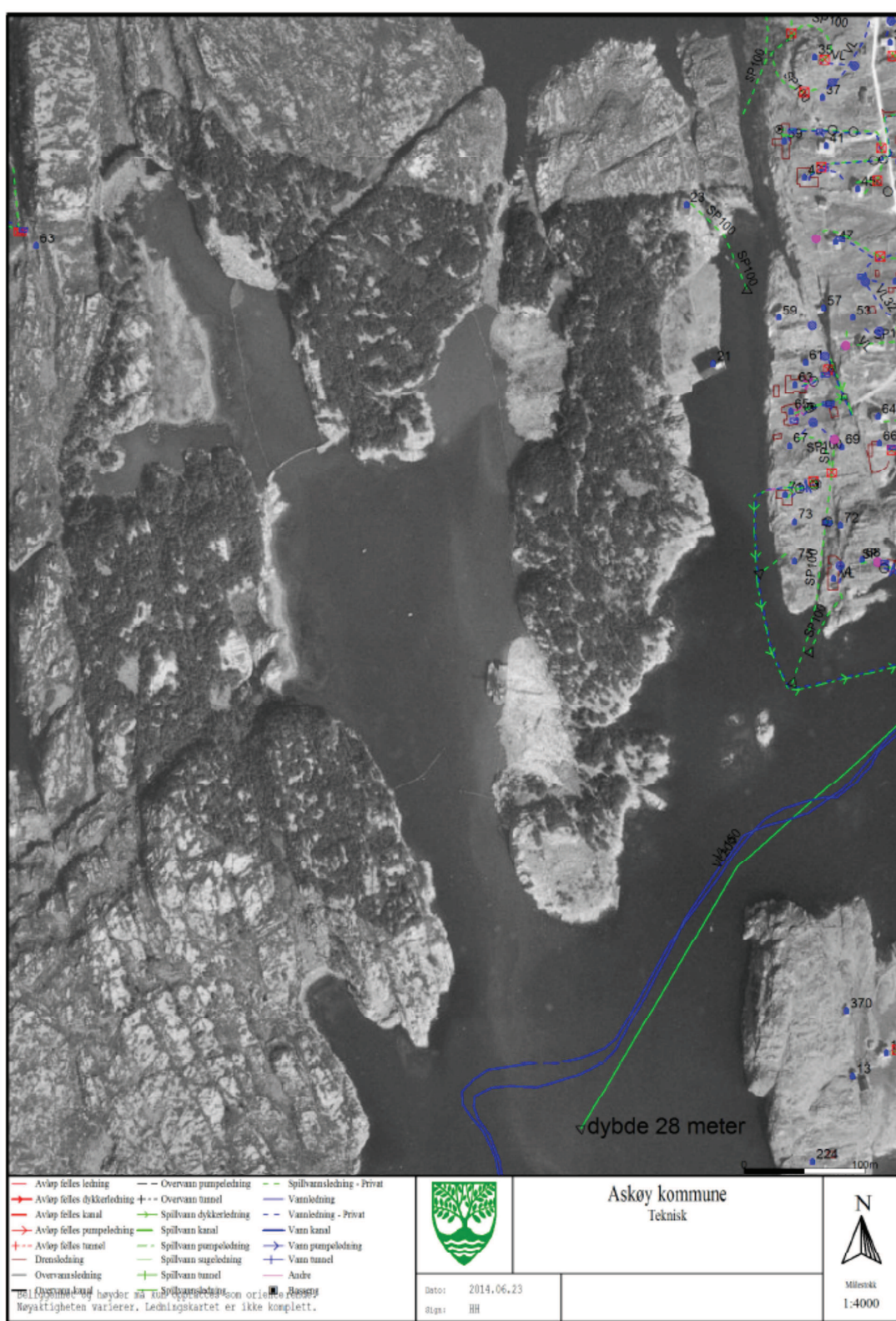




Miljøundersøkelse Kollevågen 2014



Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 26.03.2015 (Silje Hadler-Jacobsen)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 26.03.2015 (Silje Hadler-Jacobsen)

| | | |
|---|------------------|--|
|  | SAM-Marin |  |
| Uni Research Miljø SAM-Marin Thormøhlensgt. 55 5008 Bergen, Norway | | Tlf: 55 58 44 05 E-post: Sam-marin@uni.no Internet: www.uni.no Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA |

| | |
|--|--|
| Rapportens tittel: Miljøundersøkelse Kollevågen 2014 | Dato: 28. Juni 2015 Antall sider og bilag: 58 |
| Forfatter(e): Marte Haave, Kristin Hatlen, Per-Otto Johansen | Prosjektleder: Marte Haave Prosjektnummer: 808579 |
| Oppdragsgiver: Bergen Kommune | Tilgjengelighet: Åpen |

Abstract: Rapporten inneholder resultatene av en undersøkelse av strømførhold og miljøgifter i blåskjell og vannfase i Kollevåg-området, like ved et område som tidligere har fungert som avfallsdeponi for Bergen kommune. I Kollevågen er det tidligere registrert høye forekomster av PCB, tungmetaller og PAH i sediment, blåskjell og fisk. Særlig høye nivåer er funnet i sediment ved stasjon Kolle 1 utenfor tiltaksområdet, der partikler fra tiltaksområdet trolig vil sedimentere. Hensikten med undersøkelsen var å kartlegge potensialet for spredning av sediment fra Kolle 1 mot bosetningen i det tilstøtende området ved Gulaskjeret/Medavågen, og også videreføre overvåkingen av blåskjell i tiltaksområdet. Blåskjell ble samlet fra inne i tiltaksområdet ved KOL A, mens strømmåling og analyse av vannkonsentrasjoner av PCB, PAH og tungmetaller ble gjort like ved Kolle 1 ved terskelen mot Gulaskjeret/Medavågen ved bruk av ADCP og passive prøvetakere (SPMD og DGT). Konsentrasjonene av PCB7 i blåskjell var høyere enn i 2013, men lavere enn i 2010. Sum PCB7 og Sum PAH16 i blåskjell ved KOL A var i tilstandsklasse I. PCB i vannfasen var for det meste under kvantifiseringsgrensen, mens PAH var i tilstandsklasse I til II. Metaller i blåskjell var også i tilstandsklasse I-II unntatt for kadmium (tilstandsklasse III). Lavt innhold av metaller i vannfasen ved Kolle 1 ble også funnet ved DGT-analyser. Strømmålingene viser at vannstrømmene på 12-16 meters dyp beveger seg mot nord-nordøst, og gir potensiale for spredning av miljøgifter bundet til partikler fra tiltaksområdet og Kolle 1 inn mot Gulaskjeret/Medavågen.

| | | |
|--|---|--|
| Keywords: Current profile, blue mussels, SPMD, DGT, PAH, PCB heavy metals | Emneord: Strømmåling, blåskjell, SPMD, DGT, PCB, PAH, tungmetaller | ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 5-2015 |
|--|---|--|

| Ansvarlig for: | Dato | Signatur |
|---------------------------------------|-----------|--------------------------|
| Faglige vurderinger og fortolkninger: | 28.6.2015 | <i>Per-Otto Johansen</i> |
| Prosjektet / undersøkelsen: | 28.6-2015 | <i>Marte Haave</i> |

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 26.03.2015 (Silje Hadler-Jacobsen)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 26.03.2015 (Silje Hadler-Jacobsen)

SAM-marin er en del av Uni Research Miljø (Uni Research AS), og er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse og faglige vurdering og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test 157.

Følgende er utført akkreditert ved SAM-marin:

Prøvetaking til blåskjell analyser, samlet av: Frøydis Lygre

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: -

Identifikasjon av marin fauna utført av: -

Faglige vurderinger og fortolkninger utført av: Marte Haave og Per Otto Johansen

Ikke akkreditert:

Strømmåling (Aquadopp Profiler), utsett og opptak av passive prøvetakere (SPMD og DGT)

LEVERANDØRER

Toktfartøy: M/S Solvik

Kjemiske analyser utført av: Eurofins Environment testing Norway AS, og NIVA **akkrediteringsnummer** Test 003 og Test 009

Akkreditert: Analyser av blåskjell (tungmetaller, PCB og PAH) ved Eurofins, Passive prøvetakere (SPMD og DGT) ved NIVA

Ikke akkreditert: -

Geologiske analyser utført av: - akkrediteringsnummer

Akkreditert: -

Ikke akkreditert: -

Andre: -

Forside: Flyfoto av Kollevågen fra 1965 som viser deponiene og vannstrømmer med partikler som strømmer ut fra Kollevågen. (Kilde: Askøy Kommune).

Innhold

| | | |
|------|--|----|
| 1. | Innledning og sammendrag..... | 5 |
| 2. | Material og metode..... | 8 |
| 2.1. | Oversiktskart over området | 8 |
| 2.2. | Datainnsamling og analyse..... | 9 |
| 3. | Resultater | 12 |
| 3.1. | Tungmetaller i blåskjell og passive prøvetakere (DGT) | 12 |
| 3.2. | Organiske miljøgifter i blåskjell og passive prøvetakere- SPMD | 13 |
| 3.3. | Hydrografi..... | 15 |
| 3.4. | Strømmåling | 15 |
| 4. | Diskusjon | 19 |
| 4.1. | Metaller | 19 |
| 4.2. | PAH og PCB..... | 19 |
| 4.3. | Strøm | 20 |
| 5. | Konklusjon | 22 |
| 6. | Litteratur..... | 23 |
| 7. | Vedlegg..... | 24 |
| 7.1. | Analysebevis | 24 |
| 7.2. | Strømmåleroppsett | 36 |
| 7.3. | Strømrappport (Sea-Report) | 37 |
| | Manually removed data | 40 |
| | Direction with return period | 42 |
| | Time series..... | 43 |
| | Mean speed - roseplot..... | 45 |
| | Max speed - roseplot..... | 47 |
| | Speed histogram..... | 49 |
| | Direction histogram | 51 |
| | Direction/Speed histogram | 53 |
| | Flow | 55 |
| | Progressive vector | 57 |
| | Sensors..... | 58 |

1. Innledning og sammendrag

Denne rapporten omhandler strømforhold og miljøgifter i vannfasen utenfor tiltaksområdet ved Kollevågen i Askøy Kommune. Undersøkelsen ble utført av Uni Research Miljø, SAM-Marin på vegne av Bergen kommune, Grønn etat.

Fra 1930 til 1975 fungerte Kollevågen på Askøy i Hordaland som avfallsdeponi for Bergen kommune. Til sammen ble det dumpet rundt 450.000 kubikkmeter industri- og husholdningsavfall i området, og den største delen av avfallet (90 %) ble deponert på bunnen av vågen. I perioden 1975-1982 ble avfallet tildekket og området tilrettelagt som friluftsområde. Det er blitt gjennomført en rekke miljøundersøkelser i Kollevågen og Hauglandsosen, både før og etter den siste tildekkingen av avfallsdeponiet i 2005, se Johannessen & Stensvold 1985, Botnen *et al.* 1995, Knutzen *et al.* 1995, Myhre 1998, Instanes & Solhaug 1997, Johansen *et al.* 2004, Vassenden *et al.* 2006, Vassenden & Johansen 2008, Vassenden & Johannessen 2009, Vassenden 2009, Hatlen *et al.*, 2010, Hatlen & Johannessen 2011, Hatlen & Johannessen 2012, Kvalø *et al.*, 2012. For å bedre på forholdene i Kollevågen og hindre spredningen av miljøgifter, ble det besluttet å dekke til sjøbunnen i Vestrevågen med duk og grusmasser. Tildekkingsperioden varte fra desember 2004 til mai 2005 (Multiconsult 2005). Prosessen ble overvåket med prøvetakinger like før og under selve tildekkingen (Vassenden & Johannessen 2005).

Undersøkelsene de første årene etter tildekkingen viste en nedgang i innholdet av PCB og metaller i biota og sediment, mens undersøkelsene fra 2008 til 2013 viste en ny stigning (Hatlen *et al.* 2013). På bakgrunn av dette ga Miljødirektoratet pålegg om en ny tiltaksplan for å nå miljømålene for Kollevågen, fra tillatelsen i 2004. Blant annet står det i tillatelsen at:

- Kollevågen skal ikke ha en negativ effekt på miljøtilstanden i nærliggende sjøområder og Byfjorden (...)
- Tidevannets påvirkning på avfallsfyllingen skal reduseres slik at potensialet for utvasking av miljøgifter reduseres. Spredning av eventuell partikkelbundet forurensning skal stanses.

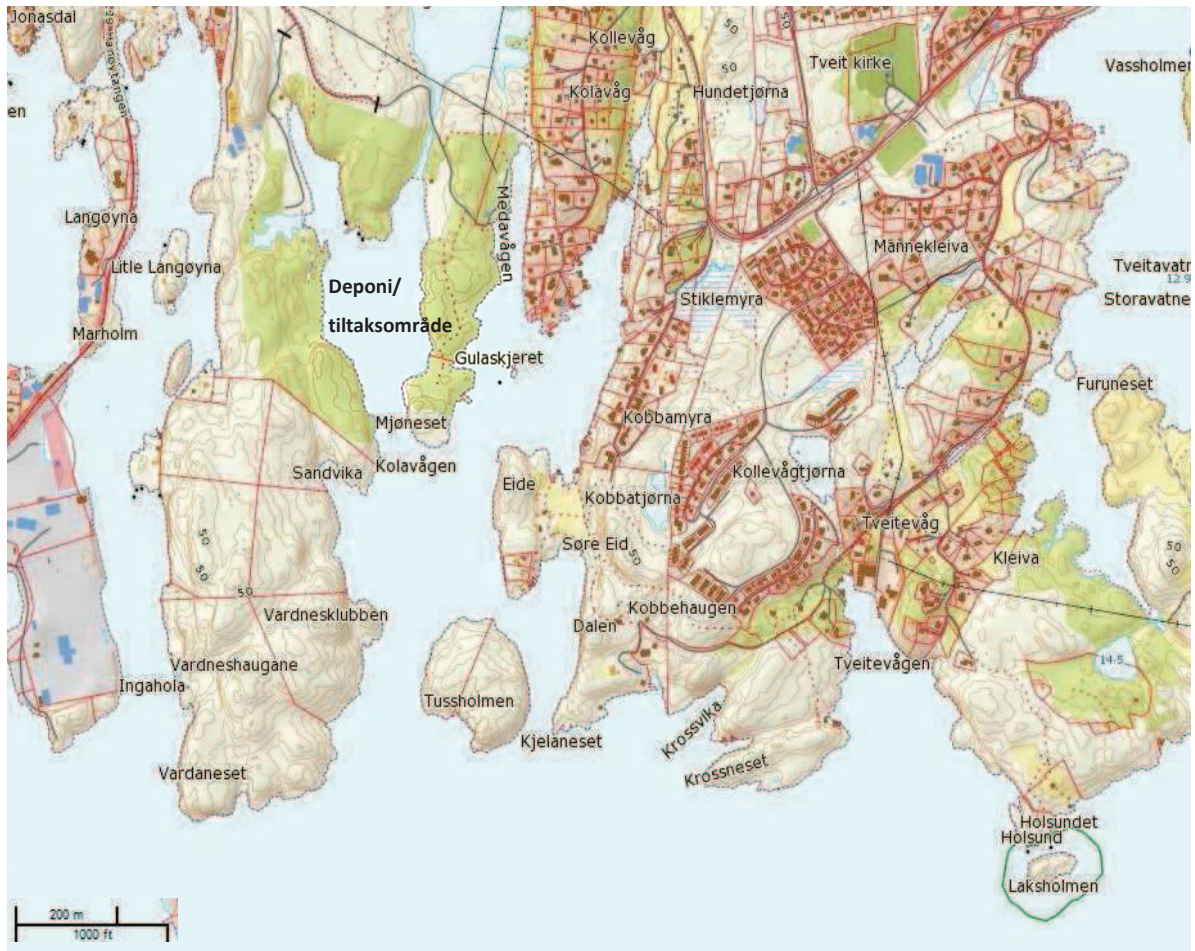
En ROV undersøkelse i 2014 (NGI 2014) viste at tildekkingen i Vestrevågen var delvis ødelagt, og at store mengder tidligere tildekket husholdningsavfall var avdekket i et stort område langs østre del av vågen (Område C, Multiconsult 2005). Dette ble satt i sammenheng med de økte miljøgiftkonsentrasjonene i sediment og biota fra 2008 til 2013. I tillegg viste utvidet prøvetaking under undersøkelsen at et prøvepunkt nærmere utløpet av Medavågen, øst for utløpet for tiltaksområdet også hadde høye konsentrasjoner av miljøgifter. Dette ble antatt å skyldes direkte sedimentering av partikkelbundne miljøgifter fra det tildekte området, eller remobilisering og

spredning av forurenset sediment fra Stasjon Kolle 1, der det har vært påvist svært forurenset sediment ved flere tidligere undersøkelser (senest Hatlen et al. 2014, NGI 2014). Kilden til forurensning ved Kolle 1 antas å være det tidligere avfallsdeponiet i Kollevågen. Miljøgifter fra deponiet kan ha lekket ut fra de deponerte massene og blitt fraktet ut av vågen med strøm og tidevann, for deretter å sedimentere ved utløpet, der dypet øker og vannhastigheten avtar. Potensialet for spredning av miljøgifter til nærliggende sjøområder (Medavågen) fra tiltaksområdet var dermed til stede. Det var også fare for menneskelig eksponering.

På bakgrunn av disse funnene fokuserte denne undersøkelsen på muligheten for spredning av forurensning fra tiltaksområdet til området rundt, og til tilstøtende viker. Undersøkelser av strømretning og hastighet ved utløpet fra tiltaksområdet er utført for å vurdere spredningsfare fra sedimentet ved Kolle 1 til omkringliggende områder. Undersøkelsene vil også bidra i vurderingen av behovet for å etablere kostholdsråd på grunn av potensielt høye konsentrasjoner av dioksinliknende polyklorerte bifenyl (dl-PCB) og tungmetaller i matfisk. Undersøkelsen legger også grunnlaget for eventuell videre planlegging av tiltak som kan iverksettes for å begrense spredning av miljøgifter fra tiltaksområdet i Kollevågen.

SAM-Marin arbeider etter kvalitetssystemet (NS-EN ISO/IEC 17025) og er med hensyn til denne undersøkelsen akkreditert for høsting av blåskjell, faglig fortolkning og vurdering. Utsett og opptak av passive prøvetakere (Diffusive Gradients in Thin films – DGT, og Semipermeable Membrane Device - SPMD) er ikke utført akkreditert. Prøvetakerne ble levert av NIVA, og NIVAs prosedyrer for utsett og opptak ble fulgt. CTD målinger er ikke en akkreditert prosedyre, men utføres i henhold til retningslinjer fra produsent (SAIV). Utsett, opptak og tolkning av data fra strømmåler er ikke utført akkreditert, men har fulgt standard prosedyrer og kvalitetssikring etter retningslinjer fra produsent (Nortek AS).

Kjemiske analyser av blåskjell ble utført akkreditert av Eurofins Environment Testing Norway AS (Akkrediteringsnr. Test 003). Kjemiske analyser av Passive prøvetakere ble utført akkreditert ved Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA, akkrediteringsnummer: Test 009).



