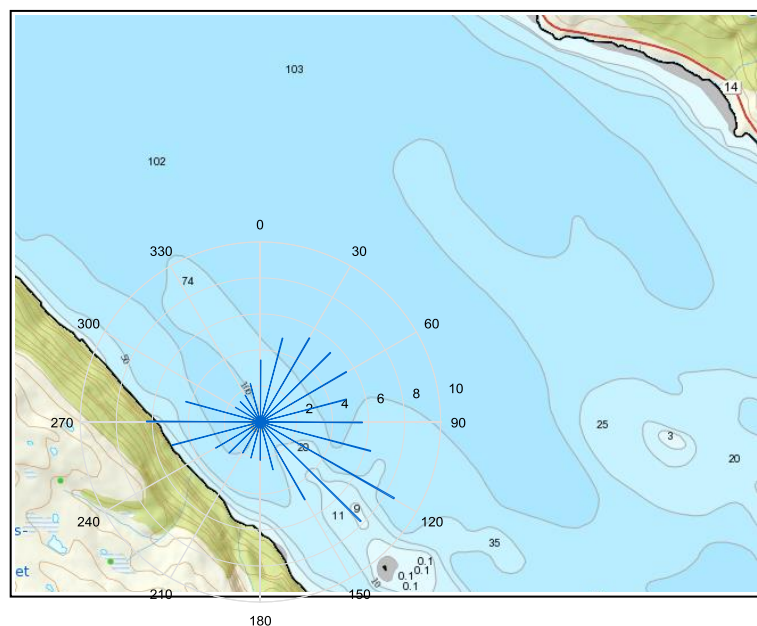
Maksimal strømhastighet (Spredning dyp).



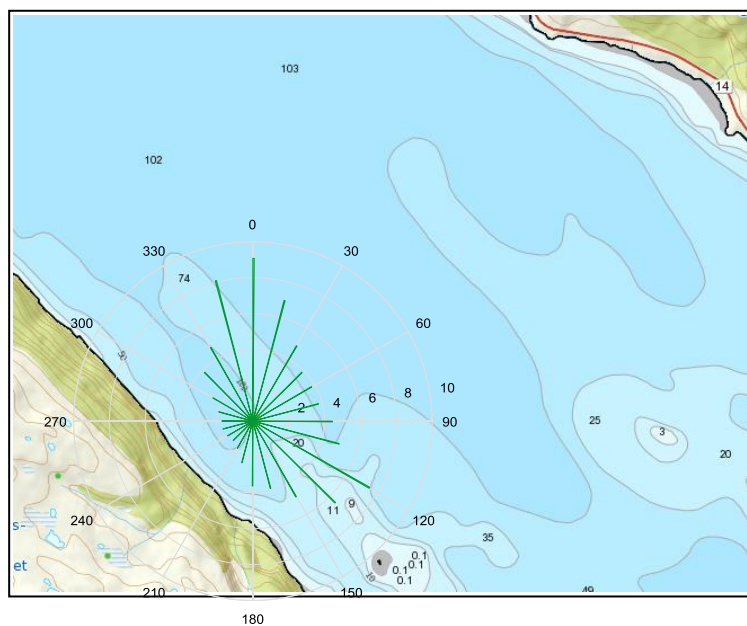
4.12 Fordelingsdiagram – relativ vannfluks.

Kurver viser relativ strømhastighet/vannfluks i hver sektor. Relativ vannfluks er hvor mye som renner gjennom en sektor delt med totalt volum. Total vannforflytning er totalt volum vann i alle sektorer.

Relativ vannfluks (Spredning dyp).



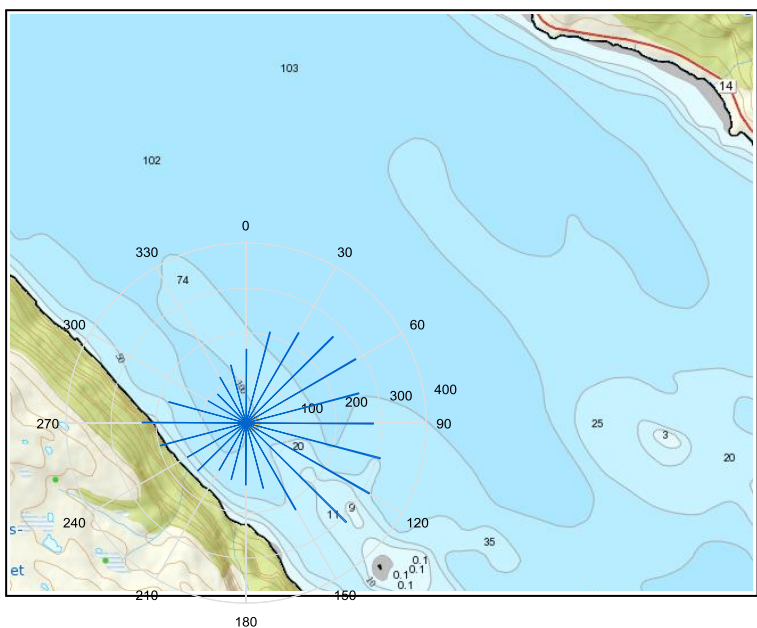
Relativ vannfluks (Bunn dyp).



