



## Miljøundersøkelse i Ballstad havn





Rapporttittel / Report title

Miljøundersøkelse i Ballstad havn

Forfatter(e) / Author(s)

Benedikte Farstad Nashoug  
Kjersti E. T. Busch

SALT rapport nr / report no

1009

Dato / Date

01.05.2015

Antall sider / Number of pages

28

Distribusjon / Distribution

Gjennom oppdragsgiver

Oppdragsgiver / Client

Norsk landbruksrådgivning / Vestvågøy kommune

Oppdragsgivers referanse / Client's reference:

Are Johansen / Nils Kaltenborn

Sammendrag / Summary

Det er gjennomført miljøundersøkelse i Ballstad havn for å få en objektiv og solid vurdering av den gjeldende miljøtilstanden i Ballstad havn. Det ble samlet inn prøver fra tre hovedstasjoner i indre og ytre havn, to tilleggsstasjoner i indre havn samt en referansestasjon utenfor molo (i Buksnesfjorden). Så langt det har vært mulig har resultatene fra den foreliggende undersøkelsen blitt sammenliknet med klassegrenser gitt i Vannforskriften med tilhørende veiledere (Veileder 01:2009 og Veileder 02:2013).

En samlet vurdering av resultatene fra miljøundersøkelsen viser at miljøtilstanden i Ballstad havn er DÅRLIG. Næringssaltene Fosfat-P, P-total og Ammonium-N ble målt til MODERAT tilstand i vårsesong. Disse næringssaltene finnes naturlig og i store mengder i fiskeavfall og i avføring/avløpsvann. De høyeste målingene av fosfor er i mars, da fiskeriene på Ballstad er mest aktive og den naturlige forekomsten av næringssalter skal være lav. Det er således naturlig å anse fiskeavfall i Ballstad havn som den største potensielle tilførsilden av dette næringsstoffet. Miljøgiftene PAH og TBT dominerte i sedimentsprøven og tilsvarte tilstandsklasse DÅRLIG. TOC-nivået var forhøyet i sedimentene fra alle stasjoner. I indre havn viste sedimentene DÅRLIG til SVÆRT DÅRLIG tilstand. Det antas at de høye TOC-verdiene skyldes kloakkutslipp da tilstanden ved hovedstasjon 2 (ved Nic. Haug) var betydelig bedre enn de innenforliggende stasjonene. Bunndyrssamfunnet i sedimentene på hovedstasjon 2 var i DÅRLIG økologisk tilstand som tyder på belastning over lengre tid. Den lave vannutskiftingen i indre havn bidrar til akkumulering av miljøbelastende stoffer i vannmasser og sedimenter. De fleste analyserte parameterene overskrider således miljømål for god kjemisk tilstand og det er i følge Veileder 02:2013 nødvendig med tiltak for å nå miljømål.