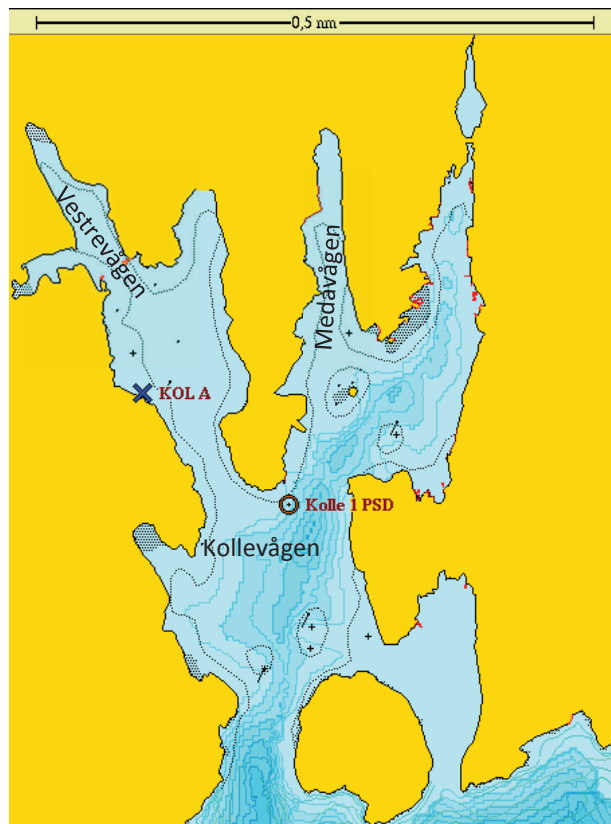
Figur 1.1 kart over deponiområdet ved Kollevågen, med tilstøtende vik. Kartkilde: Kartverket

2. Material og metode

2.1. Oversiktskart over området



Figur 2.1. Kart over Askøy i tilknytning til Bergen, avmerket området for kartutsnitt.



Figur 2.2. Kartutsnitt av undersøkelsesområdet. Stasjon for strømmåling og passive prøvetakere (Kolle 1- PSD) og stasjon for blåskjell (KOL A) er avmerket. Målestokk (øverst) viser 0,5 nautiske mil (1 nm =1852m). Kartkilde: OLEX.

Tabell 2.1. Oversikt over stasjoner for prøvetaking og strømmåling i 2014.

| Stasjon Dato | Dato | Sted Posisjon (WGS- 84) | Dyp (m) | Andre opplysninger |
|-----------------|-------------------------|--------------------------------|------------|--|
| KOL A | 15.4.2014 | 60°26,885' N 05° 06,779' Ø | 0 | Blåskjell til analyse av tungmetaller, PCB7 og PAH. Naturlig forekomst av blåskjell. |
| Kolle 1-PSD | 17.6.2014- 16.7.2014 | 60° 26,785' N 05° 07,046' Ø | 28 | Punkt for strømmåling med Aquadopp Profiler Punkt for utsett av passive prøvetakere (SPMD og DGT) |

2.2. Datainnsamling og analyse

Blåskjell

Innsamlingen av blåskjell til analyse ble utført av Frøydis Lygre 15. april 2014 fra lokalitet KOL A (Tabell 2.1, Figur 2.2). Blåskjellene ved KOL A var tatt fra en naturlig populasjon, og skjellene lå på og mellom steiner og svaberg. Siden skjellene ikke lå i sediment, var det ikke behov for at de tømte seg for sediment etter innsamling. Skjellene ble frosset umiddelbart etter innsamling, og ble oppbevart frosset ved -20 °C i Rilsan-poser frem til analyse av tungmetaller (arsen, bly, kadmium, kobber, krom, nikkel, sink og kvikksølv). Skjellene ble analysert i to omganger. En parallell ble analysert for metaller, og deretter ble alle tre parallellene analysert for PCB, Polyaromatiske hydrokarboner (PAH16-EPA) og resterende to paralleller for tungmetaller. Skjellene ble analysert ved Eurofins Environment testing Norway etter akkrediterte metoder.

Passive prøvetakere

Konsentrasjonen av de lipofile organiske miljøgiftene PAH og syv Polyklorerte bifenyler (PCB7) i sjøvannet ble kvantifisert ved SPMD i samme perioden som strømmålingen ble foretatt ved Kolle 1-PSD. Standard SPMD ble levert av NIVA (mål: B:91mm x L:254mm, LDPE membrantykkelse: 1µm, fylt med 1 ml Triolein), og ble analysert av NIVA etter akkreditert metode. Tre parallelle SPMD ble satt ut i et syrefast metallbur montert under strømmåleren, ca. tre meter over bunn på prøvepunktet. Omregning av konsentrasjoner fra passive prøvetaker for lipofile organiske miljøgifter (ng/SPMD) til vannkonsentrasjoner (µg/l) ble utført med USGS Water Concentration Estimator v.5-1. SPMD er tilsatt interne referankestoffer for kvantitativ beregning av vannkonsentrasjonen (Huckins et al. 2002). Prøvetakerne ble analysert for PAH16-EPA, og PCB7 (IUPAC no. -28,-52, -101, -118, -138, 153,og -180). For analysebevis, se vedlegg. Naftalen rapporteres ikke som utregnet vannkonsentrasjon, da kvantifiseringen er svært usikker på grunn av kjemiske egenskaper ved naftalen og referanseforbindelsen for kvantifisering (PRC) (Huckins et al. 2002). I likhet med andre PAH, binder Naftalen seg i SPMD, og er derfor analysert og rapportert i analysebeviset som ng/SPMD, men dette skal ikke anses som kvantitativt mål på vannkonsentrasjonen.

For bestemmelse av frie, biotilgjengelige tungmetall-ioner i vannfasen ble tre DGT montert i plastnetting på ankertauet for strømmåleren, ca. to meter under strømmåleren. En blank-prøve av hver type ble eksponert for luft i samme perioden som prøvetakerne var i luft, og deretter oppbevart nedkjølt under prøveperioden. Etter opptak ble prøvetakerne oppbevart fuktig og kjølig frem til analyse. DGT ble analysert for kadmium, kobber, nikkel og bly. Prinsippet for bruk av DGT er beskrevet i Zhang og Davison (1995). Passive prøvetakere er foreløpig ikke egnet til å kvantifisere kvikksølv-konsentrasjoner. Blåskjell og passive prøvetakere ble derfor benyttet i kombinasjon for å belyse tungmetallbelastningen i tiltaksområdet.

Hydrografiske målinger

CTD måling ble utført 17. juli 2014 i sammenheng med opptak av strømmåler med en STD/CTD-sonde av typen SD208 med påmontert oksygensensor. For å hente ut og analysere data ble den tilhørende programvaren Minisoft SD200w (versjon 3.17.11.164) benyttet.

Strømmåling

Strømmålingene ble gjennomført i henhold til NS 9425-2:2003 (Oseanografi - Del 2: Strømmåling i ved hjelp av ADCP). Ansvarlig for måling og behandling av data er Marte Haave ved Uni Research Miljø. Den 17. juni ble en profilerende strømmåler SAM-02 av type Aquadopp Profiler 400kHz (Nortek AS) satt ut ved Kalle 1-PSD på en liten grunne utenfor tiltaksområdet (Figur 2.2, Tabell 2.1). Dypet ved målepunktet er 28 meter, med ujevn bunntopografi. Strømmåleren stod på 25 meters dyp og målte oppover fra 20 meter over bunn (Figur 2.3), og målte strømretning og hastighet i 2 meters-celler hvert 10 minutt i perioden 17. juni til 16. juli. Detaljer for oppsettet og måleperioden finnes i vedlegg 7.2 og 7.3. Programmene AquaPro, Surge og Sea Report (alle fra Nortek) er benyttet for programmering av strømmåleren, kvalitetssjekk, og rapportering av strømdata. Standard innstillinger for kvalitetskontroll er benyttet (Vedlegg 7.3).

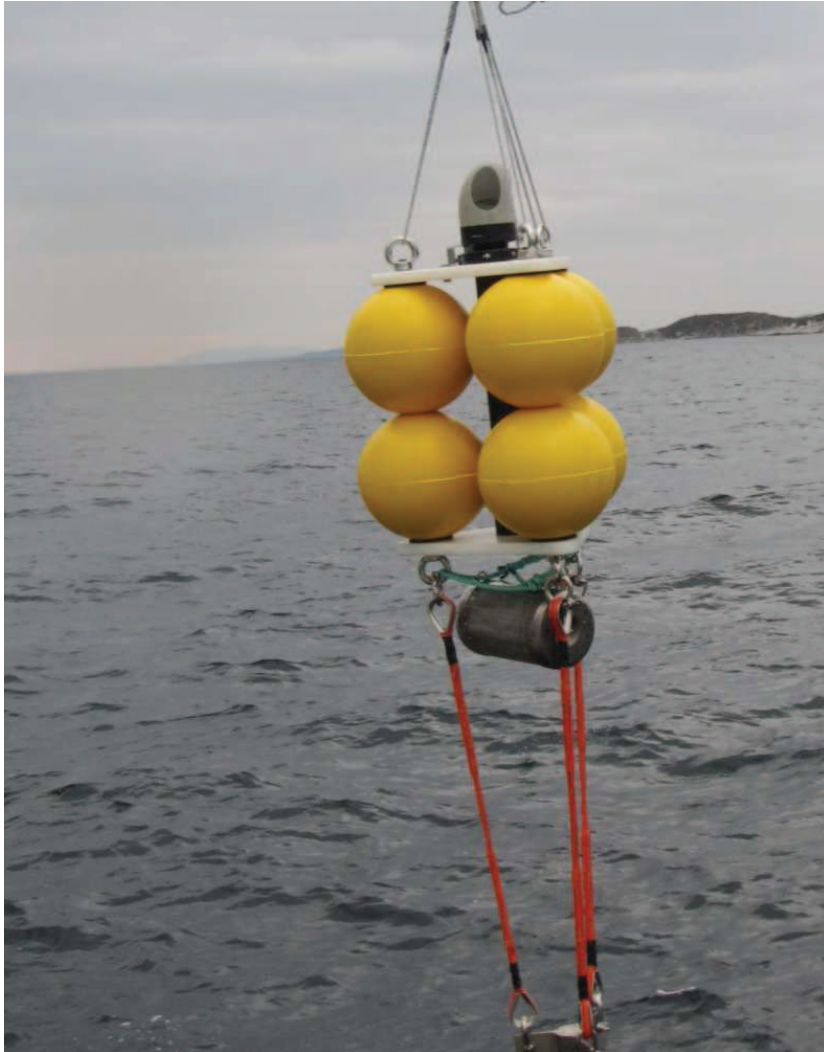
Rapportering

Statistikkprogrammet SPSS 20.0 for Windows er benyttet for grafisk fremstilling av kjemiske analysedata.

Kvantifiseringsgrense (LOQ)

Kvantifiseringsgrensen (Limit of Quantification: LOQ) er nedre grense for å angi konsentrasjonen av en forbindelse ved analyse. LOQ er høyere enn deteksjonsgrensen (LOD), som er grensen for å detektere tilstedeværelsen av en forbindelse, men da i så små mengder at konsentrasjonen ikke kan bestemmes. En forbindelse som ikke finnes i mengder over LOQ kan likevel være tilstede i prøven i mengder som er detekterbare men ikke kvantifiserbare. Forbindelsen kan da bidra til totalsum. For å

kunne estimere et verste-fall scenario oppgis derfor verdiene som inklusiv LOQ. For å si noe om hvorvidt nivåene i miljøet endres, vil derimot sum eksklusiv LOQ være et godt hjelpemiddel. Det ene er ikke mer korrekt enn det andre, men er ulike måter å vurdere konsentrasjonene på.



Figur 2.3 Illustrasjon av strømmåler med flyterigg og bur for SPMD montert under. Plastnetting med DGT er festet på ankertauet. 3 meter under måleren. (Bildet er ikke fra Kollevågen).

3. Resultater

3.1. Tungmetaller i blåskjell og passive prøvetakere (DGT)

Innholdet av metaller i blåskjell tilsvarer tilstandsklasse I til II for alle de undersøkte metallene unntatt kadmium (Tilstandsklasse III; Tabell 3.1). Tilstandsklasser er tildelt etter TA1467/1997. Blåskjell regulerer opptak og utskillelse av kobber ved moderate konsentrasjoner, og er derfor ikke en spesielt egnet indikator for kobber (TA1467/1997). Her vil DGT komplettere resultatene fra kobber i blåskjell. Resultatene fra DGT analysene viser vannkonsentrasjoner av biotilgjengelige ioner under forventet null-effekt-konsentrasjon (PNEC) og under grenseverdier for årgjennomsnitt i kystvann etter Vannforskriften, der slike grenseverdier finnes (Tabell 3.2). I motsetning til blåskjell som har forhøyede verdier av bly, viser DGT-analysene lavest konsentrasjon av bly. I blåskjell har nikkel lavere konsentrasjon enn kadmium og kobber, mens for DGT er konsentrasjonene av nikkel høyest (Tabell 3.1 og Tabell 3.2).

Tabell 3.1 Konsentrasjoner av metaller (mg/kg TS) i blåskjell fra KOL A, samlet i april 2014. Tre blandprøver (skjellstørrelse 6-7 cm) ble analysert. Tilstandsklasse er tildelt etter TA 1467/1997 (SFT97:03).

| Metall | Snitt (n=3) | SD | Tilstandsklasse* | Grenseverdi for tilstandsklasse (mg/kg TS)* |
|---------------------|-------------|--------|------------------|---|
| Arsen | 17,3 | ±1,5 | II | 10-30 |
| Bly | 13,0 | ±4,4 | II | 3-15 |
| Kadmium | 4,13 | ±5,09 | III | 5-20 |
| Kobber | 8,0 | ±1,7 | I | <10 |
| Krom | 1,6 | ±0,7 | I | <3 |
| Kvikksølv | 0,182 | ±0,041 | I | <0,2 |
| Nikkel | 1,05 | ±0,33 | I | <5 |
| Sink | 123 | ±32 | I | <200 |
| Total tørrstoff (%) | 10,6 | ±2,1 | | |

*TA1467/1997 (SFT97:03)

Tabell 3.2 Metallkonsentrasjoner ($\mu\text{g}/\pm$ standardavvik) bestemt ved DGT (triplett) ved 25 m dyp ved KOL 1 i perioden 17. juni-16. juli 2014. Grenseverdi for kystvann etter Vanddirektivet og PNEC etter OSPAR 2014.

| Konsentrasjon | Snitt ($\mu\text{g}/\text{l}$) | SD | Grenseverdi kystvann* ($\mu\text{g}/\text{l}$) | PNEC **($\mu\text{g}/\text{l}$) |
|---------------|----------------------------------|--------|--|-----------------------------------|
| Kadmium A) | 0,007 | ±0,005 | 0,20 | 0,20 + bakgrunn |
| Kobber | 0,06 | ±0,02 | Ikke oppgitt | 2,6 |
| Nikkel | 0,33 | ±0,07 | 20,0 | 8,6 + bakgrunn |
| Bly | 0,004 | ±0,001 | 7,20 | 1,32 |

A): På liste over EUs prioriterte farlige stoffer. B) Blant prioriterte substanser (Annex 1 EQS Dir.2013, EC, 2013).

*Etter Vannforskriften Vedlegg VIII A. Miljøkvalitetsstandarder for EUs prioriterte stoffer og prioriterte farlige stoffer i kystvann, årlig gjennomsnitt for kystvann.

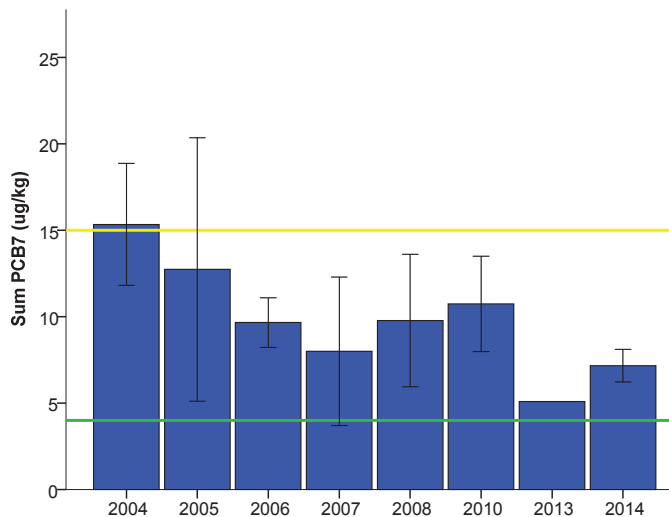
**Predicted No Effect Concentration (forventet null-effekt-konsentrasjon) (Agreement 2014-05).

3.2. Organiske miljøgifter i blåskjell og passive prøvetakere- SPMD

PCB

Triplikate analyser av blåskjell fra KOL A (se kart, Figur 2.2) viser at samlet konsentrasjon av PCB (Sum PCB7; µg/kg våt vekt) er noe høyere i 2014 enn i 2013, men lavere enn konsentrasjonen i 2010. I 2013 ble en enkelt samleprøve analysert, og standardavviket er derfor ikke vist (Figur 3.1).

Ved 20 meters dyp ved stasjon Kolle 1-PSD var det lite PCB i vannfasen, analysert ved SPMD. To av tre prøvetakere hadde innhold av PCB-52 over kvantifiseringsgrensen (LOQ), men ellers var alle konsentrasjonene under LOQ (Vedlegg 7.1). Blankprøven, som kun ble eksponert for luften på båten ved utsett og opptak, inneholdt også detekterte mengder PCB, men konsentrasjon var under LOQ. Dette impliserer at de passive prøvetakerne som hadde stått i vannet, også ble eksponert for PCB absorbert fra luft på båten. Med PCB konsentrasjoner for de fleste kongenerne under LOQ vil derfor ikke PCB i vannfasen rapporteres som en eksakt konsentrasjon. Sum PCB7 i vannfasen ved Kolle 1-PSD rapporteres som $<0,02 \pm 0,01$ ng/L. For PCB i vann er det ikke tildelt tilstandsklasser, jfr. TA-2229/2007.



Figur 3.1 Gjennomsnittlig PCB konsentrasjon (µg/kg våt vekt) med standardavvik i blåskjell ved KOL A i perioden 2004 til 2014. Horisontale linjer markerer grenseverdi for PCB i blåskjell i henhold til TA-1467/1997. Grønn = øvre grense for tilstandsklasse I; gul = øvre grense for tilstandsklasse II.

PAH

PAH innholdet ble analysert i blåskjell (KOL A) og vannfasen (Kolle 1-PSD) ved passive prøvetakere. Dette muliggjør sammenlikning av resultatene og kan vise eventuelle samsvar mellom metodene. Sum PAH fra blåskjell er i tilstandsklasse I- Bakgrunn. Analyseresultatene er vist i Tabell 3.3. De dominerende PAH forbindelsene i vannfasen (målt med SPMD) er fenantren, antracen, fluoranten, fluoren, og pyren (Naftalen rapporteres ikke fra SPMD). Med unntak av fluoranten og indeno(1,2,3-cd)pyren er PAH fra SPMD i tilstandsklasse II – god. For konsentrasjon av enkelte PAH-forbindelser i SPMD som er under LOQ, er LOQ benyttet i utregningen (for LOQ se vedlegg 7.1). Det er derfor ikke

mulig å fastsette nøyaktig konsentrasjon, noe som vanskeliggjør en direkte sammenlikning mellom blåskjell og SPMD. Begge analysene viser at konsentrasjonene er lave, men det er ikke mulig å fastslå en sammenheng basert på denne ene undersøkelsen. For blåskjell vil også akkumulering av de mest persistente PAH' ene over tid kunne spille en rolle.