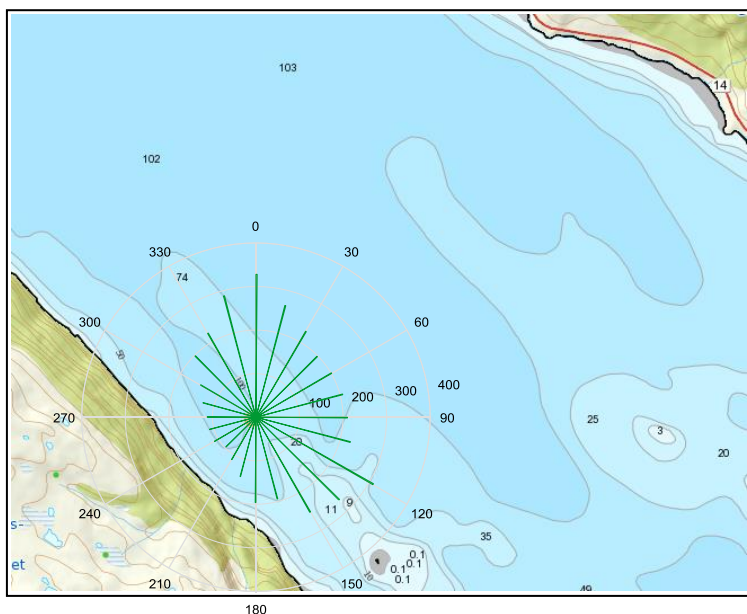
4.13 Fordelingsdiagram – antall observasjoner.

Kurver viser hvor mange ganger strømmåleren pekt på hver enkelt sektor i løpet av måleperioden.

Antall målinger (Spredning dyp).



Antall målinger (Bunn dyp).



4.14 Maksimal strømhastighet per 8 retningssektorer.

Tabell 4.14.1. Maksimal strømhastighet (cm/s) per retningssektor.

Dybde	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	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°
Spredning	7.5	7.2	8.1	10	7.5	6.3	9.4	5.5
Bunn	11.8	6.9	7.8	6.8	4.9	4.3	4.9	10

4.15 Gjennomsnitt strømhastighet per 8 retningssektorer.

Tabell 4.15.1. Gjennomsnitt strømhastighet (cm/s) per retningssektor.

Dybde	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	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°
Spredning	2.4	2.4	2.3	2.9	1.9	2	3	1.9
Bunn	2.4	1.8	1.8	2	1.7	1.4	1.4	1.7

4.16 Antall målinger per 8 retningssektorer.

Tabell 4.16.1. Antall målinger per retningssektor.

Dybde	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	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°
Spredning	506	786	850	850	418	423	606	305
Bunn	881	627	640	830	531	319	348	567

4.17 Relativ vannutskiftning per 8 retningssektorer.

Tabell 4.17.1. Relativ vannutskiftning (%) per retningssektor.

Dybde	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	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°
Spredning	10.3	16.4	16.9	21.4	7	7.3	15.7	4.9
Bunn	24.1	12.5	13.2	18.8	9.9	4.9	5.4	11.1

4.18 Tidevannsanalyse

Målt strøm er splittet i øst-vest (U_{EW}) og nord-sør (V_{NS}) komponenter for å vurdere spredning av strøm data på de forskjellige dypene og for å finne den hovedakse for den strøm ellipse (Figur 4.18.1).

Tidevannsellipsen er ikke rettlinjet på spredning og bunn strøm men hovedaksen er orientert V / NV – Ø / SØ.

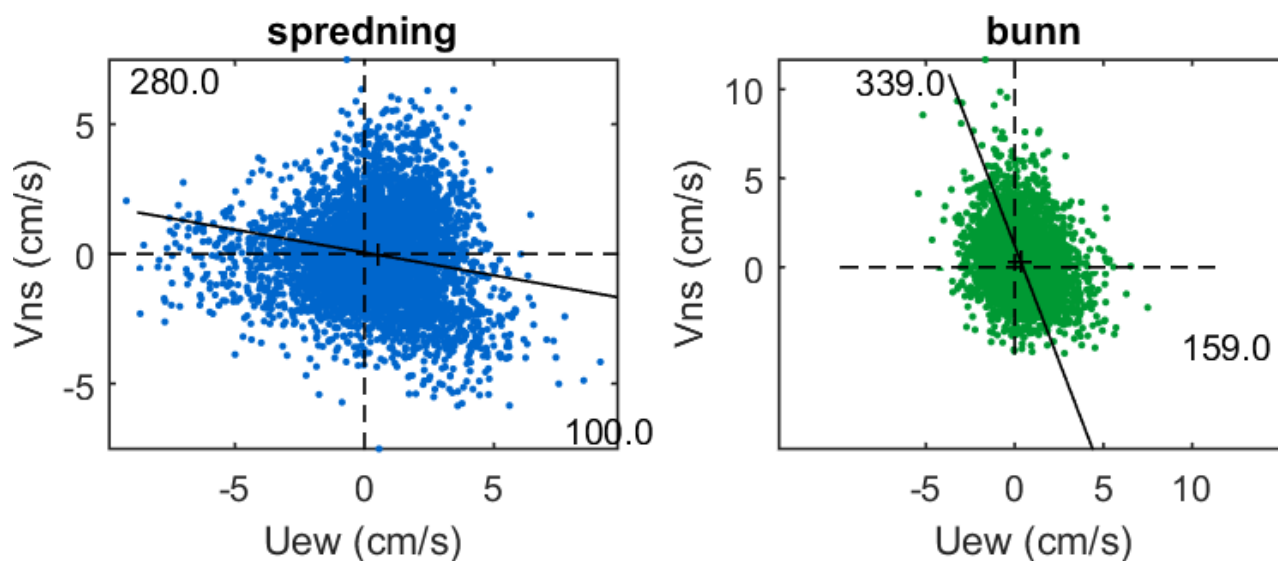
Måleperioden inkluderte 2 springflo («storsjøan») – nippflo («småsjøan») tidevanns sykluser.