Prosjektleder / Project manager

Kjersti Eline Tønnessen Busch

Kvalitetskontrol / Quality control

Kjersti Eline Tønnessen Busch

## Innholdsfortegnelse

<b>INNHOLDSFORTEGNELSE</b> .....	<b>3</b>
<b>VEDLEGG OG OVERSIKT OVER FIGURER OG TABELLER</b> .....	<b>4</b>
<b>FORORD</b> .....	<b>5</b>
<b>SAMMENDRAG</b> .....	<b>6</b>
<b>1. BAKGRUNN</b> .....	<b>7</b>
1.1 Behovet for en miljøundersøkelse i Ballstad havn.....	7
1.2 Næringsvirksomhet .....	7
1.3 Tidligere undersøkelser.....	8
<b>2. MILJØUNDERSØKELSEN I RELASJON TIL VANNFORSKRIFTEN</b> .....	<b>9</b>
2.1 Vannforskriften og den foreliggende miljøundersøkelsen.....	9
2.2 Forvaltningsområder.....	9
2.3 Miljømål for SMVF .....	10
<b>3. METODER</b> .....	<b>11</b>
3.1 Parametere som inngår i miljøundersøkelsen.....	11
3.2 Prøvetakingsstasjoner og -tidspunkter.....	11
3.3 Innsamling av data .....	12
3.4 Strømmålinger og hydrografi.....	13
3.5 Næringsalter .....	13
3.6 Bunnprøver- sediment og bunndyr .....	14
3.6.1 Sediment.....	14
3.6.2 Totalt organisk karbon (TOC) og kornfordeling.....	14
3.6.3 Bunndyr.....	15
3.6.3.1 Om påvirkning av bunndyrssamfunn.....	15
3.6.3.2 Innsamling og fiksering .....	15
3.6.3.2 Kvantitative bunndyrsanalyser.....	15
<b>4. RESULTATER</b> .....	<b>17</b>
4.1. Strømmålinger og hydrografi.....	17
4.2. Næringsalter .....	19
4.3 Bunnprøver- sediment og bunndyr .....	20
4.3.1 Prioriterte stoffer, TOC og kornfordeling.....	20
4.3.2 Bunndyr-kvantitative bunndyrsanalyser .....	21
4.3.2.1 Artsmangfold, ømfintlighet og jevnhet .....	21
4.3.2.2 Geometriske klasser.....	22
4.3.2.3 Clusteranalyse .....	23
4.3.2.4 Artssammensetning .....	23
<b>KONKLUSJON</b> .....	<b>25</b>

KOMMENTARER OG FORSLAG TIL OVERVÅKING.....	27
REFERANSER .....	29

## Vedlegg

- VEDLEGG 1: Tilstandsklasser, sediment
- VEDLEGG 2: Analyseresultater-næringssalter
- VEDLEGG 3: Analyseresultater, miljøgifter i sediment
- VEDLEGG 4: Strømmålinger
- VEDLEGG 5: CTD-rådata
- VEDLEGG 6: Bunndyrsstatistikk og artslister
- VEDLEGG 7: Analyseresultater, TOC og kornfordeling

## Oversikt over figurer og tabeller:

- Figur 1. Oversiktskart, Ballstad havn**
- Figur 2. Oversiktskart, vannområde Lofoten**
- Figur 3. Oversiktskart, prøvetakingsstasjoner**
- Figur 4. Strømmålinger**
- Figur 5. Artsmangfold**
- Figur 6. Artsmangfold**

- Tabell 1. Klassifiseringsskala for vurdering av miljøtilstand**
- Tabell 2. Oversikt over alle prøvestasjoner**
- Tabell 3. Skjema for innsamling av data til miljøundersøkelsen i Ballstad havn**
- Tabell 4. Klassifisering av tilstandsklasser for næringssalter**
- Tabell 5. Klassifisering av tilstandsklasser for organisk innhold i marine sedimenter**
- Tabell 6. Økologisk tilstandsklassifisering**
- Tabell 7. Resultater fra hydrografimålinger (CTD)**
- Tabell 8. Resultater fra miljøundersøkelse av næringssalter**
- Tabell 9. Resultater fra miljøundersøkelse av miljøgifter i marine sedimenter**
- Tabell 10. Resultater fra miljøundersøkelse av sedimenter (TOC)**
- Tabell 11. Artsmangfold**
- Tabell 12. Artsmangfold- individer**
- Tabell 13. Forslag til miljøovervåkning og tiltak**

## Forord

SALT, med Akvaplan-niva som underleverandør har gjennomført miljøundersøkelse i Ballstad havn på oppdrag av Vestvågøy kommune.

Følgende personer har deltatt i prosjektet:

<i>Kjersti Eline Tønnesen Busch, SALT</i>	<i>Prosjektleder, kvalitetssikring</i>
<i>Benedikte Farstad Nashoug, SALT</i>	<i>Prosjektmedarbeider, feltarbeid og rapport</i>
<i>Vera Remen, Akvaplan-niva</i>	<i>Prosjektansvarlig</i>
<i>Asle Guneriussen, Akvaplan-niva</i>	<i>Feltarbeid, underleverandørrapport</i>
<i>Hans-Petter Mannvik, Akvaplan-niva</i>	<i>Identifisering bunndyr (pigghuder),</i>
<i>Roger Velvin, Akvaplan-niva</i>	<i>Identifisering bunndyr (Varia),</i>
<i>Rund Palerud, Akvaplan-niva</i>	<i>Identifisering bunndyr (krepsdyr), statistikk</i>
<i>Jesper Hansen, Akvaplan-niva</i>	<i>Identifisering bunndyr (bløtdyr)</i>
<i>Thomas Hansen, Akvaplan-niva</i>	<i>Identifisering bunndyr (børstemark)</i>
<i>Kristine H Sperre, Akvaplan-niva</i>	<i>Koordinator av bunndyrsortering</i>
<i>Stein Harald Wangsvik</i>	<i>Skipper "M/S Strømøy"</i>
<i>Arnt Johansen</i>	<i>Mannskap, "M/S Strømøy"</i>

På vegne av samarbeidspartnerne, ønsker SALT å takke Vestvågøy kommune for oppdraget.

Svolvær, dato,



Kjersti Eline T. Busch  
prosjektleder, SALT

## Sammendrag

Det er gjennomført en miljøundersøkelse av Ballstad havn fra desember 2014 til april 2015 for å kartlegge miljøtilstand og påvirkning fra næringsvirksomhet i havna. Miljøundersøkelsen hadde et særlig fokus på å avdekke miljøpåvirkning fra fiskemottak. Det ble samlet inn prøver fra totalt seks stasjoner, hvorav én er referansestasjon utenfor havna, to er tilleggsstasjoner der det utført en utvidet prøvetaking og tre er hovedstasjoner plassert sentralt i Ballstad ytre og indre havn (se figur S1). Så langt det har vært mulig har resultatene fra den foreliggende undersøkelsen blitt sammenliknet med klassegrenser gitt i Vannforskriften med tilhørende veiledere (Veileder 01:2009 og Veileder 02:2013).

En samlet vurdering av resultatene fra miljøundersøkelsen viser at miljøtilstanden i Ballstad havn er DÅRLIG. Næringssaltene Fosfat-P, P-total og Ammonium-N ble målt til MODERAT tilstand i vårsesongen. Disse næringssaltene finnes naturlig og i store mengder i prosessvann fra fiskeindustrien og i avføring/avløpsvann. De høyeste målingene av fosfor ble målt i mars. Dette sammenfaller med høysesongen for fiskeriaktiviteten i Ballstad, samtidig som de naturlige verdiene av næringsalter forventes å være relativt lave. Det er således naturlig å anta at prosessvann fra fiskeindustrien i Ballstad havn er en stor tilførselskilde av disse næringssaltene.

Miljøgiftene PAH og TBT dominerte i sedimentprøven og tilsvarte tilstandsklasse DÅRLIG. Innholdet av organisk karbon (TOC) var forhøyet i sedimentene fra alle stasjoner. I indre havn tilsvarte nivåene av TOC DÅRLIG eller SVÆRT DÅRLIG tilstand. Det antas at de høye TOC-verdiene skyldes kloakkutslipp da tilstanden ved hovedstasjon 2 (ved Nic. Haug) var betydelig bedre enn de innenforliggende stasjonene.

Bunndyrssamfunnet i sedimentene på hovedstasjon 2 var i DÅRLIG økologisk tilstand som tyder på stor belastning over lang tid. Den lave vannutskiftingen i indre havn bidrar til akkumulering av miljøbelastende stoffer i vannmasser og sedimenter. De fleste analyserte parameterne overskrider således miljømål for god kjemisk tilstand og det er i følge Veileder 02:2013 nødvendig med tiltak for å nå miljømål. Ballstad havn er klassifisert som en sterkt modifisert vannforekomst (SMVF) som må ha god kjemisk tilstand og god økologisk potensial (GØP) for å nå sine lovpålagte miljømål.