Tabell 3.3 PAH forbindelser i blåskjell ved KOL A og SPMD i vannfasen på 25 meters dyp ved Kolle 1-PSD.

| PAH forbindelse i SPMD | Blåskjell (µg/kg vv) | sd | SPMD (ng/l) | sd | PNEC (ng/l) |
|---------------------------------|-------------------------|-------|----------------|-------|----------------|
| Naftalen* | 4,8 | ±0,85 | i.a | - | 2000 |
| Acenaftalen | <LOQ | | <0,12 | ±0,01 | 130 |
| Acenaften | <LOQ | | <0,11 | ±0,01 | 380 |
| Fluoren | <LOQ | | 0,21 | ±0,04 | 250 |
| Fenantren | 2,27 | ±0,47 | 0,66 | ±0,22 | 130 |
| Antracen | 0,36 | ±0,31 | 0,32 | ±0,41 | 100 |
| Fluoranten | 4,9 | ±0,26 | 0,27 | ±0,03 | 6,3 |
| Pyren | 3,6 | ±0,1 | 0,21 | ±0,02 | 23 |
| Benz[a]antracen** | 1,77 | ±0,15 | <0,07 | ±0,01 | 1,2 |
| Krysen (Krysen-trifenylene-b)** | 2,97 | ±0,31 | <0,06 | ±0,01 | 7 |
| Benzo[b,j]fluoranten** | 2,9 | ±0,36 | 0,07 | ±0,00 | 0,17 |
| Benzo[k]fluoranten** | 2,47 | ±0,32 | 0,08 | ±0,01 | 0,17 |
| Benzo[a]pyren** | 1,53 | ±0,4 | 0,08 | ±0,01 | 0,17 |
| Indeno[1,2,3-cd]pyren** | 1,57 | ±0,47 | <0,1 | ±0,01 | 0,17 |
| Dibenzo[ac,ah]antracen | i.a | | <0,09 | 0,01 | 0,17 |
| Benzo[g,h,i]perylene | 1,83 | 0,35 | <0,11 | 0,01 | |
| Benzo[e]pyren | i.a | | <0,08 | 0,01 | Ikke oppgitt |
| Perylen | i.a | | <0,07 | 0,01 | Ikke oppgitt |
| Dibenzotiofen | i.a | | <0,09 | 0,01 | Ikke oppgitt |
| Sum KPAH** | 18,00 | 2,59 | <0,55 | 0,06 | Ikke oppgitt |
| Sum PAH16 | 31,33 | 2,89 | <2,8 | 0,65 | Ikke oppgitt |

Tilstandsklasser: Fargekode blå= tilstandsklasse I, grønn = tilstandsklasse II. For vannfasen er tilstandsklasse gitt etter TA2229/2007 der den finnes (merk enhet), selv om tilstandsklasser ikke er beregnet etter bruk av passive prøvetakere. For blåskjell er tilstandsklasse for sum PAH gitt etter TA-1467/1997.

PNEC: Predicted No Effect Concentration (predikert null-effekts konsentrasjon) fra Agreement (2014-05); verdier (omregnet til ng/l).

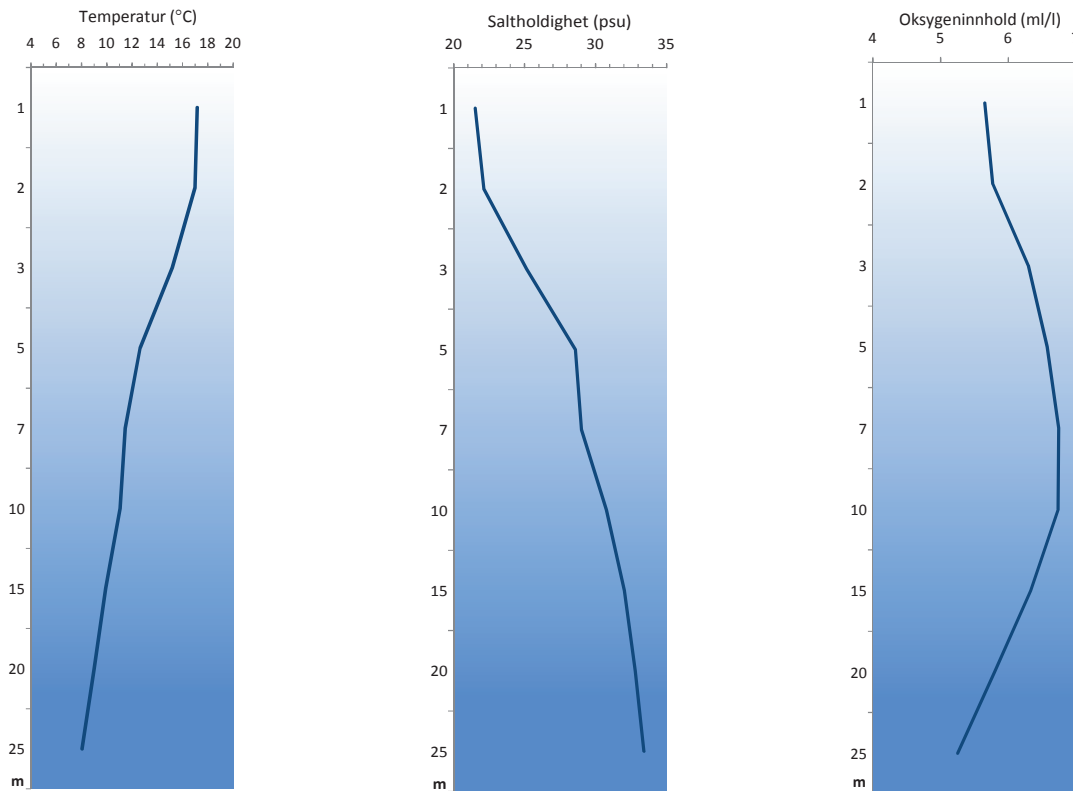
i.a: ikke anvendt. Rapporteres ikke fra SPMD.

<: Den reelle konsentrasjonen er mindre enn angitt verdi, da analysert verdi fra SPMD var under LOQ.

**KPAH: Kreftfremkallende PAH.

3.3. Hydrografi

CTD målingene viser et 2 meter dypt overflatelag med lavere saltholdighet og oksygeninnhold og høyere temperatur (Figur 3.2). Oksygeninnholdet øker mot 10 meters dyp og avtar deretter mot bunnen til minimumsverdi på 78,7 % (5,25 ml/l), som tilsvarer tilstandsklasse I-Svært god. Oksygeninnhold i ml/l er beregnet fra mg/l med en omregningskoeffisient på 1,42.



Figur 3.2 Temperatur, salinitet og oksygeninnhold ved Kolle 1-PSD 17. juli 2014. Oksygeninnhold i ml/l er beregnet fra mg/l med en omregningskoeffisient på 1,42.

3.4. Strømmåling

Strømmåleren viser resultater av god kvalitet, og ingen datapunkter er forkastet (Vedlegg 7.4). Tre måledyp på henholdsvis 5, 14 og 20 meter ble valgt ut til å representere overflatestrøm, mellomsjikt og bunnstrøm. På grunn av fysiske egenskaper ved lydbølger og refleksjon fra overgangen vann/luft, vil det med ADCP ikke være mulig å lese av strømhastigheten helt i overflaten, og 5 meter representerer det øverste vannlaget som ikke er forstyrret av denne effekten (Side-lobe effect). Målingene ved 20 meters dyp fanger opp vannstrøm som passerer over terskelen ved Mjøneset mellom Kollevågen og området mot Gulaskjeret/Medavågen. Strømmålinger i området 12-16 meter dyp er nærmere undersøkt for å finne utbredelsen av strømlaget og maksimal hastighet og retning i strømlaget, da dette sjiktet skiller seg fra topp- og bunnstrøm i vannets hastighet og retning.

Vannstrømmenes volum og retning ved 5, 14 og 20 meters dyp ($\text{m}^3/\text{m}^2/\text{dag}$) er vist i Figur 3.3. Maksimal strøm, dominerende strømrretning og vannstrøm ved 5, 14 og 20 meter er vist i Tabell 1.5. Resultatene viser at i denne perioden (juni -juli 2014) er det lav gjennomsnittlig strømhastighet i alle vanddypp ved Kolle 1-PSD. Perioden er dominert av pent vær med lite vind.

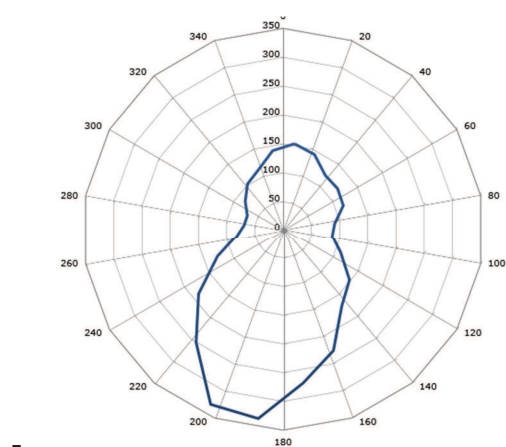
Som vi ser av figuren og tabellen er det funnet inntil dobbel vannstrøm (volum) i mellomsjiktet (ca. $500 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dag}$) i forhold til vannstrøm på overflaten og ved bunn (ca. $250\text{-}350 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dag}$). Retningen er også dominerende nordlig og nordøstlig i mellomsjiktet, mens topp og bunn har dominerende vannstrøm i retning sør – sørvest. Vannstrømmen har også større spredning ved bunnen enn i overflaten (Figur 3.3), og det er lavest gjennomsnittshastighet ved bunnen, som forventet.

Mellomsjiktet (12-16 meter) skiller seg fra topp og bunnstrøm ved at strømmen er raskere og i til dels en annen retning (innover), men strømhastighetene er fortsatt relativt lave (max: $0,3 \text{ m/s}$, signifikant maksimal hastighet: $0,09 \text{ m/s}$). Dette er et vanlig strømmønster i norske fjorder. Maksimal strømhastighet ved 12-16 meter er inntil det doble av overflate og bunnstrøm. For topp og bunnstrøm (5 og 20 meter) er sørlig til sørvestlig retning ($180\text{-}210$ grader) den dominerende strømrretningen, og også retning for maksimal hastighet. I mellomsjiktet (12-16 m) forekommer også nord - nordøstlig retning ($360\text{-}30$ grader) nesten like hyppig. Modellering av partikkelflyt i mellomsjiktet viser også teoretisk transport av partikler i nordøstlig retning, med noe tilbakestrøm mot sør/sør-vest (Figur 3.4). Vannstrømmen vil påvirkes og begrenses av bunn- og strandlinjen. I dette tilfellet tilsvarende retning nordlig og østlig innover mot Gulaskjeret/Medavågen, men samtidig blir det grunnere inn mot Medavågen, noe som vil begrense partikkelflyt i denne retningen. Partikkelflyten vil også begrenses av sedimentering der vannhastigheten avtar, slik at partikler som kommer inn i området ved Medavågen kan bli liggende i bakevjer med lite strøm eller bølgepåvirkning. Det er derfor ikke gitt at partikler som transporteres over terskelen til Gulaskjeret vil nå inn til Medavågen.

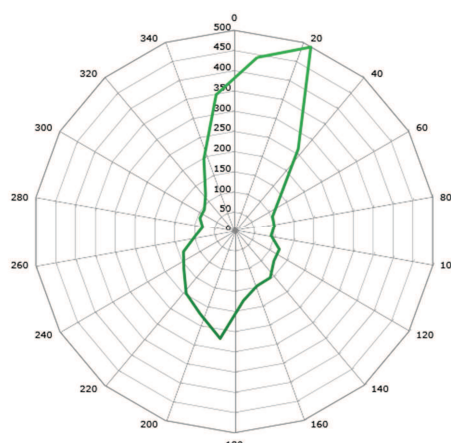
Utfyllende fremstilling av strømdata iht. NS9425 er vist i vedlegg 7.2.

Tabell 3.4 Strømstatistikk for målepunkt Kolle1 2014 i perioden 17- juni kl. 12:00 til 16. juli kl. 10:00.

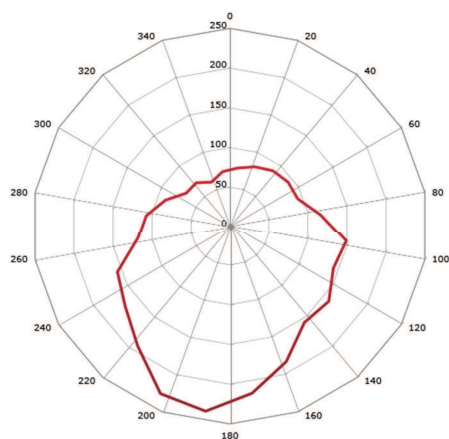
| Egenskap | 5 m | 14 m | 20m |
|---|--|---|---|
| Gjennomsnittlig strømhastighet [m/s] | 0,04 | 0,05 | 0,04 |
| Max strømhastighet [m/s] | 0,18 | 0,30 | 0,13 |
| Min strømhastighet [m/s] | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Standardavvik [m/s] | 0,02 | 0,04 | 0,02 |
| Signifikant max strømhastighet [m/s] | 0,07 | 0,09 | 0,06 |
| Signifikant min strømhastighet [m/s] | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Dominerende strømretninger (grader, retning) | 195°, S/SV | 30°, N/NØ | 195°, S/ SV |
| | 210°, S/SV | 15°, N/NØ | 210°, S/ SV |
| | 180°, S | 360°, N | 180°, S |
| | 225°, SV | 195°, S/SV | 165°, S/ SØ |
| Dominerende strømhastigheter [m/s] | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| | 0,20 | 0,20 | 0,40 |
| Maksimal vannmengde (volum) | 332,65m ³ / m ² /dag ved | 496,23m ³ /m ² /dag ved | 236,02m ³ /m ² /dag ved |
| Grader | 180-195° | 15-30° | 180-195° |
| retning | (S-SV) | (NØ) | (S-SV) |
| Minimum vannmengde (volum) | 67,65m ³ /m ² /dag ved | 78,58m ³ /m ² /dag ved | 61,13m ³ /m ² /dag ved |
| Grader | 285-300° | 270-285° | 330-345° |
| retning | (V, NV) | (V-NV) | (NV) |



5m

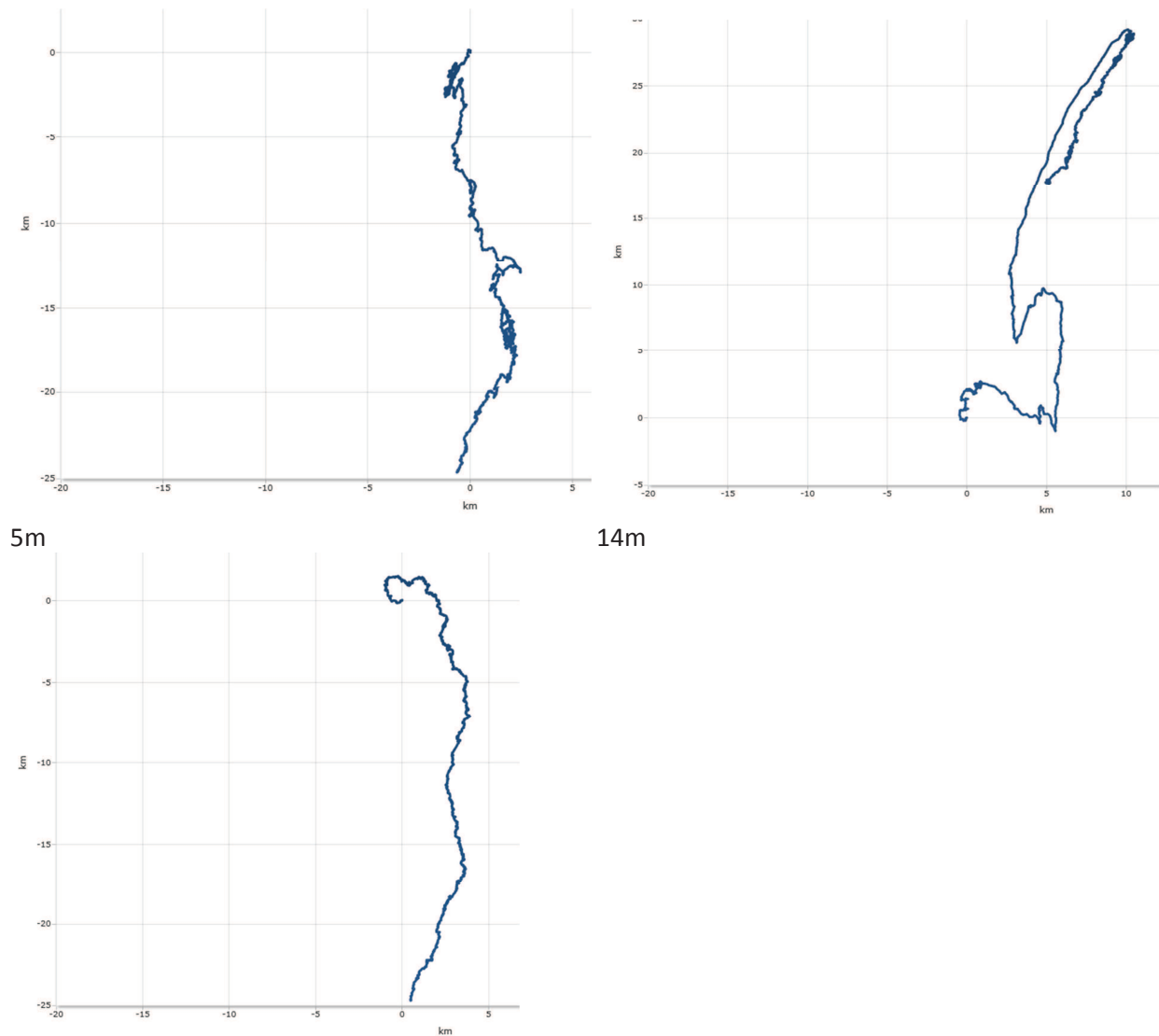


14m

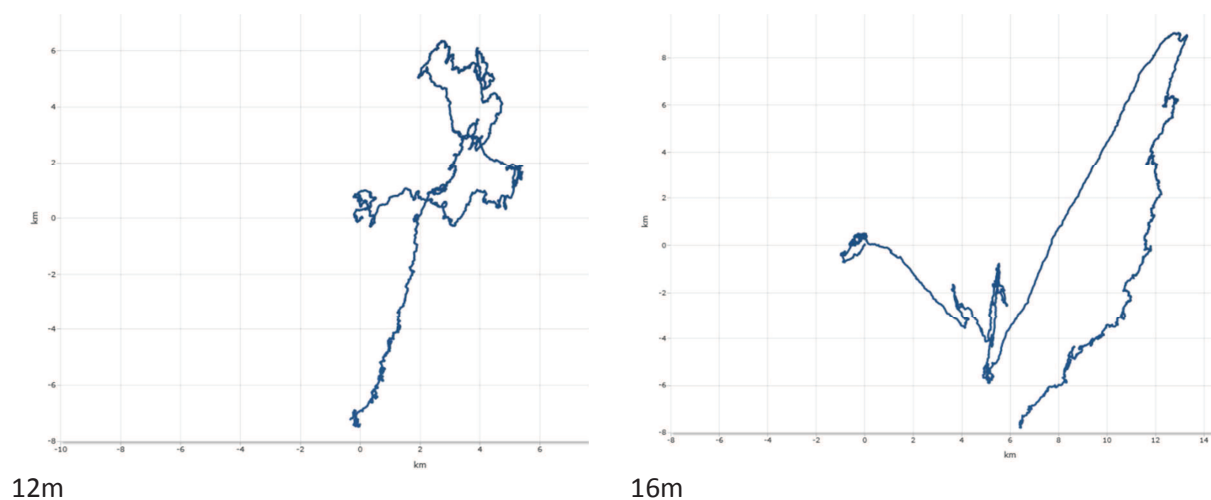


20m

Figur 3.3: Vannstrøm mengde (m³/m²/dag) og retning (grader) ved målepunktet Kolle 1 per dag ved 5, 14 og 20 meters dyp.