Tidevanns analyse av strømdata og prosent av målte signal at tidevann forårsaket er oppgitt i Tabell 4.18.1.

Tabell 4.18.1. Tidevanns analyse av målte data.

	Strømdata	
Data	Spredning	Bunn
Prosent (%)	17.3	10.2

Figur 4.18.1. U_{EW} - V_{NS} punktdiagram.



5. Diskusjon strøm

5.1 Temperatur

Temperatur under måleperioden på spredningsstrømmen var 5.7 – 7.4°C og på bunnstrømmen var 6.3 – 8.3°C.

5.2 Strømhastighet

5.2.1 Maksimal, signifikant maksimal og høye strømmålinger (> 30 cm/s)

Maksimal strømhastighet var 10 cm/s mot SØ på spredning dyp og 11.8 cm/s mot N på bunn dyp. Maksimal strømhastighet er vurdert som svak på begge dyp.

Signifikant maksimal strømhastighet var 4.1 cm/s på spredning dyp og 3.2 cm/s på bunn dyp og er vurdert som svak.

Det var ingen tilfelle hvor strøm var >30cm/s på spredning og bunn dyp.

5.2.2 Gjennomsnitt strømhastighet

Gjennomsnitt strømhastighet er vurdert som svak på spredning dyp og svært svak på bunn dyp. Gjennomsnitt strømhastighet var ≥ 2 cm/s på spredning dyp men < 2 cm/s på bunn dyp.

5.2.3 Null målinger (≤ 1 cm/s) og varighet

Prosent nullmålinger (≤ 1 cm/s) er høyere enn 10% på begge dyp.

Lengst varighet for strøm ≤ 1 cm/s er 1t 20min på spredning dyp og 1t 30 min på bunn dyp.

5.2.4 Vannutskiftning og Neumann parameter

Vannutskiftning er vurdert bra, fordi vann beveger seg bort fra start punkt og ikke bare flytter seg fram og tilbake til start punkt. Neumann parameter er vurdert som middels stabil på spredning og bunn dyp.

6. Vedlegg – strømmålinger opplysninger

Strømmålinger opplysninger er oppgitt i Tabell 6.1.

Målingene er tatt for å måle strøm:

- på sprednings- og bunnstrømmen som er viktig for spredning av partikler fra anlegget.

Målerne registrerer strømhastighet, strømretning og temperatur.

Målingene ble gjort i samsvar med NS 9415:2009, hvor kravet er at målingene skal gjennomføres sammenhengende i minst en måned.

Rigg oppsett og beskrivelse er oppgitt i vedlegg 7.

Ut i fra topografi og bunntopografi er plasseringen vurdert god for å dokumentere strømforholdene i anlegget. Målerne er plassert i posisjon som sannsynligvis oppgir høyeste strømhastighet på lokalitet.

Tabell 6.1. Strømmålinger opplysninger per instrument.

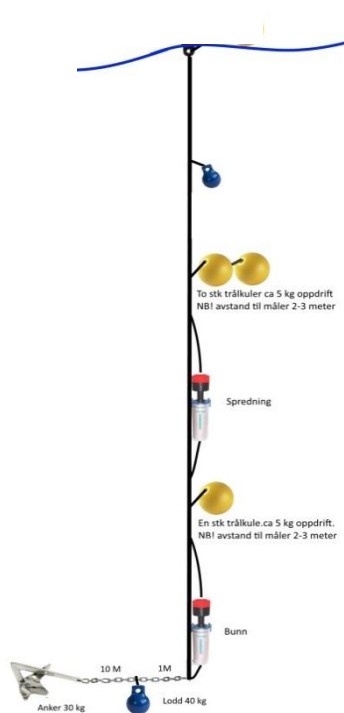
Dyp	Spredning	Bunn
Strømmåling opplysninger		
Strømmåling utført av	Åkerblå AS	Åkerblå AS
Instrument plassering	Rigg 1	Rigg 1
Rigg koordinater	64°05.578' N; 10°06.981' Ø	64°05.578' N; 10°06.981' Ø
Dyp ved målested	102m	102m
Avstand mellom rigg 1 og 2	n/a	n/a
Måleperioden		
Måleperioden	16.03.16 – 18.04.16	16.03.16 – 18.04.16
Måleperioden varighet (døgn)	32.9	32.9
Antall springflo («storsjøan»)	2 (23. mar og 03. apr. 2016)	2 (23. mar og 03. apr. 2016)
Var anlegget i drift	Nei	Nei
Databearbeiding		
Filnavn rådata	Sei Spred65m RL0416 P5070.bin	Sei Bunn RL0416 P5068.SD6
Data return	100	100
Antall målingene	4744	4743
Antall manglende / fjernet målingene	0	0
Fjernet datapunkter	Ser vedlegg 8.3	Ser vedlegg 8.3
Instrument opplysninger		
Måler ID nr	Serial No: 70	Serial No: 68
Instrumenttype, modell	RCM Blue 5430 punktmåler	RCM Blue 5430 punktmåler

Dyp	Spredning	Bunn
Leverandør	Aanderaa AS	Aanderaa AS
Kalibrering	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.
Strømhastighet nøyaktighet	± 0.15 cm/sek	± 0.15 cm/sek
Strømhastighet rekkevidde / terskelverdi	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)
Strømretning nøyaktighet	$\pm 5^\circ$ for 0-15° tilt; $\pm 7.5^\circ$ for 15-35° tilt	$\pm 5^\circ$ for 0-15° tilt; $\pm 7.5^\circ$ for 15-35° tilt
Kompass justert for misvisning av Åkerblå AS	Nei	Nei
Temperatur nøyaktighet rekkevidde	0.05 °C -5 °C til 40 °C	0.05 °C -5 °C til 40 °C