Figur S1.  
Prøvetakings-  
stasjoner i Ballstad  
indre og ytre havn.  
H= hovedstasjon,  
T= tilleggstasjon og  
Ref= referansestasjon

## 1. Bakgrunn

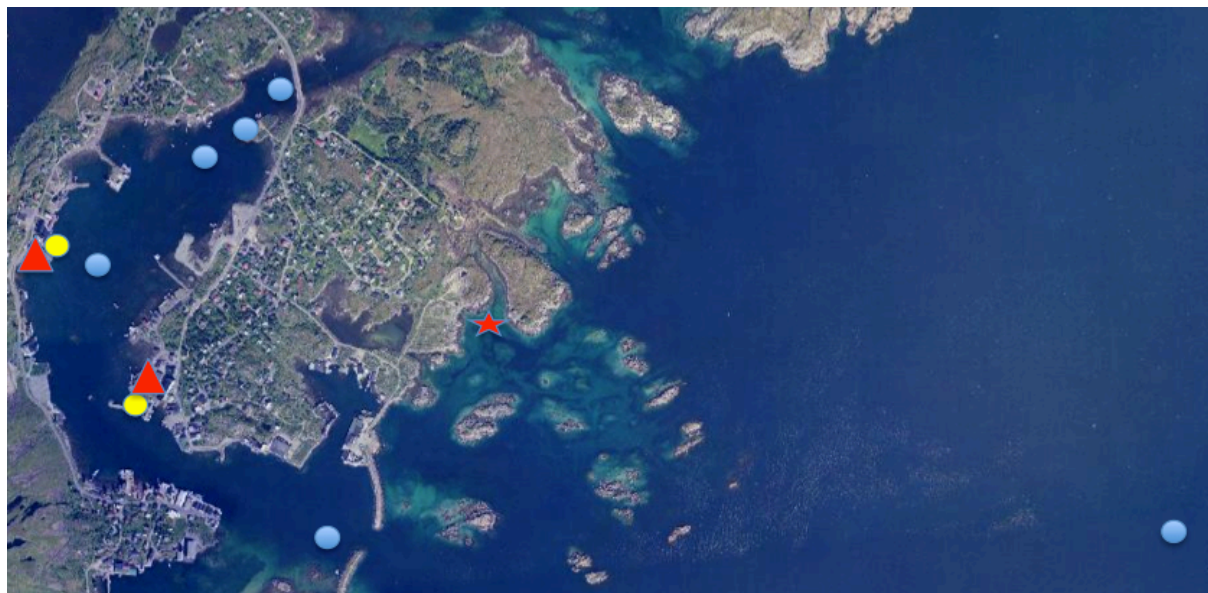
### 1.1 Behovet for en miljøundersøkelse i Ballstad havn

Fiskeværet Ballstad kan være nærmere 1000 år gammelt og havna ligger i sundet mellom Vestvågøya og Ballstadøya, i Vestvågøy kommune i Nordland. Ballstad havn er et grunt basseng (5-18 m) avgrenset med moloer nord og sør i sundet. Den er en godt etablert fiskerihavn som har vært benyttet i flere hundre år. Ballstad fiskerihavn er i kommuneplanen for Vestvågøy kommune utpekt som fullservicehavn for kystflåten og ligger strategisk plassert på innersiden av Vestvågøya, mot Vestfjorden. Havna er den nest største i kommunen, og har høy aktivitet. De fleste kaiene er private og i god stand. Havna deles inn i tre områder; hovedhavnen mellom Ballstadøya og Ballstadlandet (heretter omtalt som Ballstad havn), Hattvika for mindre båter og Kræmmervika, den mest beskyttede havna som per dags dato er for grunn for større fartøy.

Bakgrunn for undersøkelse er at fiskeribedriftene har fått pålegg om siling av prosessvann og at utslippene skal ledes til 10 meter under laveste lavvann. Formålet med undersøkelsene er å undersøke miljøtilstanden i Ballstad havn, med særlig fokus på å vurdere påvirkningen av dagens utslipp fra fiskeindustrien. Praksis per i dag er at avløpsvannet slippes ut nær anlegget. Den største potensielle påvirkningen fra slike utslipp er overgjødning (eutrofiering) i nærheten av utslippet og i havneområdet. For å få et utgangspunkt for å vurdere hvilken effekt slike utslipp har på det naturlige miljø ønsker man å gjennomføre en miljøundersøkelse der ulike parametere benyttes for å vurdere graden av overgjødning i havner der det slippes ut prosessavløpsvann. Det er også et mål å undersøke påvirkningen fra kloakkutslipp i havna (referanseprøve) for å kunne påvise effekt av rens tiltak der alle kloakkavløp skal saneres og gå ut av havna. De ulike prøvetakingsstasjonene, potensielle utslippssteder og etablerte strandkantdeponier er ført opp i kart over Ballstad havn, figur 1.