20m
Figur 3.4. Modellert partikkeltransport fra målepunktet (koordinater 0,0) ved 5m, 14m og 20 m dyp viser at partikkeltransporten i overflaten og på bunn går i sør - sørvestlig retning, mens den i mellomsjiktet kan forventes å gå i dominerende retning nord - nordøst (figur: SeaReport).



12m 16m
Figur 3.5 Modellert partikkeltransport fra målepunktet (koordinater 0,0) ved noen utvalgte dyp i mellomsjiktet (12 og 16m) viser at partikkeltransporten i mellomsjiktet kan forventes å gå i dominerende nord – nordøstlig retning, med retur i sør-sørvestlig retning.

4. Diskusjon

4.1. Metaller

Analyser av DGT og blåskjell indikerer at det er samsvar mellom konklusjonen om lave konsentrasjoner i DGT og blåskjell, men konsentrasjonene i blåskjell og DGT er ikke innbyrdes sammenliknbare. Det er ulike metaller som dominerer i DGT og i blåskjell. Sammenlikningen er basert på kun analyse av blåskjell på ett tidspunkt av året, og gir ikke tilstrekkelig grunnlag til å konkludere med hensyn til generelle sammenhenger mellom konsentrasjoner i blåskjell og DGT, men vil bidra til mer kunnskap om mulige sammenhenger. Avstanden mellom de passive prøvetakerne og blåskjellstasjonen gjør at man ikke kan forvente direkte samsvar mellom konsentrasjonene, og det vill vært hensiktsmessig å analysere blåskjell fra en nærmere lokalitet, eller å sette DGT i overflaten ved en blåskjellstasjon for å muliggjøre en mer direkte sammenlikning. I tillegg vil variasjon følge av biologisk regulering av opptak av metaller, som vil forekomme i blåskjell, men ikke i DGT. Gjentatte analyser av innholdet av tungmetaller i biota og DGT fra ulike undersøkelser vil være nødvendig for å utarbeide pålitelige tilstandsklasser for metall i vann basert på passive prøvetakere i stedet for blåskjell. Dersom DGT skal kunne erstatte biota som indikator på miljøgiftbelastningen i et område, bør også DGT for alle metallene være validert. Dette gjelder i dag spesielt arsen og kvikksølv, der det fortsatt er metodiske utfordringer ved kvantifisering. Også krom kan være av interesse for vurderinger av miljøtilstand, men de ulike metallionene som dannes av krom (Cr^{+III} og Cr^{+VI}), har ulik vannløselighet. Det lite giftige Cr^{+III} lar seg bestemme med DGT, men har ikke samme betydning for toksisiteten som det kreftfremkallende Cr^{+VI} . Ved rapportering av krom etter DGT-analyser må man derfor være oppmerksom på at dette kun representerer Cr^{+III} og kan derfor være misvisende for toksisk belastning.

4.2. PAH og PCB

På grunn av lave konsentrasjoner av PCB i vannfasen, og målbare verdier av PCB i blankprøven som hadde vært om bord i toktfartøyet, er det ikke mulig å fastslå om det er samsvar mellom blåskjell og vann med hensyn til PCB konsentrasjoner. PCB er lite vannløselig, og det forventes derfor ikke mye PCB i vannfasen. Som for de andre miljøgiftene ville det her vært hensiktsmessig å analysere blåskjell fra en stasjon nærmere de passive prøvetakerne

PCB konsentrasjonene i blåskjell er omtrent halvert etter tildekkingen av deponiet. En trend til økning mellom 2007 og 2010 kan se ut til å ha snudd, selv om nivåene i 2014 er noe høyere enn i 2013. I 2014 ble det oppdaget at tildekkingen i østre del av tiltaksområdet hadde sklidd ut og avdekket deler av deponiet på nytt ([NGI 2014](#)). Dette kan ha medført nye utslipp av PCB fra deponiet, og økende innhold av PCB og PAH observeres fra 2007 ([Hatlen et al. 2014](#)). Videre overvåkning vil

kunne belyse om økningen vil vedvare, eller om stigningen er forbigående og begrenset.

For PAH samsvarer blåskjell og passive prøvetakere dårlig med hensyn til tilstandsklasser, og det er ingen klar sammenheng mellom konsentrasjon i blåskjell og i SPMD. Her er det viktig å være oppmerksom på at tilstandsklasser i vann ikke er utarbeidet med tanke på prøvetakning med SPMD. Som forventet ser det ut til at blåskjellene akkumulerer mindre av de små og flyktige PAH forbindelsene (fenantren og antracen), i forhold til SPMD, som har passiv absorpsjon. De kreftfremkallende og store PAH forbindelsene (K-PAH, Tabell 3.3) er relativt sett mer forekommende i blåskjell, noe som kan skyldes liten metabolisme eller utskillelse av disse forbindelsene og lang tids eksponering av den naturlige blåskjellforekomsten. Blåskjellene er i tilstandsklasse I for sum PAH, mens i følge SPMD – analysene er de fleste kvantifiserte PAH i vann i tilstandsklasse II. (grenseverdiene for tilstandsklassene er ulike for vann og blåskjell). I likhet med diskusjonen for metall og PCB vil avstand mellom blåskjell og passive prøvetakere spille en rolle for sammenlikningen av PAH i blåskjell og vann. SPMD ble montert 3 meter over bunn ved Kolle 1 der sedimentet har de høyeste PAH konsentrasjonene i Kollevågen (Hatlen et al. 2014, NGI 2014), slik at høye konsentrasjoner ikke er uventet. Likevel er innholdet av PAH i vannfasen relativt lavt, noe som skyldes den lave vannløseligheten og partikkelaffiniteten til PAH-forbindelser. Dette indikerer at PAH ved stasjonen er bundet til sedimentet.

Resultatene fra undersøkelsen av PAH i vannfasen tilsvarer rapporterte forhold i vannfasen i 2014 ved Kolle 1, målt ved Polyoksymethylen (POM) (NGI 2014). Konsentrasjonene av PAH i vannfasen målt ved bruk av SPMD og ved bruk av POM i 2014 er for enkelte forbindelser ti ganger høyere i POM enn i SPMD, og for andre forbindelser dobbelt så høy i SPMD som i POM (data ikke vist). Selv om PAH-forbindelsene stort sett havner i samme tilstandsklasse med de to ulike metodene (med noen unntak) betyr dette mest sannsynlig at resultatene kan påvirkes av både metoden som benyttes så vel som variasjoner i konsentrasjoner mellom prøvetakingstidspunktene. SPMD inneholder flere interne referansestoffer (PCR) som muliggjør kvantifisering av flere forbindelser med ulike kjemiske egenskaper i samme prøvetaker.

4.3. Strøm

Undersøkelsen viser at i denne perioden (juni -juli 2014) er det lav gjennomsnittlig strømhastighet i alle vanddyp ved Kolle 1-PSD. Perioden var dominert av pent vær med lite vind. Strømhastighetene representerer denne perioden, og vil ikke være representative for høst- og vinterforhold.

Ingen måledata ble ekskludert ved kvalitetssikring på grunn av forstyrrelser eller lavt signal. En gjentagende hendelse med høyere strømhastigheter viste seg ved ca. 18-20 meters dyp, som oftest i perioden midt mellom høyvann og lavvann, da man kan forvente maksimal vannhastighet ved ut- og

innstrømming. Dette ble etter nærmere undersøkelser tolket som korrekte målinger som kan ha kommet av tidevannsstrømmer over terskelen fra tiltaksområdet, som ga høyere strømhastighet i korte perioder. Den forbigående høyere hastigheten er maksimalt 0,25 m/s, og ga dermed ikke ekstreme utslag for tolkningen av resultatene.

Strømmålingen viser at det er sannsynlig med transport av vannmasser og partikler nordover og østover, inn i Medavågen, særlig fra det midtre vannlaget (12-16 m). Dette støttes av funn av høye konsentrasjoner av PCB og PAH i sediment fra stasjon Kolle 14 (NGI 2014), som ligger nordøst for Kolle 1-PSD, i retning Medavågen. Transport inn mot Medavågen kan eventuelt utredes med sedimentprøver.

Vanntransporten kan variere i mengde og retning ettersom årstidsvariasjoner i bl.a. nedbør og værforhold påvirker overflatestrømmer og tidevann. Kartlegging av spredning ved maksimal strømhastighet vil kunne gi et utvidet bilde av forholdene

5. Konklusjon

Konsentrasjonene av metaller i blåskjell ved KOL A som ligger inne i tiltaksområdet er lave, med unntak av kadmium, som har en moderat forhøyet konsentrasjon.

Metallkonsentrasjoner i vannfasen, målt ved DGT like over bunn utenfor tiltaksområdet er lave, og under forventet effektkonsentrasjon. Dette er i samsvar med verdiene i blåskjell lengre inne. De passive prøvetakerne samsvarer likevel ikke direkte med konsentrasjonene i blåskjell, med hensyn til hvilke metaller som er de mest dominerende. Plassering av prøvetakerne, varighet for eksponering og ulikheter i opptak (og utskillelse) kan være av betydning for sammenlikning av passive prøvetakere med blåskjell.

Konsentrasjon av PAH i blåskjell er lav (tilstandsklasse I) for SUM PAH16.

For PAH i vannfasen viser SPMD lite samsvar med blåskjellene, annet enn at utregnede konsentrasjoner i vann også er i tilstandsklasse I og II. De passive prøvetakerne var plassert like over sedimentet med tradisjonelt høyest verdier av PAH i Kollevågen, mens blåskjellene er tatt fra KOL A inne i tiltaksområdet.

Konsentrasjonen av PCB i blåskjell ved KOL A er noe høyere enn i 2013, men lavere enn i 2010. Konsentrasjonene faller i tilstandsklasse II (god). Konsentrasjonen av PCB i vannfasen er svært lav, og lar seg ikke fastslå med nøyaktighet, da innholdet er under LOQ for de fleste forbindelsene.

Strømmålingene fra juni og juli 2014 viser generelt lite strøm i perioden, noe som kan skyldes pent vær og lite vind. Strømretningen i øvre vannlag og ved bunn er i samme retning (dominerende retning mot sørvest) mens i midtre del av vannsøylen (12-16 m) er strømretningen dominerende nordøst. Det er sannsynlig at partikkeltransport fra KOLLE 1-PSD mot Medavågen kan forekomme, særlig ved større strømhastigheter og ved dårlig vær.

Takk

Takk til kaptein Leon Solvik og hjelpemann Håvard Tørnblom ved M/S Solvik for god assistanse under arbeidet.

Takk til Askøy Kommune for utlån av ortofoto fra 1965 til forsidebilde.

6. Litteratur

- <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-12-15-1446>
- Agreement, O. (2014-05). Establishment of a list of Predicted No Effect Concentrations (PNECs) for naturally occurring substances in produced water OSPAR.
- Botnen HB., Tvedten ØF., Grahl-Nielsen O., Johannessen PJ. 1995. Marinbiologiske miljøundersøkelser ved Hanøytangen, Askøy kommune. IFM rapport nr. 6, 1995. 112s.
- Hatlen, K., Haave, M. og Dahlgren T. (2014). "Marinbiologiske undersøkelser i Kollevågen i 2006-2016- Observasjoner i 2013." Uni Research Miljø SAM e-Rapport nr. 13.
- Hatlen K., Johansen PO., Johannessen P. Marinbiologiske undersøkelser i Kollevågen i 2006-2016. Observasjoner i 2010. SAM e-Rapport nr. 16-2010.
- Hatlen K, Johannessen P. 2012. Marinbiologiske undersøkelser i Kollevågen i 2006-2016. Observasjoner i 2011. SAM e-Rapport nr. 2-2012.
- Huckins, JN., Petty JD., Lebo JA., Almeida FV., Booij K., Alvarez DA., Clark RC. og Mogensen BB. (2002). "Development of the permeability/performance reference compound approach for in situ calibration of semipermeable membrane devices." Environmental Science & Technology 36(1): 85-91.
- Instanes D, Solhaug KP. 1997. Miljøtekniske undersøkelser i Kollevågen. Endelig rapport med tiltaksvurdering. Instanesrapport nr 3/97. 55 s.
- Johannessen P, Stensvold AM. 1985. Resipientundersøkelser i Askøy kommune. IMB-rapport nr 18, 1985. 40 s.
- Johansen PO, Vassenden G., Botnen H., Johannessen P. 2004. Marinbiologiske miljøundersøkelse ved Norscrap West AS på Hanøytangen, Askøy kommune i 2004. IFM-rapport nr 4, 2004. 47 s.
- Kvalø S., Torvanger R., Hatlen K. 2013. Marinbiologiske undersøkelser i Kollevågen i 2006-2016. SAM e-Rapport nr. 10-2013.
- Multiconsult (2005). "Tiltak mot spredning av miljøgifter- Sluttrapport." Rapp. nr. 610306-6.
- NGI (2014). "Utarbeiding av tiltaksplan for Kollevågen nedlagte avfallsdeponi - Sluttrapport." Rapport 20130795-01-R.
- Zhang, H. and W. Davison (1995). "Performance Characteristics of Diffusion Gradients in Thin Films for the in Situ Measurement of Trace Metals in Aqueous Solution." Analytical Chemistry 67(19): 3391-3400.
- Vassenden G., Johannessen P. 2005. Undersøkelse av PCB i marint miljø i forbindelse med tildekkingen av sjøbunn i området ved Kollevågen, Askøy kommune. VestBio nr.5,2005, 53 s.
- Vassenden G., Heggøy E., Johannessen P. 2006. Marinbiologisk undersøkelse i Kollevågen i 2006-2016. Observasjoner i 2006. Unifob rapport 18.januar 2007. 51 s.
- Vassenden G., Johannessen P. 2007. Analyse av persistente organiske miljøgifter (POP) i blåskjell fra Kollevågen i 2007. J.nr.SAM-186/07-GV. Bergen 24.09 2007.
- Vassenden G., Johansen PO. 2008. Marinbiologisk undersøkelse i Kollevågen i 2006-2016. Observasjoner i 2007. SAM-Unifob rapport 13-2007. 40 s.
- Observasjoner i 2012.
- Vassenden G., Johannessen P. 2009. Marinbiologisk undersøkelse i Kollevågen i 2006-2016. Observasjoner i 2008. SAM-e-Rapport 1-2009. 74 s.
- Vassenden G. 2009. Marinbiologisk undersøkelse i Kollevågen i 2006-2016. Observasjoner i 2009. SAM-e-Rapport 16-2009. 32 s.

7. Vedlegg

7.1. Analysebevis

Blåskjell - KOL A

DGT- Kolle 1 PSD

SPMD- Kolle 1 PSD

Uni Research AS
 HiB, Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)
 5006 BERGEN
Attn: Uni Miljø
AR-14-MX-002624-01

EUNOBE-00011416


 Prøvemottak: 12.08.2014
 Temperatur:
 Analyseperiode: 12.08.2014-27.08.2014
 Referanse: 808579/88/14

ANALYSERAPPORT

| Prøvenr.: Prøvetakingsdato: Prøvetaker: Analysestartdato: Prøvetype: Prøvemerkning: | | 441-2014-0812-070 11.08.2014 Oppdragsgiver 12.08.2014 Annet biologisk mate KOLA Biota / skjell | | | | | |
|--|-----------|---|--------------|----------|-------------|-------------------|-------|
| Test | Parameter | Resultat: | MU | Resultat | MU Resultat | MU Metode | LOQ |
| Arsen (As) | | a) 17 | mg/kg TS 30% | | | NS EN ISO 17294-2 | 0.05 |
| Bly (Pb) | | a) 10 | mg/kg TS 25% | | | NS EN ISO 17294-2 | 0.03 |
| Kadmium (Cd) | | a) 0.90 | mg/kg TS 25% | | | NS EN ISO 17294-2 | 0.001 |
| Kobber (Cu) | | a) 7.6 | mg/kg TS 25% | | | NS EN ISO 17294-2 | 0.02 |
| Krom (Cr) | | a) 1.1 | mg/kg TS 30% | | | NS EN ISO 17294-2 | 0.03 |
| Kvikksølv (Hg) | | a) 0.189 | mg/kg TS 25% | | | NS-EN ISO 12846 | 0.005 |
| Nikkel (Ni) | | a) 0.75 | mg/kg TS 25% | | | NS EN ISO 17294-2 | 0.04 |
| Sink (Zn) | | a) 110 | mg/kg TS 25% | | | NS EN ISO 17294-2 | 0.5 |
| Total tørrstoff | | a) 13 | % 12% | | | NS 4764 | 0.02 |

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) NS/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003, Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss), Møllebakken 50, NO-1538, Moss

Bergen 27.08.2014


Kristine Fiane Johnson

Laboratorieingeniør

Tegnforklaring:

* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kv

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



eurofins



**Eurofins Environment Testing Norway
AS (Bergen)**

F. reg. 965 141 618 MVA

Box 75

NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42

Fax:

Uni Research AS

HiB, Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)

5006 BERGEN

Attn: Uni Miljø

AR-14-MX-004251-01



EUNOBE-00012905

Prøvemottak: 09.12.2014

Temperatur:

Analyseperiode: 09.12.2014-29.12.2014

Referanse: 808579 / ref: 109/14

ANALYSERAPPORT

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Lmindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



| | | | |
|----------------|--|-------------------|---------------|
| Prøvenr.: | 441-2014-1209-056 | Prøvetakingsdato: | 14.04.2014 |
| Prøvetype: | Annet biologisk materiale Blåskjell | Prøvetaker: | Oppdragsgiver |
| Prøvemerkning: | KOL A (blandprøve blåskjell), 0 m Parallell 1 | Analysestartdato: | 09.12.2014 |

| Analyse | Resultat: | Enhet: | MU | Metode: | LOQ: |
|--------------------------|-----------|----------|-----|-------------------|-------|
| a) Arsen (As) | 19 | mg/kg TS | 30% | NS EN ISO 17294-2 | 0.05 |
| a) Bly (Pb) | 18 | mg/kg TS | 25% | NS EN ISO 17294-2 | 0.03 |
| a) Fettinnhold | 0.7 | % | 20% | AM374.20 | 0.1 |
| a) Kadmium (Cd) | 1.5 | mg/kg TS | 25% | NS EN ISO 17294-2 | 0.001 |
| a) Kobber (Cu) | 9.9 | mg/kg TS | 25% | NS EN ISO 17294-2 | 0.02 |
| a) Krom (Cr) | 2.4 | mg/kg TS | 30% | NS EN ISO 17294-2 | 0.03 |
| a) Kvikksølv (Hg) | 0.219 | mg/kg TS | 25% | NS-EN ISO 12846 | 0.005 |
| a) Nikkel (Ni) | 1.4 | mg/kg TS | 25% | NS EN ISO 17294-2 | 0.04 |
| a) PAH 16 EPA | | | | | |
| a) Naftalen | 4.9 | µg/kg | 70% | AM374.21 | 0.5 |
| a) Acenaftylene | <0.5 | µg/kg | | AM374.21 | 0.5 |
| a) Acenaften | <0.5 | µg/kg | | AM374.21 | 0.5 |
| a) Fluoren | <0.5 | µg/kg | | AM374.21 | 0.5 |
| a) Fenantren | 2.8 | µg/kg | 40% | AM374.21 | 0.5 |
| a) Antracene | 0.55 | µg/kg | 50% | AM374.21 | 0.5 |
| a) Fluoranten | 5.2 | µg/kg | 40% | AM374.21 | 0.5 |
| a) Pyren | 3.7 | µg/kg | 50% | AM374.21 | 0.5 |
| a) Benzo[a]antracene | 1.9 | µg/kg | 50% | AM374.21 | 0.5 |
| a) Krysen/Trifenylene | 3.3 | µg/kg | 40% | AM374.21 | 0.5 |
| a) Benzo[b/j]fluoranten | 3.0 | µg/kg | 50% | AM374.21 | 0.5 |
| a) Benzo[k]fluoranten | 2.7 | µg/kg | 50% | AM374.21 | 0.5 |
| a) Benzo[a]pyren | 1.6 | µg/kg | 50% | AM374.21 | 0.5 |
| a) Indeno[1,2,3-cd]pyren | 1.4 | µg/kg | 50% | AM374.21 | 0.5 |
| a) Dibenzo[a,h]antracene | <0.5 | µg/kg | | AM374.21 | 0.5 |
| a) Benzo[ghi]perylene | 1.8 | µg/kg | 50% | AM374.21 | 0.5 |
| a) Sum PAH(16) EPA | 33 | µg/kg | 60% | AM374.21 | |
| a) PCB 7 | | | | | |
| a) PCB 28 | 0.29 | µg/kg | 50% | AM374.23 | 0.05 |
| a) PCB 52 | 0.33 | µg/kg | 50% | AM374.23 | 0.05 |

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



| | | | |
|--------------------|--------------|-----------------------|------|
| a) PCB 101 | 0.87 µg/kg | 40% AM374.23 | 0.05 |
| a) PCB 118 | 0.50 µg/kg | 50% AM374.23 | 0.05 |
| a) PCB 153 | 3.1 µg/kg | 40% AM374.23 | 0.05 |
| a) PCB 138 | 1.8 µg/kg | 40% AM374.23 | 0.05 |
| a) PCB 180 | 0.19 µg/kg | 50% AM374.23 | 0.05 |
| a) Sum 7 PCB | 7.0 µg/kg | 40% AM374.23 | |
| a) Sink (Zn) | 160 mg/kg TS | 25% NS EN ISO 17294-2 | 0.5 |
| a) Total tørrstoff | 9.3 % | 12% NS 4764 | 0.02 |

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



| | | | |
|----------------|--|-------------------|---------------|
| Prøvenr.: | 441-2014-1209-057 | Prøvetakingsdato: | 14.04.2014 |
| Prøvetype: | Annet biologisk materiale Blåskjell | Prøvetaker: | Oppdragsgiver |
| Prøvemerkning: | KOL A (blandprøve blåskjell), 0 m Parallell 2 | Analysestartdato: | 09.12.2014 |

| Analyse | Resultat: | Enhet: | MU | Metode: | LOQ: |
|--------------------------|-----------|----------|-----|-------------------|-------|
| a) Arsen (As) | 16 | mg/kg TS | 30% | NS EN ISO 17294-2 | 0.05 |
| a) Bly (Pb) | 11 | mg/kg TS | 25% | NS EN ISO 17294-2 | 0.03 |
| a) Fettinnhold | 0.8 | % | 20% | AM374.20 | 0.1 |
| a) Kadmium (Cd) | 10 | mg/kg TS | 25% | NS EN ISO 17294-2 | 0.001 |
| a) Kobber (Cu) | 6.6 | mg/kg TS | 25% | NS EN ISO 17294-2 | 0.02 |
| a) Krom (Cr) | 1.4 | mg/kg TS | 30% | NS EN ISO 17294-2 | 0.03 |
| a) Kvikksølv (Hg) | 0.138 | mg/kg TS | 25% | NS-EN ISO 12846 | 0.005 |
| a) Nikkel (Ni) | 1.0 | mg/kg TS | 25% | NS EN ISO 17294-2 | 0.04 |
| a) PAH 16 EPA | | | | | |
| a) Naftalen | 5.6 | µg/kg | 70% | AM374.21 | 0.5 |
| a) Acenaftylen | <0.5 | µg/kg | | AM374.21 | 0.5 |
| a) Acenaften | <0.5 | µg/kg | | AM374.21 | 0.5 |
| a) Fluoren | <0.5 | µg/kg | | AM374.21 | 0.5 |
| a) Fenantren | 1.9 | µg/kg | 40% | AM374.21 | 0.5 |
| a) Antracen | <0.5 | µg/kg | | AM374.21 | 0.5 |
| a) Fluoranten | 4.7 | µg/kg | 50% | AM374.21 | 0.5 |
| a) Pyren | 3.6 | µg/kg | 50% | AM374.21 | 0.5 |
| a) Benzo[a]antracen | 1.8 | µg/kg | 50% | AM374.21 | 0.5 |
| a) Krysen/Trifenylen | 2.9 | µg/kg | 40% | AM374.21 | 0.5 |
| a) Benzo[b/j]fluoranten | 3.2 | µg/kg | 50% | AM374.21 | 0.5 |
| a) Benzo[k]fluoranten | 2.6 | µg/kg | 50% | AM374.21 | 0.5 |
| a) Benzo[a]pyren | 1.9 | µg/kg | 50% | AM374.21 | 0.5 |
| a) Indeno[1,2,3-cd]pyren | 2.1 | µg/kg | 50% | AM374.21 | 0.5 |
| a) Dibenzo[a,h]antracen | <0.5 | µg/kg | | AM374.21 | 0.5 |
| a) Benzo[ghi]perylen | 2.2 | µg/kg | 50% | AM374.21 | 0.5 |
| a) Sum PAH(16) EPA | 33 | µg/kg | 60% | AM374.21 | |
| a) PCB 7 | | | | | |
| a) PCB 28 | 0.32 | µg/kg | 50% | AM374.23 | 0.05 |
| a) PCB 52 | 0.34 | µg/kg | 50% | AM374.23 | 0.05 |

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



| | | | |
|--------------------|--------------|-----------------------|------|
| a) PCB 101 | 0.95 µg/kg | 40% AM374.23 | 0.05 |
| a) PCB 118 | 0.53 µg/kg | 40% AM374.23 | 0.05 |
| a) PCB 153 | 3.3 µg/kg | 40% AM374.23 | 0.05 |
| a) PCB 138 | 1.9 µg/kg | 40% AM374.23 | 0.05 |
| a) PCB 180 | 0.22 µg/kg | 50% AM374.23 | 0.05 |
| a) Sum 7 PCB | 7.6 µg/kg | 40% AM374.23 | |
| a) Sink (Zn) | 100 mg/kg TS | 25% NS EN ISO 17294-2 | 0.5 |
| a) Total tørrstoff | 9.6 % | 12% NS 4764 | 0.02 |

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



| | | | |
|----------------|--|-------------------|---------------|
| Prøvenr.: | 441-2014-1209-058 | Prøvetakingsdato: | 14.04.2014 |
| Prøvetype: | Annet biologisk materiale Blåskjell | Prøvetaker: | Oppdragsgiver |
| Prøvemerkning: | KOL A (blandprøve blåskjell), 0 m Parallell 3 | Analysestartdato: | 09.12.2014 |

| Analyse | Resultat: | Enhet: | MU | Metode: | LOQ: |
|--------------------------|-----------|--------|-----|----------|------|
| a) Fettinnhold | 0.7 | % | 20% | AM374.20 | 0.1 |
| a) PAH 16 EPA | | | | | |
| a) Naftalen | 3.9 | µg/kg | 70% | AM374.21 | 0.5 |
| a) Acenaftylen | <0.5 | µg/kg | | AM374.21 | 0.5 |
| a) Acenaften | <0.5 | µg/kg | | AM374.21 | 0.5 |
| a) Fluoren | <0.5 | µg/kg | | AM374.21 | 0.5 |
| a) Fenantren | 2.1 | µg/kg | 40% | AM374.21 | 0.5 |
| a) Antracen | 0.52 | µg/kg | 50% | AM374.21 | 0.5 |
| a) Fluoranten | 4.8 | µg/kg | 50% | AM374.21 | 0.5 |
| a) Pyren | 3.5 | µg/kg | 50% | AM374.21 | 0.5 |
| a) Benzo[a]antracen | 1.6 | µg/kg | 50% | AM374.21 | 0.5 |
| a) Krysen/Trifenylen | 2.7 | µg/kg | 40% | AM374.21 | 0.5 |
| a) Benzo[b/j]fluoranten | 2.5 | µg/kg | 50% | AM374.21 | 0.5 |
| a) Benzo[k]fluoranten | 2.1 | µg/kg | 50% | AM374.21 | 0.5 |
| a) Benzo[a]pyren | 1.1 | µg/kg | 50% | AM374.21 | 0.5 |
| a) Indeno[1,2,3-cd]pyren | 1.2 | µg/kg | 50% | AM374.21 | 0.5 |
| a) Dibenzo[a,h]antracen | <0.5 | µg/kg | | AM374.21 | 0.5 |
| a) Benzo[ghi]perylene | 1.5 | µg/kg | 50% | AM374.21 | 0.5 |
| a) Sum PAH(16) EPA | 28 | µg/kg | 60% | AM374.21 | |
| a) PCB 7 | | | | | |
| a) PCB 28 | 0.27 | µg/kg | 50% | AM374.23 | 0.05 |
| a) PCB 52 | 0.31 | µg/kg | 50% | AM374.23 | 0.05 |
| a) PCB 101 | 0.86 | µg/kg | 40% | AM374.23 | 0.05 |
| a) PCB 118 | 0.49 | µg/kg | 50% | AM374.23 | 0.05 |
| a) PCB 153 | 3.1 | µg/kg | 40% | AM374.23 | 0.05 |
| a) PCB 138 | 1.7 | µg/kg | 40% | AM374.23 | 0.05 |
| a) PCB 180 | 0.20 | µg/kg | 50% | AM374.23 | 0.05 |
| a) Sum 7 PCB | 6.9 | µg/kg | 40% | AM374.23 | |

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

a) NS/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003, Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss), Møllebakken 50, NO-1538, Moss

Bergen 29.12.2014-----
Kristine Fiane Johnsson

Laboratorieingeniør

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

ANALYSE RAPPORT

Norsk Institutt for Vannforskning
 Gaustadalléen 21
 0349 Oslo
 Tel: 22 18 51 00
 Fax: 22 18 52 00

Navn Uni Research Miljø

Deres referanse:
 SAM-Marin

Vår referanse:
 Rekv.nr. 2014-1795 v01
 O.nr. O 12261 09

Dato
 07.10.2014

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av oppdragsgiver, og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater (analyseusikkerhet kan fås ved henvendelse til laboratoriet):

| Prøvenr | Prøve merket | Prøvetakings-dato | Mottatt NIVA | Analyseperiode |
|---------|-----------------|-------------------|--------------|-----------------------|
| 1 | Kolle 1 S #1 | | 2014.08.18 | 2014.08.22-2014.10.03 |
| 2 | Kolle 1 S #2 | | 2014.08.18 | 2014.08.22-2014.10.03 |
| 3 | Kolle 1 S #3 | | 2014.08.18 | 2014.08.22-2014.10.03 |
| 4 | Kolle 1 S Blank | | 2014.08.18 | 2014.08.22-2014.10.03 |

| Analysevariabel | Enhet | Prøvenr Metode | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------------|---------|----------------|---------|--------|--------|--------|
| | | | Kadmium | µg/l | E 8-3 | 0,0099 |
| Kobber | µg/l | E 8-3 | 0,077 | 0,078 | 0,065 | 0,032 |
| Nikkel | µg/l | E 8-3 | 0,43 | 0,32 | 0,28 | 0,28 |
| Bly | µg/l | E 8-3 | 0,0040 | 0,0048 | 0,0045 | 0,0018 |
| DGT4 | | | □ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Intern* | | | | | | |
| PCB-28 | ng/SPMD | H 3-2* | <1 | <1 | <1 | <1 |
| PCB-52 | ng/SPMD | H 3-2* | 1,1 | 1,0 | <1 | <1 |
| PCB-101 | ng/SPMD | H 3-2* | <1 | <1 | <1 | <1 |
| PCB-118 | ng/SPMD | H 3-2* | <1 | <1 | <1 | <1 |
| PCB-153 | ng/SPMD | H 3-2* | <1 | <1 | <1 | <1 |
| PCB-138 | ng/SPMD | H 3-2* | <1 | <1 | <1 | <1 |
| PCB-180 | ng/SPMD | H 3-2* | <1 | <1 | <1 | <1 |
| Naftalen | ng/SPMD | H 2-2* | 24 | 20 | 42 | 2400 |
| Acenaftylene | ng/SPMD | H 2-2* | <5 | <5 | <5 | <5 |
| Acenaften | ng/SPMD | H 2-2* | <5 | <5 | <5 | <5 |
| Fluoren | ng/SPMD | H 2-2* | 12 | 10 | 12 | 6,0 |
| Dibenzotiofen | ng/SPMD | H 2-2* | <5 | <5 | <5 | <5 |
| Fenantren | ng/SPMD | H 2-2* | 45 | 26 | 43 | 20 |
| Antracen | ng/SPMD | H 2-2* | 49 | <5 | <5 | <5 |
| Fluoranten | ng/SPMD | H 2-2* | 21 | 21 | 21 | 5,3 |
| Pyren | ng/SPMD | H 2-2* | 17 | 16 | 16 | 5,3 |
| Benz(a)antracen | ng/SPMD | H 2-2* | <5 | <5 | <5 | <5 |
| Chrysen | ng/SPMD | H 2-2* | <5 | 5,1 | <5 | <5 |
| Benzo(b+j)fluoranten | ng/SPMD | H 2-2* | 5,6 | 5,6 | <5 | <5 |
| Benzo(k)fluoranten | ng/SPMD | H 2-2* | <5 | <5 | <5 | <5 |
| Benzo(e)pyren | ng/SPMD | H 2-2* | <5 | <5 | <5 | <5 |
| Benzo(a)pyren | ng/SPMD | H 2-2* | <5 | <5 | <5 | <5 |
| Perylen | ng/SPMD | H 2-2* | <5 | <5 | <5 | <5 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | ng/SPMD | H 2-2* | <5 | <5 | <5 | <5 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | ng/SPMD | H 2-2* | <5 | <5 | <5 | <5 |

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2014-1795 v01

(fortsettelse av tabellen):

| Prøvenr | Prøve merket | Prøvetakings- dato | Mottatt NIVA | Analyseperiode |
|---------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | Kolle 1 S #1 | | 2014.08.18 | 2014.08.22-2014.10.03 |
| 2 | Kolle 1 S #2 | | 2014.08.18 | 2014.08.22-2014.10.03 |
| 3 | Kolle 1 S #3 | | 2014.08.18 | 2014.08.22-2014.10.03 |
| 4 | Kolle 1 S Blank | | 2014.08.18 | 2014.08.22-2014.10.03 |

| Analysevariabel | Enhet | Prøvenr Metode | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------------|---------|-------------------|-------------------|---------|--------|---------|
| | | | Benzo(ghi)perylen | ng/SPMD | H 2-2* | <5 |
| Sum PAH | ng/SPMD | | <233,6 | <163,7 | <204 | <2506,6 |
| Beregnet | | | | | | |
| Sum PAH16 | ng/SPMD | | <218,6 | <148,7 | <189 | <2491,6 |
| Beregnet | | | | | | |
| Sum KPAH | ng/SPMD | | <59,6 | <55,7 | <77 | <2435 |
| Beregnet | | | | | | |
| Acenaften-D10 | ng/SPMD | H-2-2* | 303 | 270 | 315 | 745 |
| Fluoren d10 | ng/SPMD | H 2-2* | 336 | 305 | 357 | 642 |
| Fenantren D10 | ng/SPMD | H 2-2* | 518 | 479 | 529 | 630 |
| Chrysen D12 | ng/SPMD | H 2-2* | 642 | 650 | 654 | 705 |
| Benzo(e)pyren D12 | ng/SPMD | H 2-2* | 2490 | 2530 | 2530 | 2540 |
| Fluoranten-d10 | ng/SPMD | H 2-2* | <5 | <5 | <5 | <5 |

* : Metoden er ikke akkreditert.

Kine Bæk
Overingeniør

Norsk institutt for vannforskning

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2014-1795 v01

(fortsettelse av tabellen):

VEDLEGG

SUM PAH16 omfatter flg forbindelser: naftalen, acenaftylen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, pyren, benz(a)antracen, chrysen, benzo(b+j)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren, dibenz(a,c+a,h)antracen, benzo(ghi)perylene.

SUM KPAH er summen av benz(a)antracen, benzo(b+j+k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren, dibenz(a,c+a,h)antracen, chrysen og naftalen¹. Disse har potensielt kreftfremkallende egenskaper i mennesker i flg International Agency for Research on Cancer, IARC (1987, Chrysen og naftalen fra 2007). De tilhører IARC's kategorier 2A + 2B (sannsynlig + trolig carcinogene). Chrysen og naftalen ble inkludert i våre rapporter f.o.m. 18.09.2008.

SUM PAH er summen av alle PAH-forbindelser som inngår i denne rapporten.