7. Vedlegg - rigg oppsett, måleprinsipp og valg av målersted

7.1 Riggoppsett – Aanderaa punktmåler

Riggoppsett for strømmen målt med Aanderaa punktmåler RCM Blue 5430 er vist i skisse Figur 7.1.1. Instrumenter hang i en merd. Riggene ble forankret i bunn med 15kg anker (lodd) og 10m lang kjetting, og 1m før enden av kjettingen ligger det et lodd på 40kg. Tråkuler er brukt for oppdrift og lodd for vekte ned når relevant.



Figur 7.1.1. Skisse riggoppsett – Aanderaa punkt måler.

Måleprinsipp

Instrumentene bruker dopplereffekten for å måle strøm. Det sendes ut en kort lyd puls (akustisk puls) av en konstant, bestemt frekvens og forandring måles i både styrke og frekvens av innkommende refleksjoner. Forskjell mellom pulsen som er sendt ut og innkommende refleksjon er proporsjonal til strømhastighet. Refleksjoner er forårsaket av små partikler i vannet (vanligvis zooplankton eller sediment) og bobler. Det er antatt at disse partikler flyter i vannet og derfor beveger seg med samme hastighet som vannet. Punktmålerne er satt opp for å måle strøm med en registrert måling basert på 150 ping i et 10 minuts intervall.

Tabell 7.1.1. Måleprinsipp for Aanderaa punktmålerne.

Tid (min)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Punktmåler																				

Gul og grønn indikerer 150 ping i løpet av 10 min. En måling er gjennomsnitt over en 10min periode.

Valg av målersted

Plassering av riggen for strømmålinger er avgjørende for måling av strøm. Krav i NS9415 er at målerne er plassert i posisjon som sannsynligvis oppgir høyeste strømhastighet på lokalitet. Plassering av riggen i forhold til dyp strøm skal måles på har også stor betydning for data som er målt.

- Anleggets geografiske plassering og topografiske utforming av nærområdet må vurderes. Strømmen kan variere hvor den dreier av, skifter retninger i f.eks bukter og vikar, hvor fjordsystemer møtes, på grunn av elveløp osv.
Anlegget bør bli plassert der hvor vannet får kortest mulig oppholdstid i anlegget før nytt vann kommer inn og mest mulig vanntransporten går på tvers av anlegget. Det er spesielt viktig i varme årstiden med høy temperatur i vannet, mye fisk og intensiv fôring og drift av anlegget.
- Bunntopografi under anlegget og i området er også viktig å vurdere da ujevnheter kan påvirke strømmens styrke og dreining.
- Anleggets driftstatus må også vurderes der hvor selve anlegget kan forstyrre målinger på overflatestrømmen. Utestående nøter og fiskebiomasse kan frembringe en skyggeeffekt og muligens redusere strømmen i noen retninger på målinger på både 5m og 15m.

For å måle strøm på 5m og 15m er plassering som sannsynligvis oppgir høyeste strømhastighet på lokalitet oftest rett utenfor anlegget og på enden lengst vekk ifra land. Grunnen til å måle strøm der er for å måle den sterkeste strømmen anlegget kan bli utsatt for med tanke på dimensjonering og for å vurdere om det er tilstrekkelig oksygen tilførsel til fisk i anlegget under drift.

For å måle strøm på sprednings- og bunnstrøm er 'beste' plassering i senter av anlegget. Grunnen til å måle strøm der er for å måle den mest representative strømstyrken i anlegget i forhold til spredning av organisk materiale.

Valg av måledyp

Sprednings- og bunnstrøm

- Spredningsstrøm måles midt mellom merdbunn og sjøbunn, men ikke dypere enn 50m fra merdbunn.
- Bunnstrøm måles ca. 2 meter over bunn, men ikke dypere enn 100 meter fra merdbunn.

Valg av måleperiode

NS9514:2009 stiller krav til måling i minimum 28 dager.

Siden at tidevannskomponenter M2 og S2 «pulsere» sammen hver 14.77d, som er spring / nipp tidevannssyklus er anbefalt minimum for måleperioden 30 dager.

8. Vedlegg - kvalitetssikring av data

Prosedyrer for bruk av instrumenter er gjort etter bruksersanvisning fra leverandører.

Før utsett ble fysisk status kontrollert. Kontrollsjekk inkluderer: batteristatus, instrumentinstilling, minnestatus og anoder.

Havbrukstjensten benytter et skjema som følger hver måler for teknisk dokumentasjon.

Ved utsett av instrumenter benyttes eget riggskjema som inkludere (etter NS 9425:1999): lokalitetsnavn, riggoppsett, posisjon, målerdyp, kontakt person og oppdragsgiver, tidspunkt for utsett og opptak, og et kommentarfelt for eventuelle observasjoner ved utsett og opptak.

Ved opptak blir måleinstrument undersøkt for begroing, andre ting som kunne har påvirket målinger og fysisk skade. Det kommenteres på riggskjema og i rapporten og mulig påvirkning av resultater er vurdert. Verdier som er benyttet i rapporten er troverdige og uten behov for støyfiltrering eller annen korreksjon.