### 1.2 Næringsvirksomhet

Det er betydelig menneskelig aktivitet i Ballstad havn. Tidligere var det mange fiskebruk her. Per i dag er det ett aktivt fiskebruk, Nic. Haug AS. Ballstad slip er eneste aktive slip, med stor aktivitet. Ballstad Servicehavn ble etablert tidlig på 2000-tallet og er med på opprettholde aktiviteten i Ballstad havn. Det antas at det er betydelige tilførsler fra kloakk, fiskeindustri og verftsindustri i Ballstad havn. Flere kloakkutløp er imidlertid samlet og føres ut fra renseanlegg på yttersida av Ballstadøya ved Langøya. Det er uklart hvor mange utslippspunkt som er lokalisert i indre havn, men Vestvågøy kommune anslår at kloakk- og avløpsvann fra 100 boligheter og 10 bedrifter (fiskebruk, mottak, verft og butikker) dreneres ut mot havnebassenget (pers. komm. Odd Risjord. Vestvågøy kommune).



Figur 1: Oversiktskart over Ballstad indre og ytre havn. Blå sirkler indikerer prøvestasjoner, gule sirkler er næringsaktører innen fiskeri og skipsverft, rød stjerne viser utslippspunkt for rensesasjon for kloakk. Røde trekkanter viser strandkantdeponier. Presise koordinater for prøvestasjoner er listet opp i tabell 2. Kart fra Norgeskart.

### 1.3 Tidligere undersøkelser

I forkant av mudringen og utdypingen i Ballstad havn i 2002-2003 utførte Scandiaconsult miljøtekniske sedimentundersøkelser ved seks stasjoner og to tilleggsstasjoner på oppdrag fra Kystverket. To av stasjonene lå i nærheten av fiskemottaket Nic. Haug, én ved Almenningskaia, én innenfor molo, én utenfor molo samt én på hver side av molo (Hattvika og Kremmervika). Kartleggingen viste at toppsedimentene ved samtlige stasjoner hadde så høye nivåer av TBT og PAH at de i følge Miljødirektoratet tilhørte tilstandsklassen SVÆRT DÅRLIG (Scandiaconsult 2002). De svært forurensede sedimentene ble tatt opp og fjernet hovedsakelig fra området utenfor Reineholmen til Nic. Haugs´ anlegg og fra områder utenfor Ballstad Slip mot Ramnvika, for å bli lagt i to strandkantdeponier; ett ved Nic. Haug og ett ved Ballstad Slip (SALT, 2013). Begge deponiene anses som trygge av Fylkesmannen og er per i dag anvendt til gjenvinning av land. Ballstad Slip gjennomfører imidlertid regelmessig egne miljøundersøkelser (pers. komm. Roger Abrahamsen). Det er ikke kjent om det er utført miljøundersøkelser i etterkant av mudrings- og utdypingsarbeidene i 2002-2003.