¹ Bare a,h-isomeren har potensielt kreftfremkallende egenskaper

7.2. Strømmåleroppsett

```
=====
Deployment : SAM#02
Current time : 17.06.2014 08:27:57
Start at: 17.06.2014 12:00:00
Stop at:
Comment:
Kollevågen mellom St. Kolle 1 og Kolle 14
-----
```

```
Profile interval (s) : 600
Number of cells : 30
Cell size (m) : 2.00
Blanking distance (m) : 1.00
Measurement load (%) : 100
Average interval (s) : 60
Power level : HIGH
Wave data collection : DISABLED
Compass upd. rate (s) : 2
Coordinate System : ENU
Speed of sound (m/s) : MEASURED
Salinity (ppt) : 35
Analog input 1 : NONE
Analog input 2 : NONE
Analog input power out : DISABLED
File wrapping : OFF
TellTale : OFF
Acoustic modem : OFF
Serial output : OFF
Baud rate : 9600
-----
```

```
Assumed duration (days) : 30.0
Battery utilization (%) : 71.0
Battery level (V) : 11.8
Recorder size (MB) : 9
Recorder free space (MB) : 8.973
Memory required (MB) : 1.2
Vertical vel. prec (cm/s) : 0.9
Horizon. vel. prec (cm/s) : 2.7
-----
```

```
Instrument ID : AQD 9552
Head ID : AQP 5612
Firmware version : 3.38
-----
```

```
AquaPro Version 1.36.06
Copyright (C) Nortek AS
=====
```

7.3. Strømrapport (Sea-Report)

Kollevågen Juni-Juli 2014

Kolle 1

Content

| | |
|------------------------------------|----|
| Details..... | 39 |
| Instrument | 39 |
| Configuration | 39 |
| Quality..... | 39 |
| Post processing..... | 39 |
| Manually removed data | 40 |
| Statistics | 40 |
| Top [5,0m]..... | 40 |
| Middle [14,0m] | 40 |
| Bottom [20,0m] | 41 |
| Direction with return period | 42 |
| Top [5,0m]..... | 42 |
| Middle [14,0m] | 42 |
| Bottom [20,0m] | 42 |
| Time series..... | 43 |
| Top [5,0m]..... | 43 |
| Middle [14,0m] | 43 |
| Bottom [20,0m] | 44 |
| Mean speed - roseplot | 45 |
| Top [5,0m]..... | 45 |
| Middle [14,0m] | 45 |
| Bottom [20,0m] | 46 |
| Max speed - roseplot..... | 47 |
| Top [5,0m]..... | 47 |
| Middle [14,0m] | 47 |
| Bottom [20,0m] | 48 |
| Speed histogram..... | 49 |
| Top [5,0m]..... | 49 |
| Middle [14,0m] | 49 |
| Bottom [20,0m] | 50 |
| Direction histogram..... | 51 |
| Top [5,0m]..... | 51 |
| Middle [14,0m] | 51 |
| Bottom [20,0m] | 52 |
| Direction/Speed histogram | 53 |
| Top [5,0m]..... | 53 |
| Middle [14,0m] | 53 |
| Bottom [20,0m] | 54 |
| Flow | 55 |
| Top [5,0m]..... | 55 |
| Middle [14,0m] | 55 |
| Bottom [20,0m] | 56 |
| Progressive vector | 57 |
| Top [5,0m]..... | 57 |
| Middle [14,0m] | 57 |
| Bottom [20,0m] | 57 |
| Sensors | 58 |
| Pressure | 58 |
| Tilt | 58 |
| Temperature..... | 59 |

Details

Instrument

| | |
|-----------|----------|
| Head Id | AQP 5612 |
| Board Id | AQD 9552 |
| Frequency | 400000 |

Configuration

| | |
|----------------------------|-----------------------------|
| File | SAM#02_17.06-16.07.2014.prf |
| Start | 17.06.2014 12:00 |
| End | 29.07.2014 10:50 |
| Data Records | 6042 |
| Orientation | UP |
| Cells | 30 |
| Cell Size [m] | 2 |
| Blanking Distance [m] | 0,97 |
| Average Interval [sec] | 60 |
| Measurement Interval [sec] | 600 |

Quality

| | |
|--------------------------|----|
| Low Pressure Treshold | 0 |
| HighTilt Threshold | 30 |
| Expected Orientation | UP |
| Amplitude Spike Treshold | 70 |
| Velocity Spike Treshold | 5 |
| SNR Treshold | 3 |

Post processing

| | |
|---------------------|------------------|
| Selected Start | 17.06.2014 12:00 |
| Selected End | 16.07.2014 10:00 |
| Compass Offset | 0 |
| Pressure Offset | 0 |
| Selected Records | 4165 |
| Reference | Water Surface |
| Top Depth [m] | 5 |
| Top Invalid Data | 0 |
| Middle Depth [m] | 14 |
| Middle Invalid Data | 0 |
| Bottom Depth [m] | 20 |
| Bottom Invalid Data | 0 |

MANUALLY REMOVED DATA

| Start Time | End Time | Comment |
|------------|----------|---------|
|------------|----------|---------|

Statistics

Top [5,0m]

| | |
|---------------------------------|--|
| Mean current [m/s] | 0.04 |
| Max current [m/s] | 0.18 |
| Min current [m/s] | 0.00 |
| Measurements used/total [#] | 4165 / 4165 |
| Std.dev [m/s] | 0.02 |
| Significant max velocity [m/s] | 0.07 |
| Significant min velocity [m/s] | 0.02 |
| 10 year return current [m/s] | 0.293 |
| 50 year return current [m/s] | 0.328 |
| Most significant directions [°] | 195°, 210°, 180°, 225° |
| Most significant speeds [m/s] | 0.05, 0.10, 0.15, 0.20 |
| Most flow | 332.65m ³ / day at 180-195° |
| Least flow | 67.65m ³ / day at 285-300° |
| Neumann parameter | 0.23 |
| Residue current | 0.01 m/s at 181° |
| Zero current [%] - [HH:mm] | 5.38% - 00:20 |

Middle [14,0m]

| | |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| Mean current [m/s] | 0.05 |
| Max current [m/s] | 0.30 |
| Min current [m/s] | 0.00 |
| Measurements used/total [#] | 4165 / 4165 |
| Std.dev [m/s] | 0.04 |
| Significant max velocity [m/s] | 0.09 |
| Significant min velocity [m/s] | 0.02 |
| 10 year return current [m/s] | 0.500 |
| 50 year return current [m/s] | 0.560 |
| Most significant directions [°] | 30°, 15°, 360°, 195° |
| Most significant speeds [m/s] | 0.05, 0.10, 0.15, 0.20 |
| Most flow | 496.23m ³ / day at 15-30° |
| Least flow | 78.58m ³ / day at 270-285° |
| Neumann parameter | 0.15 |
| Residue current | 0.01 m/s at 15° |
| Zero current [%] - [HH:mm] | 4.54% - 00:40 |

Bottom [20,0m]

| | |
|---------------------------------|--|
| Mean current [m/s] | 0.04 |
| Max current [m/s] | 0.13 |
| Min current [m/s] | 0.00 |
| Measurements used/total [#] | 4165 / 4165 |
| Std.dev [m/s] | 0.02 |
| Significant max velocity [m/s] | 0.06 |
| Significant min velocity [m/s] | 0.02 |
| 10 year return current [m/s] | 0.207 |
| 50 year return current [m/s] | 0.232 |
| Most significant directions [°] | 195°, 210°, 180°, 165° |
| Most significant speeds [m/s] | 0.05, 0.10, 0.15, 0.40 |
| Most flow | 236.02m ³ / day at 180-195° |
| Least flow | 61.13m ³ / day at 330-345° |
| Neumann parameter | 0.27 |
| Residue current | 0.01 m/s at 179° |
| Zero current [%] - [HH:mm] | 5.95% - 00:20 |

DIRECTION WITH RETURN PERIOD**Top [5,0m]**

| Direction | Mean | Max | Mean 10y | Max 10y | Mean 50y | Max 50y |
|------------------|-------------|------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
| 0 | 0,043 | 0,149 | 0,070 | 0,246 | 0,079 | 0,275 |
| 45 | 0,038 | 0,149 | 0,063 | 0,246 | 0,071 | 0,276 |
| 90 | 0,034 | 0,110 | 0,056 | 0,181 | 0,063 | 0,203 |
| 135 | 0,041 | 0,137 | 0,068 | 0,226 | 0,076 | 0,253 |
| 180 | 0,050 | 0,177 | 0,082 | 0,293 | 0,092 | 0,328 |
| 225 | 0,045 | 0,147 | 0,075 | 0,243 | 0,084 | 0,272 |
| 270 | 0,033 | 0,107 | 0,055 | 0,177 | 0,062 | 0,199 |
| 315 | 0,038 | 0,131 | 0,063 | 0,217 | 0,071 | 0,243 |

Middle [14,0m]

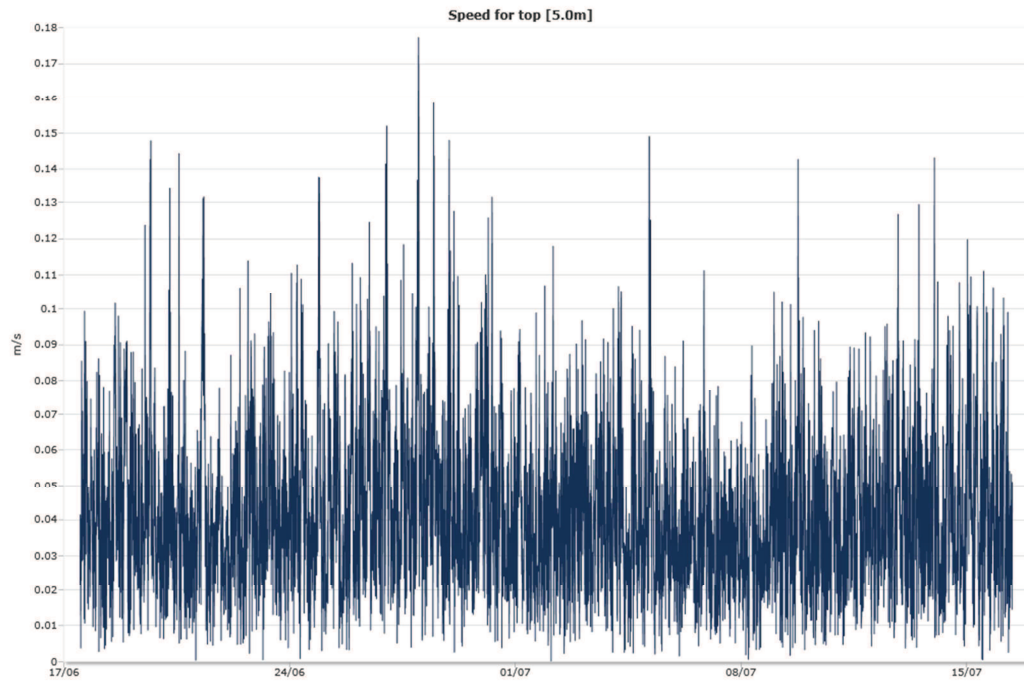
| Direction | Mean | Max | Mean 10y | Max 10y | Mean 50y | Max 50y |
|------------------|-------------|------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
| 0 | 0,072 | 0,303 | 0,119 | 0,500 | 0,133 | 0,560 |
| 45 | 0,060 | 0,194 | 0,099 | 0,321 | 0,111 | 0,360 |
| 90 | 0,037 | 0,122 | 0,060 | 0,201 | 0,068 | 0,225 |
| 135 | 0,041 | 0,126 | 0,068 | 0,208 | 0,076 | 0,234 |
| 180 | 0,049 | 0,290 | 0,081 | 0,479 | 0,091 | 0,537 |
| 225 | 0,043 | 0,229 | 0,071 | 0,378 | 0,080 | 0,424 |
| 270 | 0,035 | 0,150 | 0,058 | 0,247 | 0,065 | 0,277 |
| 315 | 0,046 | 0,296 | 0,075 | 0,488 | 0,084 | 0,548 |

Bottom [20,0m]

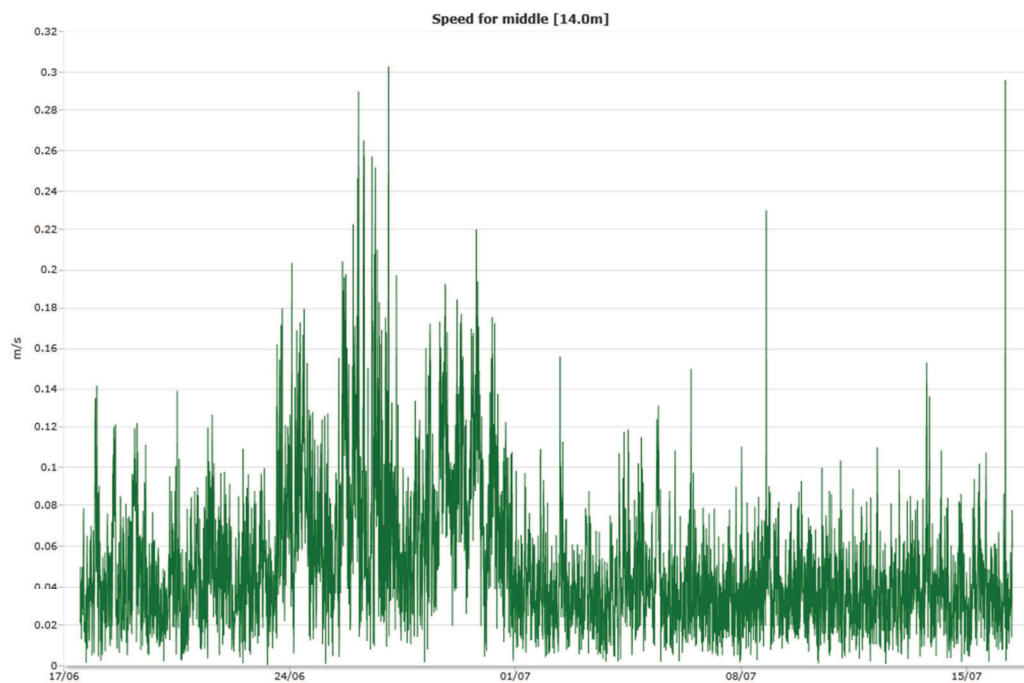
| Direction | Mean | Max | Mean 10y | Max 10y | Mean 50y | Max 50y |
|------------------|-------------|------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
| 0 | 0,032 | 0,103 | 0,053 | 0,170 | 0,060 | 0,191 |
| 45 | 0,033 | 0,113 | 0,054 | 0,187 | 0,061 | 0,210 |
| 90 | 0,034 | 0,098 | 0,056 | 0,162 | 0,063 | 0,182 |
| 135 | 0,038 | 0,126 | 0,062 | 0,207 | 0,070 | 0,232 |
| 180 | 0,040 | 0,125 | 0,065 | 0,207 | 0,073 | 0,232 |
| 225 | 0,039 | 0,111 | 0,064 | 0,183 | 0,072 | 0,205 |
| 270 | 0,034 | 0,094 | 0,057 | 0,155 | 0,063 | 0,174 |
| 315 | 0,031 | 0,102 | 0,051 | 0,168 | 0,058 | 0,189 |

TIME SERIES

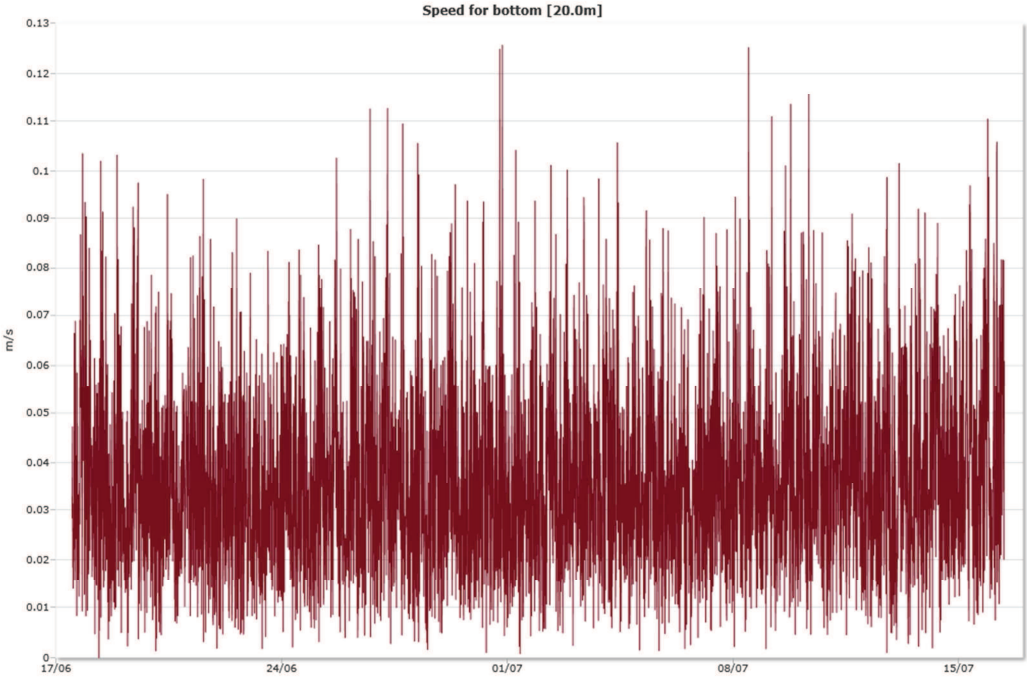
Top [5,0m]



Middle [14,0m]

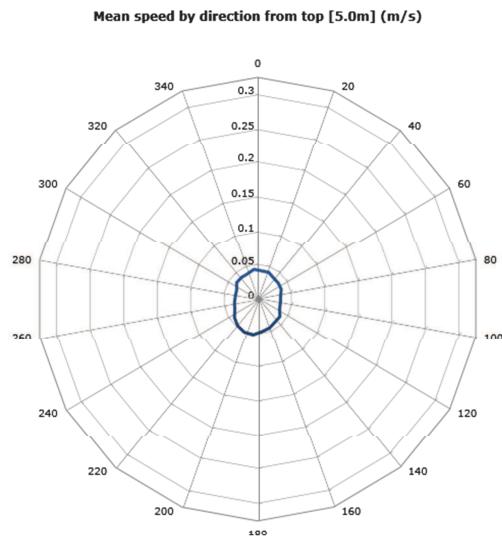


Bottom [20,0m]

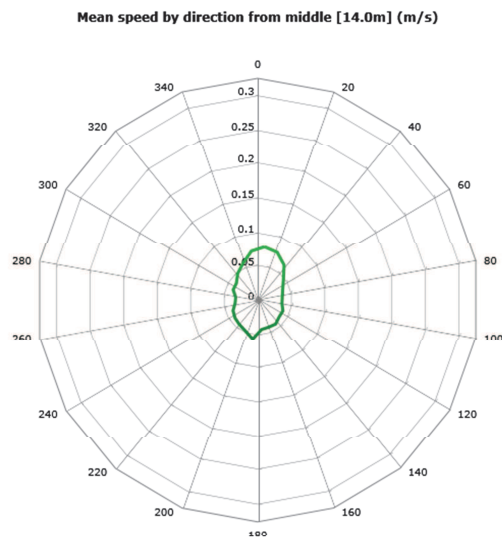


MEAN SPEED - ROSE PLOT

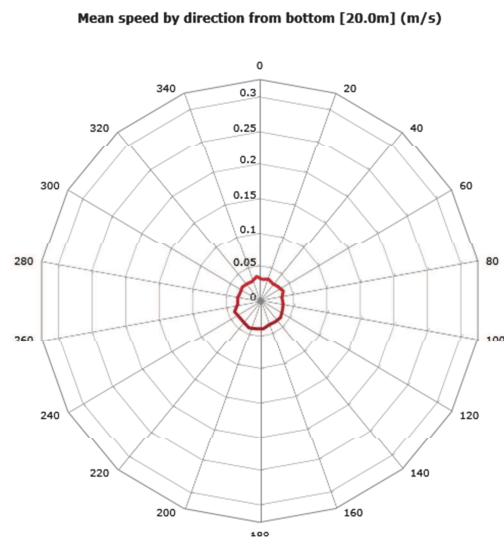
Top [5,0m]



Middle [14,0m]