Rådata er kvalitetssikret gjennom egne prosedyrer og instrumentenes produsent etter bestemte kriterier. Hvor disse kriteriene ikke blir møtt er data kritisk vurdert. Uteliggere er også vurdert og data fjernet som nødvendig.

Rådata ligger på server til Åkerblå. Hvis justering, endring eller fjerning av data er nødvendig er rådata da lagret som kvalitetskontrollerte data på server til Åkerblå.

8.1 Databearbeiding

Aanderaa Punktmåler

Rå data er først vurdert ved bruk av Aanderaa Data Studio programvare. Data er deretter eksportert til en *.csv fil for bearbeiding etter egne prosedyrer ved bruk av interne programmer.

Rigg tilstand etter måling

Det var ingen begroing på instrumenter og ingen data var vurdert feil eller usikre på grunn av dette. Data er vurdert av god kvalitet.

8.2 Data kvalitetssikring

Aanderaa Punktmåler

Kriteriene som er brukt å kvalitetssikre data er:

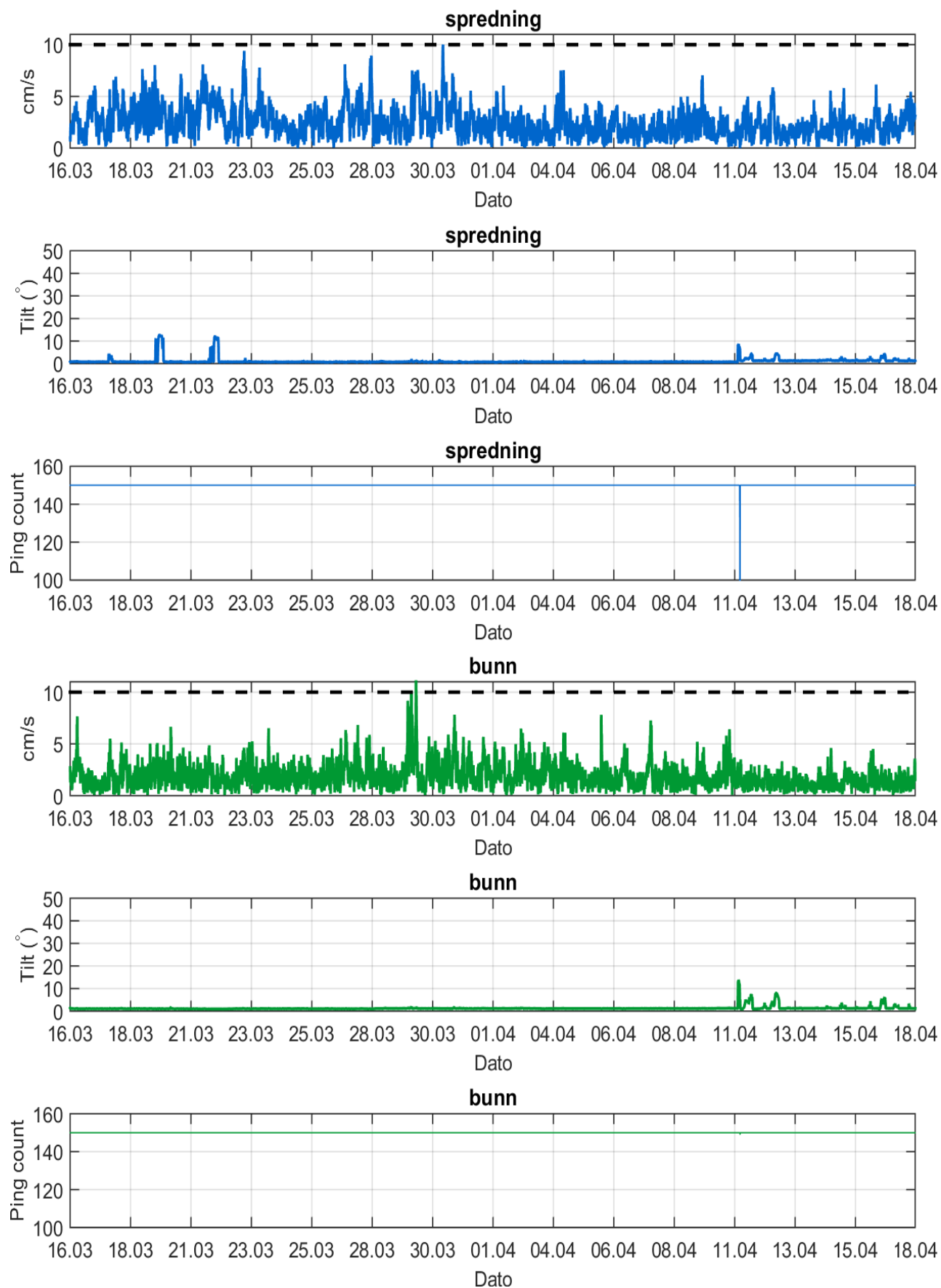
Tabell 8.2.1. Kriteriene som er brukt for å kvalitetssikre data.

Parameter	QC
Temperatur	Manuell sjekk av data for stabil temp ($\Delta < 1\text{deg}$) (ser 4.8)
Tilt grense	$< 50^\circ$ (Figur 8.2.1)
Ping count	150 (Figur 8.2.1).
Strømhastighet	Stabil (ingen store endringer fra en måling til neste måling, Tabell 8.2.2). Lav og sterk strøm vurderes på forskjellige 'kriteria' i forhold til endringer mellom målinger.
Retning	Stabil (ingen store endringer fra en måling til neste måling). Lav og sterk strøm vurderes på forskjellige 'kriteria' i forhold til endringer mellom målinger.

Tabell 8.2.2. IOC teoretiske forskjeller i strømhastighet fra en måling til det neste.

Δt (min)	Teoretisk	Faktor	Godkjent
	$u_1 - u_2$ (m/s)		$u_1 - u_2$ (m/s)
5	0.0422 u	2.0	0.08
10	0.0843 u	1.8	0.15
15	0.1264 u	1.6	0.20
20	0.1685 u	1.5	0.25
30	0.2523 u	1.4	0.35
60	0.5001 u	1.2	0.60

For å tillate noe naturlig variabilitet i strømhastighet og retning (inkludert usymmetriske tidevanns strømhastighetskurver) har disse forskjeller blitt økt med de oppgitte faktorer mens u er satt til 1 m/s siden at variabilitet øke med avtagende strøm (u).



Figur 8.2.1. Tidsdiagram – kvalitetssikring av strømhastighet med instrument tilt og ping count.

8.3 Fjernet data

8.3.1 Måleperioden

Data er fjernet utenfor måleperioden for å bruke overlappende periode mellom de forskjellige dyp.

8.3.2 Enkelte data punkter

Ping count < 150 og lav temperatur måling på sprednings strøm på 11.04.2016 (11:37 – 11:57) hadde ikke noe påvirkning på strøm som var målt eller retning som var registrert. De data var ikke fjernet.

Lav temperatur måling på sprednings strøm på bunn strøm på 11.04.2016 (11:30 – 11:50) hadde ikke noe påvirkning på strøm som var målt eller retning som var registrert. De data var ikke fjernet.

9. Vedlegg - Strøm tilstandsklasser

Tilstandsklasser for strømparametere oppgitt i Tabell 9.1. Verdier er tatt fra Åkerblås innsamlede data ved bruk av Aanderaa punktmålere (Reed, 2015).

Tabell 9.1. Tilstandsklasser for vurdering av strømdata.

Tilstandsklasse	Dybde (m)	1	2	3	4	5
Maksimal strømhastighet (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflatestrøm	5	> 55	41 - 55	27 - 40	15 - 26	< 15
Vannutskiftingsstrøm	15	> 45	31 - 45	21 - 30	11 - 20	< 10
Spredningsstrøm		> 35	26 - 35	16 - 25	11 - 15	< 10
Bunnstrøm		> 35	26 - 35	16 - 25	11 - 15	< 10
Gjennomsnitt strømhastighet (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflatestrøm	5	> 10	7.1 - 10	6.1 - 7	3 - 6	< 3
Vannutskiftingsstrøm	15	> 9.0	6.1 - 9	5.1 - 6	2 - 5	< 2
Spredningsstrøm		> 8.5	5.1 - 8.5	4.1 - 5	2 - 4	< 2
Bunnstrøm		> 7.5	5.1 - 7.5	4.1 - 5	2 - 4	< 2
Signifikant maksimal strømhastighet (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflatestrøm	5	> 25	17.1 - 25	11.1 - 17	5.1 - 11	< 5
Vannutskiftingsstrøm	15	> 23	15.1 - 23	8.1 - 15	4.1 - 8	< 4
Spredningsstrøm		> 20	14.1 - 20	7.1 - 14	4.1 - 7	< 4
Bunnstrøm		> 16	11.1 - 16	6.6 - 11	6.5 - 3	< 3
Signifikant minimal strømhastighet (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflatestrøm	5	> 6	4.1 - 6	2.6 - 4	1.6 - 2.5	< 1.5
Vannutskiftingsstrøm	15	> 5	3.6 - 5	2.4 - 3.5	1.6 - 2.3	< 1.5
Spredningsstrøm		> 4	3.1 - 4	2.1 - 3	1.1 - 2	< 1
Bunnstrøm		> 4	3.1 - 4	2.1 - 3	1.1 - 2	< 1
Andel strømstille (%) < 1cm/s						
		svært lite	lite	middels	høy	svært høy
Overflatestrøm	5	< 1	1 - 3	3.1 - 5	5.1 - 7	> 7
Vannutskiftingsstrøm	15	< 1	1 - 5	5.1 - 7	7.1 - 10	> 10
Spredningsstrøm		< 3	3.1 - 8.5	8.9 - 15	15.1 - 20	> 20
Bunnstrøm		< 3	3.1 - 10	10.1 - 20	20.1 - 30	> 30
Andel strømstille (%) < 3cm/s						
		svært lite	lite	middels	høy	svært høy
Overflatestrøm	5	< 5	5 - 10	10 - 20	20 - 30	> 30
Vannutskiftingsstrøm	15	< 5	5 - 15	15 - 25	25 - 40	> 40
Spredningsstrøm		< 10	10 - 20	20 - 35	35 - 50	> 50
Bunnstrøm		< 10	10 - 20	20 - 35	35 - 60	> 60
Effektiv transport hastighet (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflatestrøm	5	> 5.0	2.6 - 5.0	1.6 - 2.5	0.3 - 1.5	< 0.3
Vannutskiftingsstrøm	15	> 3.5	2.1 - 3.5	1.1 - 2.0	0.2 - 1.0	< 0.2
Spredningsstrøm		> 3.0	1.9 - 3.0	0.7 - 1.8	0.1 - 0.6	< 0.1
Bunnstrøm		> 3.0	1.9 - 3.0	0.7 - 1.8	0.1 - 0.6	< 0.1
Neumann parameter						
		svært stabil	stabil	middels stabil	Lite stabil	svært lite stabil
Alle dyp (m)		> 0.6	0.4 - 0.6	0.2 - 0.4	0.1 - 0.2	< 0.1

10. Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjon under måleperioden

Strømmålinger er påvirket av blant annet tidevannsstrøm og kan bli påvirket av vind og vær. De månedlige tidevannsvariasjoner vist i figur under.