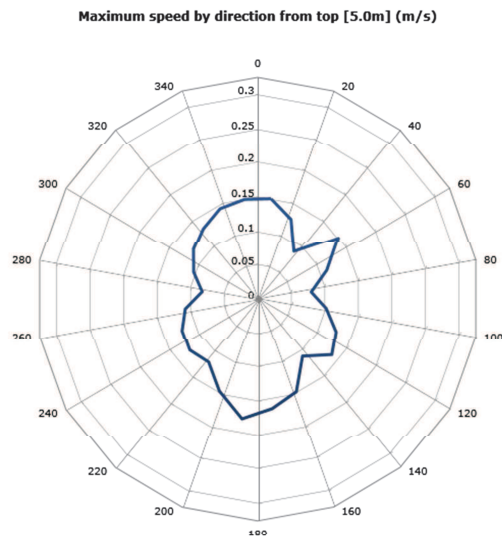


Bottom [20,0m]

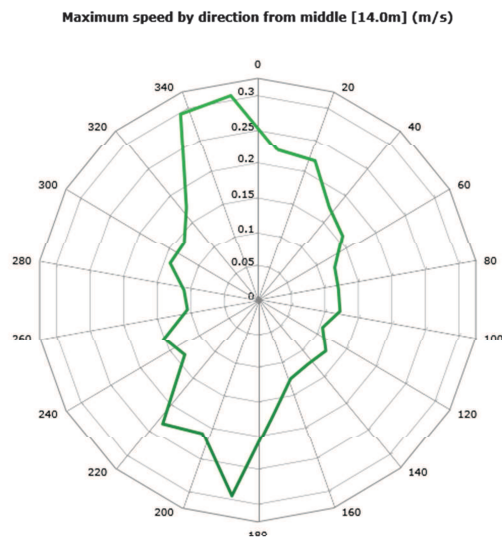


MAX SPEED - ROSEPLOT

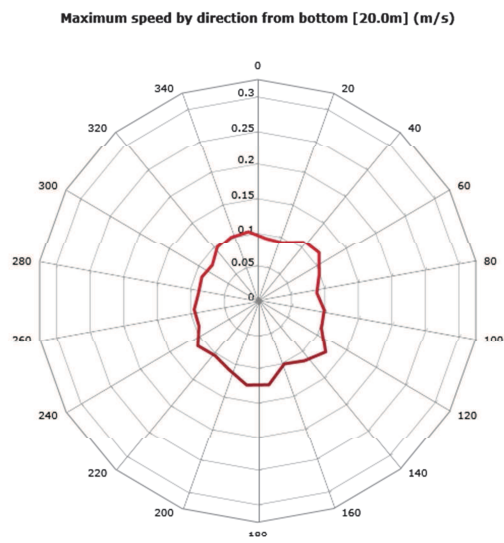
Top [5,0m]



Middle [14,0m]

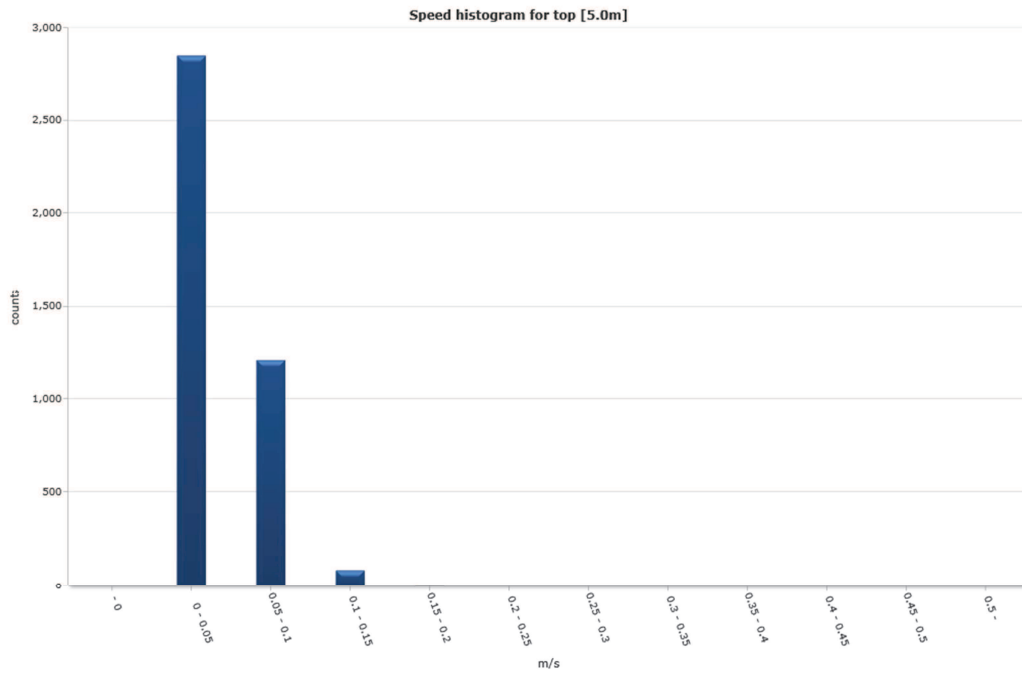


Bottom [20,0m]

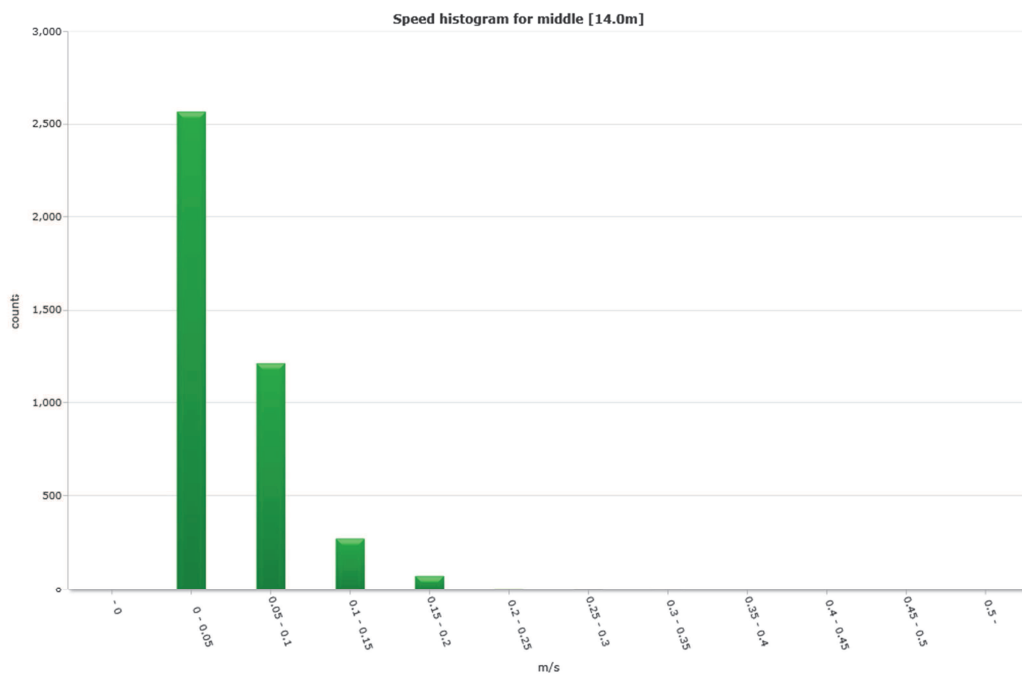


SPEED HISTOGRAM

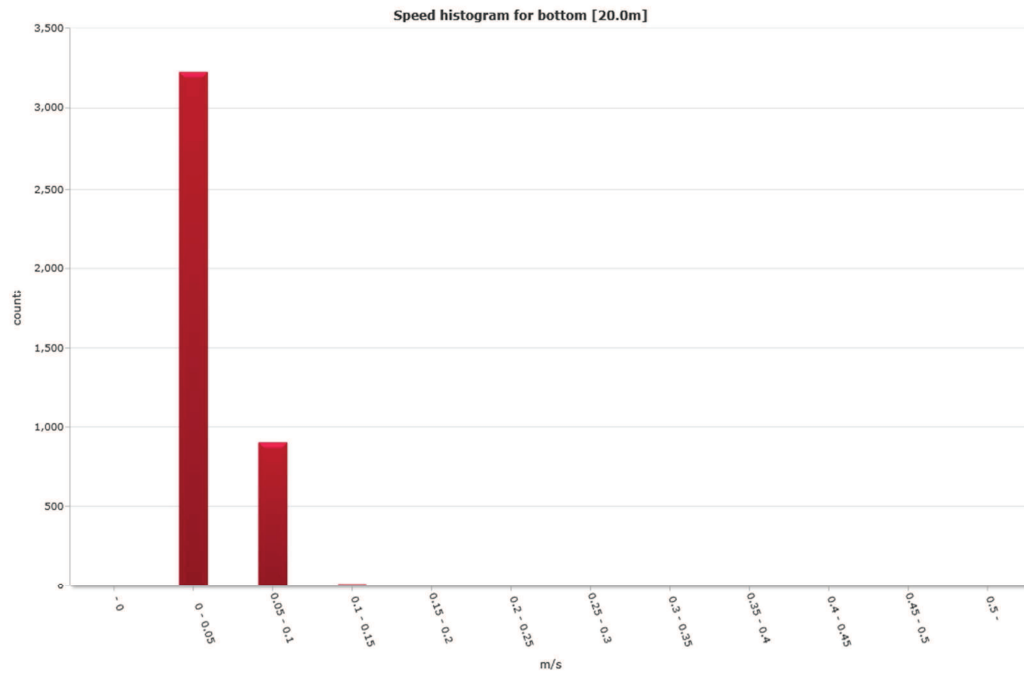
Top [5,0m]



Middle [14,0m]

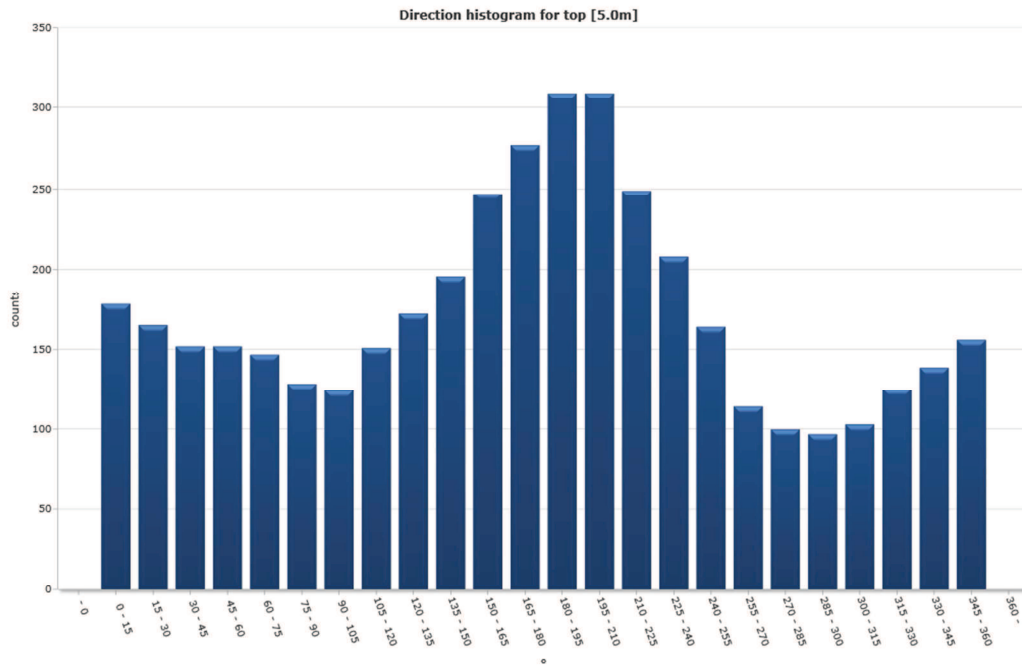


Bottom [20,0m]

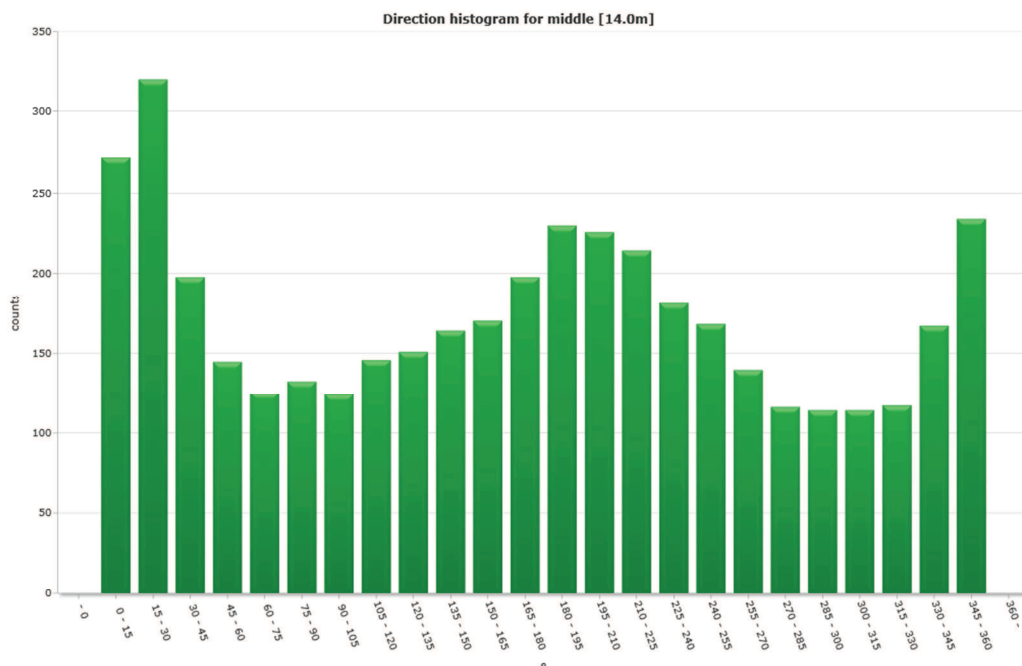


DIRECTION HISTOGRAM

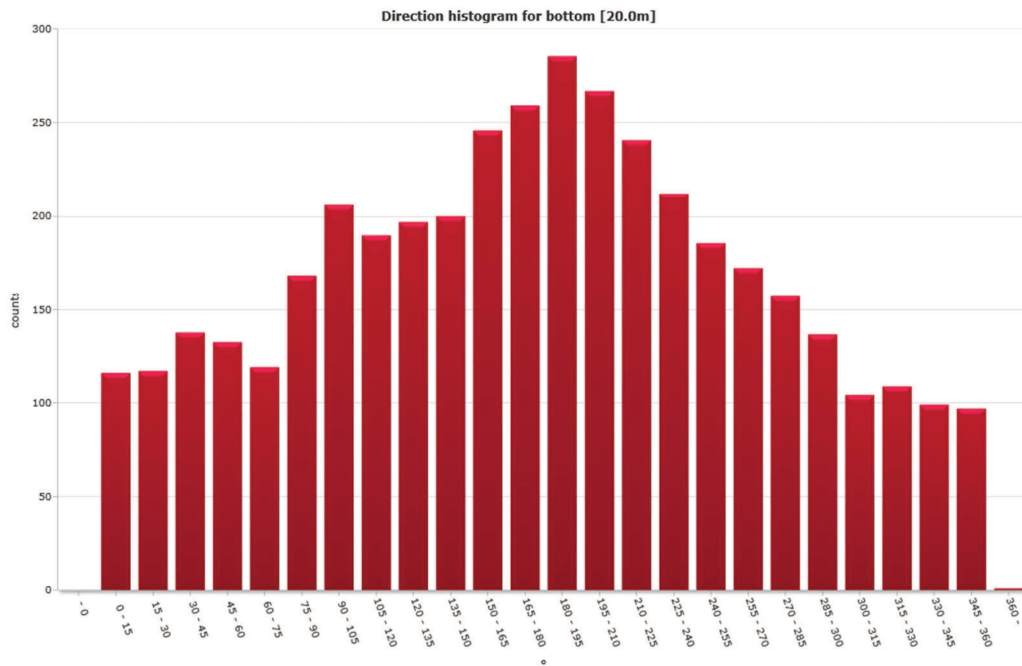
Top [5,0m]



Middle [14,0m]



Bottom [20,0m]



DIRECTION/SPEED HISTOGRAM

Top [5,0m]

| * m/s | Direction/speed matrix for top [5.0m] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | % | Sum | | | | |
|----------|---------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|
| 0.0 | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | 90 | 105 | 120 | 135 | 150 | 165 | 180 | 195 | 210 | 225 | 240 | 255 | 270 | 285 | 300 | 315 | 330 | 345 | 360 | | |
| 0.05 | 127 | 113 | 109 | 112 | 115 | 106 | 100 | 126 | 115 | 131 | 155 | 171 | 166 | 175 | 139 | 135 | 129 | 99 | 95 | 79 | 71 | 94 | 101 | 110 | 60.5 | 2053 |
| 0.10 | 46 | 49 | 43 | 38 | 31 | 23 | 23 | 24 | 54 | 62 | 89 | 95 | 125 | 117 | 102 | 69 | 34 | 24 | 15 | 17 | 31 | 29 | 37 | 41 | 29.2 | 1218 |
| 0.15 | 5 | 3 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 9 | 17 | 18 | 8 | 4 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 5 | 2.2 | 90 |
| 0.20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 | 4 |
| 0.25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0 |
| 0.30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0 |
| 0.35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0 |
| 0.40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0 |
| 0.45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0 |
| 0.50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0 |
| % | 4.3 | 4.0 | 3.6 | 3.6 | 3.5 | 3.1 | 3.0 | 3.6 | 4.1 | 4.7 | 5.9 | 6.7 | 7.4 | 7.4 | 6.0 | 5.0 | 3.9 | 2.7 | 2.4 | 2.3 | 2.5 | 3.0 | 3.3 | 3.7 | 100.0 | 100.0 |
| Sum | 178 | 165 | 152 | 152 | 147 | 129 | 124 | 151 | 172 | 196 | 247 | 277 | 310 | 310 | 249 | 208 | 164 | 114 | 100 | 97 | 103 | 125 | 139 | 156 | 100.0 | 4165 |

Middle [14,0m]