Månedlige tidevannsvariasjoner:



Figur 10.1. Månedlige tidevannsvariasjoner.

11. Vedlegg - Bakgrunn for en strømrappport

11.1 Krav til en strømrappport

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 miljølaster på et anlegg.

Alle omsøkte akvakulturlokaliteter skal også kunne ivareta artens krav til et godt levested (Mattilsynet, 2014). Det må være tilstrekkelig tilførsel av vann av egnet kvalitet. Spesielt relevant er oksygen – som er vurdert etter blant annet strømforhold og vannutskiftning – og temperatur.

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

11.2 Tenkt plassering av oppdrettsanlegg og områdebeskrivelse

Lokalitetens beliggenhet og omliggende geografi har noe å si for strømforholdene ved en lokalitet og må derfor tas med i en samlet vurdering som har betydning for miljøet til fisken i merdene (Mattilsynet, 2014).

Mattilsynet (2014) deler lokaliteter inn i fire hovedtyper: kyststrøk, fjorder, sund eller vik og omgitt av øyer og holmer. Nygaard og Golmen (1997) fant en sterk korrelasjon mellom topografi og strøm og delte lokalitetene inn i tre kategorier: sund, vik og åpen.

Typiske lokaliteter i **kyststrøk / åpne områder** har relativt homogen vannkvalitet og er utsatt for sterke og variable strømforhold Mattilsynet (2014). Vannutskiftning er jevn og bra. Det kan være vanskelig å plassere anlegget på grunn av forankringsforhold, dyp, vind og eksponering for bølger (Nygaard og Golmen, 1997). De har ofte skrående bunn mot en stor resipient hvor et eventuelt utslipp ikke har vesentlig innvirkning på miljøet. De har også ofte god spredningsstrøm og sediment på bunn hvor gravende bunnfauna kan ta seg av nedbryting av avfallet fra anlegget.

Lokaliteter i **fjorder** har vanligvis større sesongmessige variasjoner i miljøforholdene enn lokaliteter i kyststrøk, og kan ha sterke variasjoner i den vertikale lagdeling av saltholdighet, temperatur, oksygen og strøm (Mattilsynet, 2014). Dersom lokaliteten ligger i en **terskelfjord** vil dette ha stor betydning for utskifting av vannmassene i fjorden. En lav terskel kan medføre stagnerende dypvann. Overflate vann skiftes ut med tidevann. Fjordlokaliteter er ofte utsatt for mer lokal påvirkning av utslipp på grunn av lav spredningsstrøm og lite gravende bunnfauna som kan ta seg av nedbryting av avfallet fra anlegget.

Beliggenhet **omgitt av øyer og holmer** vil ha betydning for vannutskiftningen.

Viker eller bukter ligger ofte i tilknytning til andre større fjorder, sund eller åpne havområder. De er skjermet fra vær og vind, og det er relativt lett å forankre anlegget her, hvor det er liten

bølgeeksponering (Nygaard og Golmen, 1997). Grunt vann, svak strøm og risiko for resuspensjon av sediment kan lett føre til dårlige miljø- og driftsforhold.

Viker eller bukter har dårligst strømforhold av alle typer lokaliteter. Eksempelvis vil en del viker typisk ha en "virvelstrøm"/ bakevje som resirkulerer vannet og gir dårlig utskifting (Mattilsynet, 2014). De har ofte skrående bunn, og de dypere deler av vannsøylen skiftes ut. Utslipp kan ha en lokal miljøeffekt avhengig av lokal bunntopografi og strømforhold.

Lokaliteter som ligger i et **sund** uten hindringer i åpningene men med trange innsevringer vil virke forsterkende på vannstrømmen når vannet presses i en retning (Mattilsynet, 2014; Nygaard og Golmen, 1997). Strømmen pleier å være regelmessig varierende, parallel med land, hvor tidevann pleier å dominere vannutskifting. Spesiell topografi kan medføre bakevjer. Grunne strømsund vil kunne ha fullstendig utskifting av vannsøylen fra overflate til bunn. Vanligvis avtar strømmen med dyp. Det vil være perioder med høy strømhastighet og perioder med strømstille. Lokal påvirkning av utslipp vil være avhengig av dyp, men påvirkningen er ofte liten.

12. Vedlegg - Måleenheter og forkortelser

Alle måleenheter brukt i rapporten er beskrevet i tabell 1.

Tabell 12.1. Måleenheter og forkortelser brukt i rapporten.

Symbol	Beskrivelse	Måleenhet
-	Dag og Tid	dd.mm.yy hh:mm (RTC*) dd.mm (RTC*) dd.mm.yyyy hh (Norsk normal tid**)
-	Høyde / Dybde	Meter (m)
-	Avstand	Kilometer (km) Meter (m)
-	Posisjon / Koordinater	GGG.GGG (°) Kompass retning GGG (°) MM.MM (') Kompass retning
-	Strøm Retning (mot)	Grader (°)
-	Strømhastighet	Centimeter per sekund (cm/s)
-	Vindhastighet	Meter per sekund (m/s)
-	Vind Retning (fra)	Grader (°)
-	Tidevannsnivå	Centimeter (cm)
-	Temperatur	Grader celsius (°C)
-	Tilt / Helling	Grader (°)
-	Ping Count	tall

*RTC = UTC 0 = GMT.