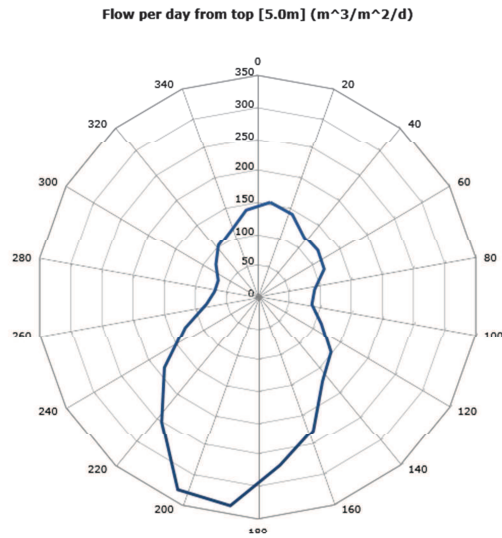
| * m/s | Direction/speed matrix for middle [14.0m] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | % | Sum | | | | |
|----------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|
| 0.0 | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | 90 | 105 | 120 | 135 | 150 | 165 | 180 | 195 | 210 | 225 | 240 | 255 | 270 | 285 | 300 | 315 | 330 | 345 | 360 | | |
| 0.05 | 96 | 105 | 79 | 95 | 92 | 107 | 101 | 103 | 109 | 115 | 119 | 145 | 139 | 145 | 138 | 129 | 130 | 112 | 90 | 97 | 90 | 74 | 97 | 90 | 61.6 | 2565 |
| 0.10 | 102 | 135 | 87 | 53 | 28 | 24 | 21 | 42 | 41 | 43 | 45 | 43 | 65 | 67 | 71 | 45 | 37 | 27 | 17 | 24 | 32 | 33 | 46 | 95 | 29.4 | 1223 |
| 0.15 | 63 | 58 | 27 | 5 | 5 | 2 | 2 | 1 | 1 | 6 | 6 | 6 | 9 | 7 | 4 | 7 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 7 | 17 | 35 | 6.6 | 276 |
| 0.20 | 20 | 22 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 8 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 6 | 8 | 2.0 | 82 |
| 0.25 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0.3 | 12 |
| 0.30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0.1 | 6 |
| 0.35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.0 | 1 |
| 0.40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0 |
| 0.45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0 |
| 0.50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0 |
| % | 6.5 | 7.7 | 4.8 | 3.5 | 3.0 | 3.2 | 3.0 | 3.5 | 3.6 | 3.9 | 4.1 | 4.8 | 5.5 | 5.4 | 5.1 | 4.3 | 4.0 | 3.4 | 2.8 | 2.7 | 2.7 | 2.8 | 4.0 | 5.6 | 100.0 | 100.0 |
| Sum | 272 | 321 | 198 | 145 | 125 | 133 | 124 | 146 | 151 | 164 | 170 | 198 | 229 | 225 | 214 | 181 | 168 | 140 | 116 | 114 | 114 | 117 | 167 | 233 | 100.0 | 4165 |

Bottom [20,0m]

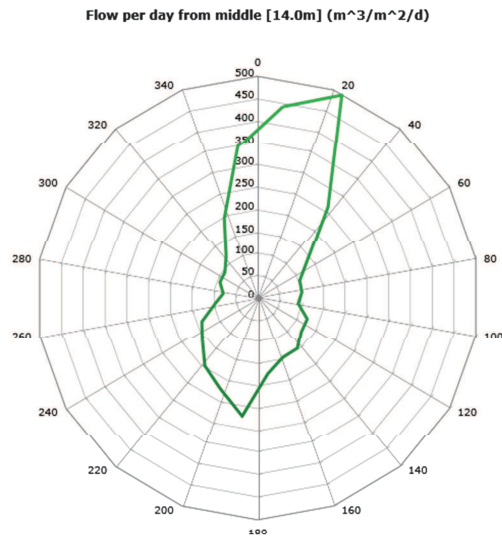
| | | Direction/speed matrix for bottom [20.0m] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|--|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|
| * m/s | | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | 90 | 105 | 120 | 135 | 150 | 165 | 180 | 195 | 210 | 225 | 240 | 255 | 270 | 285 | 300 | 315 | 330 | 345 | 360 | % | Sum |
| 0.0 | | 99 | 93 | 114 | 113 | 90 | 142 | 163 | 153 | 150 | 154 | 191 | 107 | 190 | 191 | 175 | 150 | 125 | 141 | 134 | 120 | 96 | 96 | 64 | 77 | 77.7 | 3234 |
| 0.05 | | 18 | 25 | 23 | 19 | 30 | 27 | 43 | 35 | 45 | 45 | 53 | 69 | 84 | 75 | 65 | 53 | 61 | 32 | 23 | 17 | 18 | 14 | 14 | 19 | 21.8 | 907 |
| 0.10 | | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0.6 | 23 |
| 0.15 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0 |
| 0.20 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0 |
| 0.25 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0 |
| 0.30 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0 |
| 0.35 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0 |
| 0.40 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0 |
| 0.45 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0 |
| 0.50 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0 |
| % | | 2.8 | 2.8 | 3.3 | 3.2 | 2.9 | 4.1 | 4.9 | 4.6 | 4.7 | 4.8 | 5.9 | 6.2 | 6.9 | 6.4 | 5.8 | 5.1 | 4.5 | 4.2 | 3.8 | 3.3 | 2.5 | 2.6 | 2.4 | 2.3 | 100.0 | 100.0 |
| Sum | | 117 | 118 | 138 | 133 | 120 | 169 | 206 | 190 | 197 | 200 | 246 | 259 | 286 | 268 | 241 | 213 | 186 | 173 | 157 | 137 | 104 | 110 | 99 | 97 | 100.0 | 4164 |

FLOW

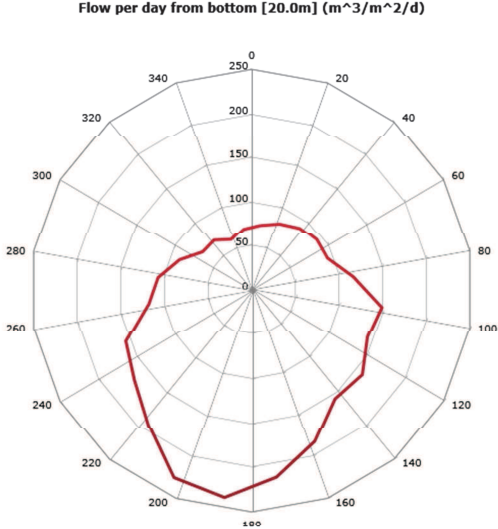
Top [5,0m]



Middle [14,0m]

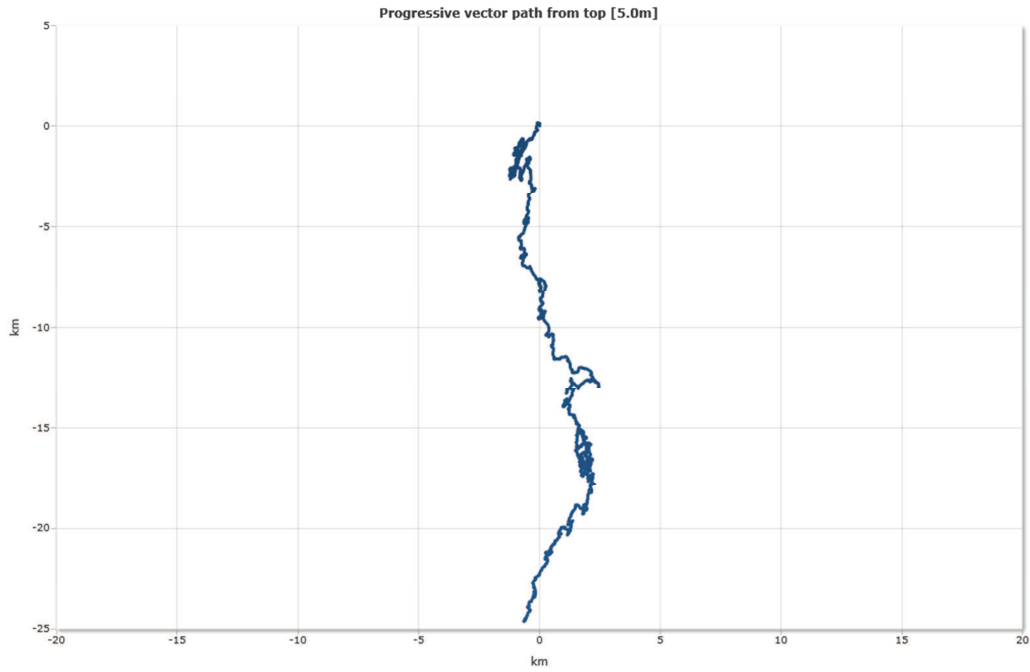


Bottom [20,0m]

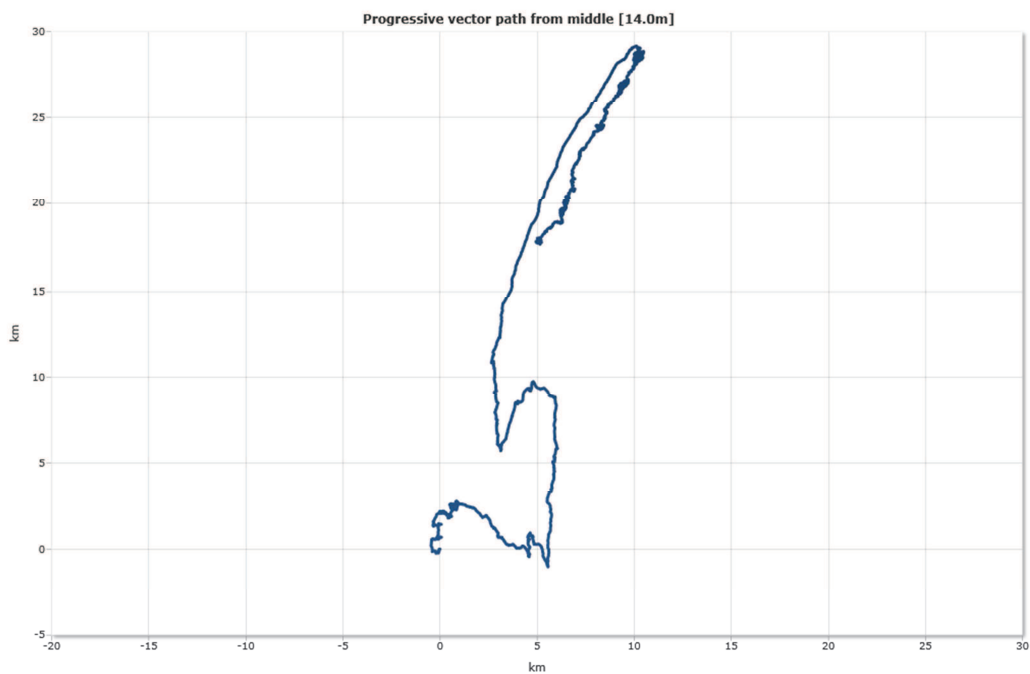


PROGRESSIVE VECTOR

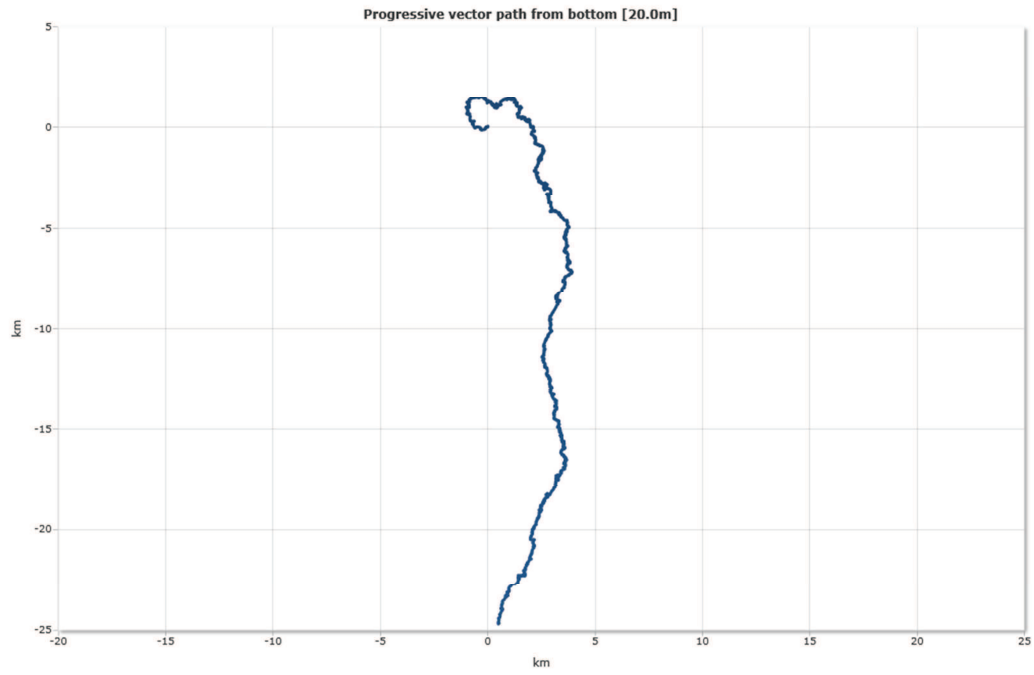
Top [5,0m]



Middle [14,0m]

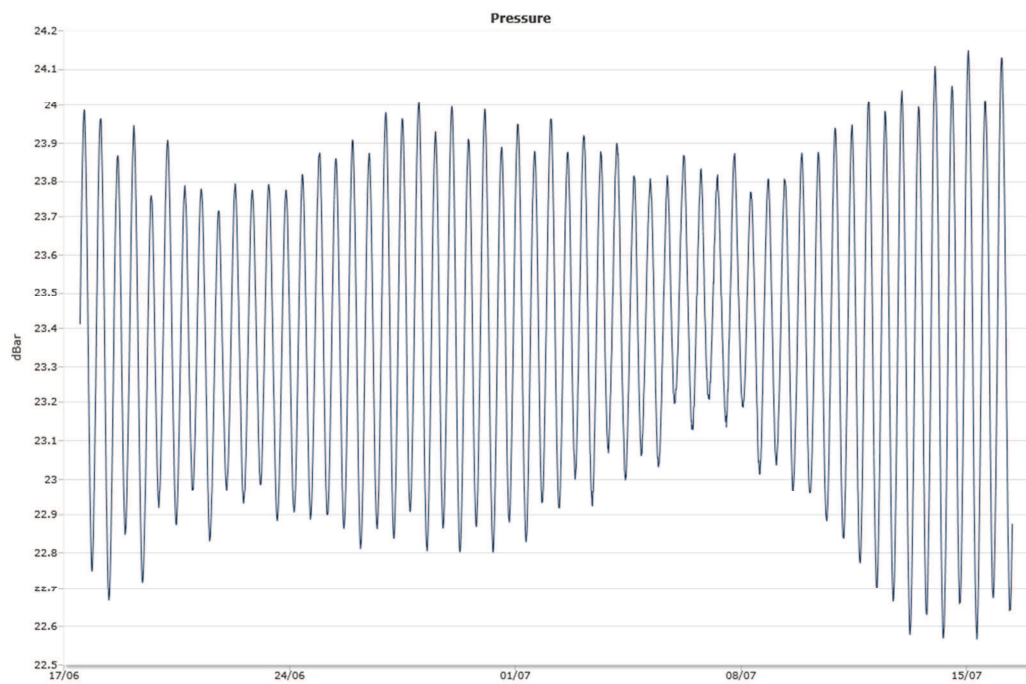


Bottom [20,0m]

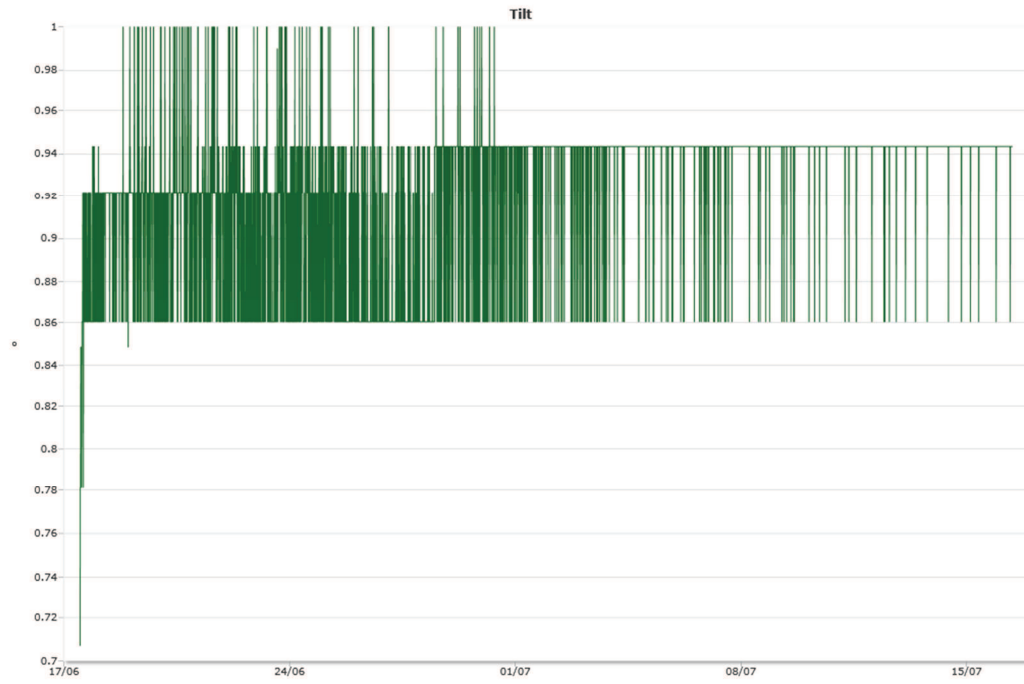


SENSORS

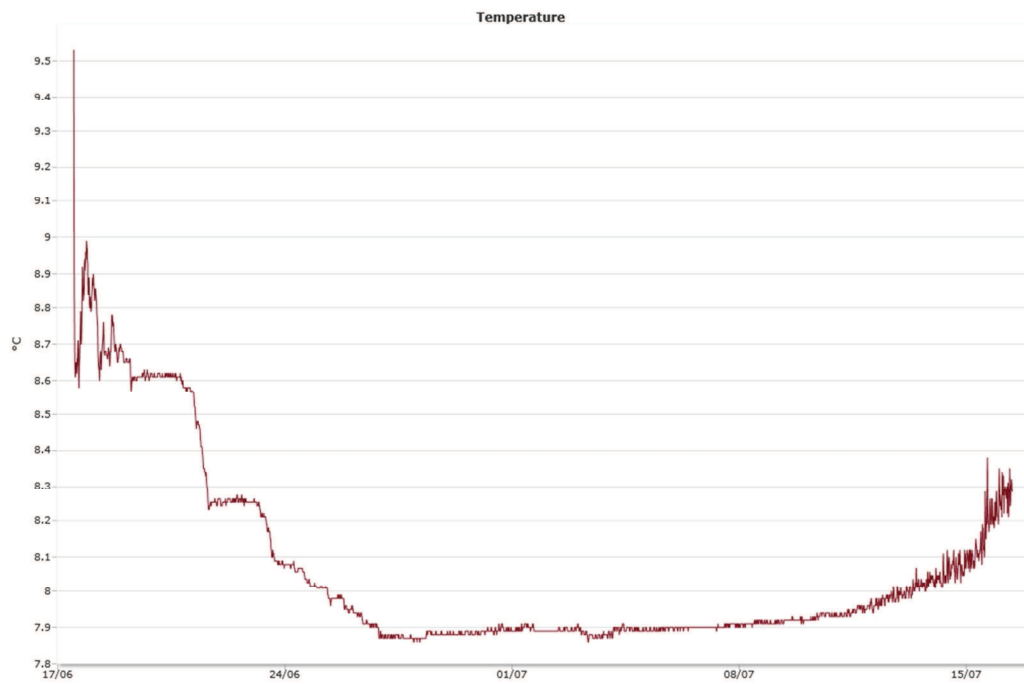
Pressure



Tilt



Temperature



MARINBIOLOGISKE UNDERSØKELSER

SAM-Marin er en avdeling ved Uni Miljø hos Uni Research AS. Uni Research AS er Universitetet i Bergen sitt forskningsselskap. SAM-Marin har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970, og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. SAM-marin er akkreditert for biologisk prøvetaking og taksonomisk analyse under akkrediteringsnummer Test157.

Våre internettsider finnes på www.uni.no