Lokal tid er derimot: RTC + 2 timer – sommer

RTC + 1 timer – vinter

** Eklima data er på Norsk normal tid (kan også lastes ned på GMT).

13. Vedlegg - Parameter og Beskrivelse

Tabell 13.1. Parametere brukt i rapporten og beskrivelse parametere.

Parameter	Beskrivelse
Sjøtemperatur (°C)	Temperatur i vannet målt ved måledyp
Strømhastighet	
Maksimum (cm/s)	Maksimal verdi av alle data
Gjennomsnitt (cm/s)	Matematisk gjennomsnittlig verdi av alle data
Minimum (cm/s)	Laveste verdi av alle data
Signifikant maks (cm/s)	Matematisk gjennomsnitt av høyeste 1/3 av data
Signifikant min (cm/s)	Matematisk gjennomsnitt av laveste 1/3 av data
Variance (cm/s) ²	Verdi som indikerer spredning av data rundt gjennomsnittsverdi. Dvs. om strøm varierte mye mellom suksessivt høye og lave verdier. En høy varians indikerer at datapunkter er meget spredt ut rundt gjennomsnittsverdi, mens en lav varians indikerer at datapunkter er veldig nær gjennomsnittsverdi og derfor hverandre. Varians = Gjennomsnittet av de kvadrerte forskjeller fra middelveiden.
Standard avvik (cm/s)	Verdi som indikerer spredning av data rundt gjennomsnittsverdi. Et høyt standard avvik indikerer høy spredning av data. Standard avvik = kvadratroten (variens)
% < x cm/s	Matematisk beregning av hvor ofte strømhastighet var < xcm/s
Lengst periode < x cm/s	Varighet lengste periode med strømhastighet < xcm/s
Effektiv transport	
Hastighet (cm/s)	Hvordan en partikkel i vannet, som er i strømmålerens posisjon ved målestart, driver med strømmen gjennom måleperioden. Bevegelse er en funksjon av strømhastighet og retning. Effektiv hastighet er beregnet som rettlinjet avstand fra start til slutt punkt delt med total tid for måleperioden.
Retning grader (deg)	Når måleperioden er slutt, er vinkelen til vektoren ut fra origo, som er strømmålerens posisjon, resultatretning eller effektiv transport retning.
Neumann parameter	Viser noe om stabiliteten til strømmen i vektorretningen. Stabil strøm (høy Neumann parameter) betyr at strøm renner i 'en' retning og beveger seg bort fra start punkt hele tiden. Ustabil strøm (lav Neumann parameter) betyr at strøm renner i mange retninger og er ikke stabil i en retning og kanskje bare flytter seg fram og tilbake til start punkt. For eksempel en Neumann parameter på 0.7 sier at strømmen i løpet av måleperioden renner med 70% stabilitet i vektorretning. Det er klassifisert som svært stabil strøm.
Vannforflytning (m ³ /m ² /d)	Hvor mye vann som renner gjennom ei rute på 1 m ² i løpet av et døgn. Gjennomsnittlig total vannutskiftning per døgn – alle retninger.

14. Vedlegg - Referanser

1. Aarsnes, J.V.G, Løland og H. Rudi (1990). Forces on cage net deflection. Manuscript, International Conference for Engineering and Offshore Fish Farming, Glasgow, UK, 17-18 Oct. 1990.
2. Aure, J. (1983). Akvakultur i Troms, kartlegging av høvelige lokaliteter for Fiskeoppdrett. Fisken og Havet 1983, nr. 1, 92s.
3. Brukerveiledning. Aanderaa Blue punktmåler.
4. Havforskningsinstituttet (2008). AkvaVis – dynamisk GIS-verktøy for lokalisering av oppdrettsanlegg for nye oppdrettsarter Miljøkrav for nye oppdrettsarter og laks. Fisken og havet nr. 10/2008.
Available:
http://www.imr.no/filarkiv/2009/06/FH_2008_10_web.pdf/nb-no
5. IOC (1993). Manual of Quality Control Procedures for validation of Oceanographic Data. Available:
http://www.iode.org/components/com_oe/oe.php?task=download&id=20423&version=1st%20edition&lang=1&format=1
6. Mattilsynet (2014). Statens tilsyn for planter, fisk, dyr og næringsmidler. Etableringsøknader – saksbehandling i tilsynet. Retningslinje til behandling av søknader etter forskrift 17. juni 2008 nr. 823 om etablering og utvidelse av akvakulturanlegg, zoobutikker m.m. 36s.
7. NS 9415:2009. Flytende oppdrettsanlegg. Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift. Norsk Standard 2009: 101s.
8. NS 9425-1:1999. Oseanografi – Del 1: Strømmålinger i faste punkter. Norsk Standard 1999. 6s.
9. Nygaard og Golmen (1997). Strømforhold på oppdrettslokaliteter i relasjon til topografi og miljø. Rapport LNR 3709-97. NIVA-prosjekt E-94409 og O-95250. 58s.
10. Sætre, R. (1975). Lokalisering og miljø ved noen oppdrettsanlegg for laksefisk i Vest-Norge. Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt, Serie B 1975 Nr. 4.
11. Reed, J-L. (2015). Strømklassifisering. Åkerblå AS-rappport: Strøm- Klassifisering-AanderaaPunktMåler-Okt2015, 2 sider.
12. Wilson, D og E. Siegel (2008). Evaluation of Current and Wave Measurements from a Coastal Buoy. DOI: 10.1109/OCEANS.2008.5152108 Conference: OCEANS 2008 Source: IEEE Xplore.