## 2. Miljøundersøkelsen i relasjon til Vannforskriften

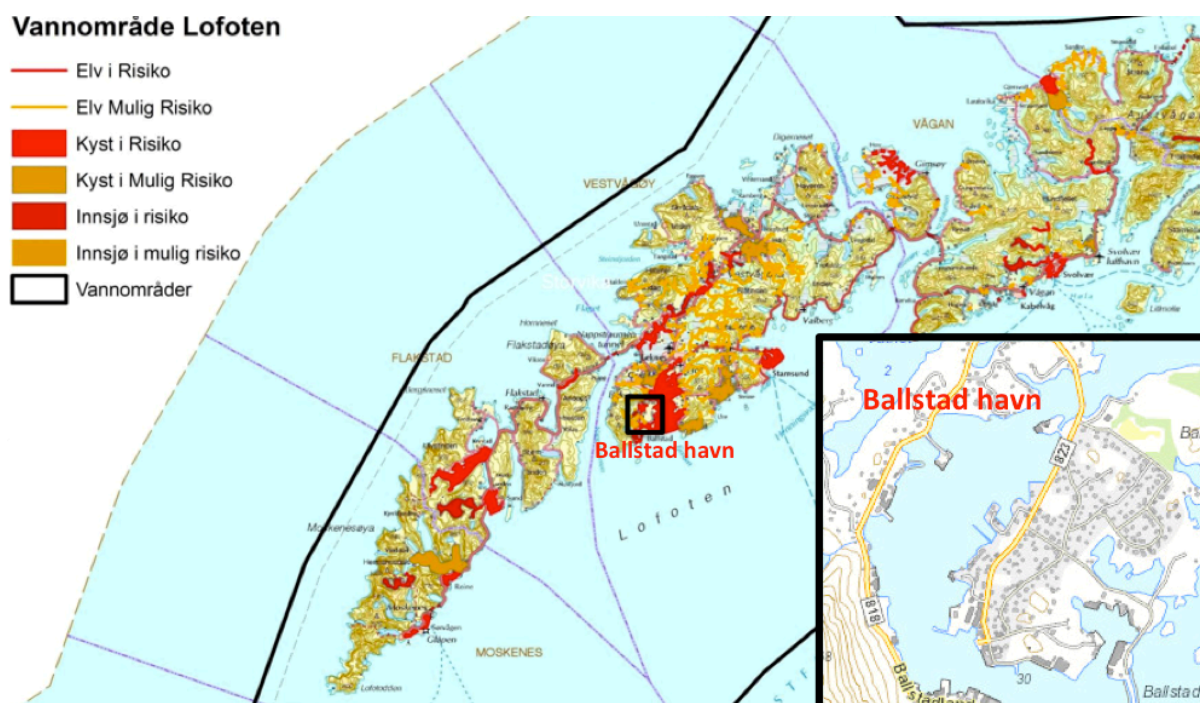
Målet med den foreliggende miljøundersøkelsen har vært å få en objektiv og solid vurdering av den gjeldende miljøtilstanden i Ballstad havn. Så langt det har vært praktisk og økonomisk mulig, har undersøkelsene blitt gjennomført i henhold til Vannforskriften med tilhørende Veiledere (Veileder 01:2009 og Veileder 02:2013).

### 2.1 Vannforskriften og den foreliggende miljøundersøkelsen

Formålet med Vannforskriften er å "gi rammer for fastsettelse av miljømål som skal sikre en mest mulig helhetlig beskyttelse og bærekraftig bruk av vannforekomstene" (Vannforskriften). Videre er det utarbeidet en Veileder til Vannforskriften som gir et klassifiseringssystem for økologisk og kjemisk miljøtilstand i ulike vannforekomster (Veileder 01:2009), sist oppdatert i oktober 2013 (Veileder 02:2013). Analyser og vurdering av miljøtilstand har, der det har vært mulig, blitt gjort i henhold til Veileder 02:2013.

### 2.2 Forvaltningsområder

I Vannforskriften defineres to forvaltningsnivåer for vannforvaltningen: vannregioner og vannområder: Norge er delt inn i 11 vannregioner som igjen består av flere vannområder. Et vannområde består oftest av ett nedbørsfelt med tilhørende overflatevann og grunnvann. Et vannområde består av flere vannforekomster der hver vannforekomst består av en avgrenset og betydelig mengde overflatevann eller en avgrenset mengde grunnvann. Det skilles videre mellom overflatevann og grunnvann, der overflatevann deles inn i innsjøer, elver og kystvann.



Figur 2. Vannområde Lofoten med inndeling av risikotilstander for de ulike typer overflatevann. Ballstad havn er merket av som kyst i risiko. (kartutsnitt fra Fylkesmannen i Nordland)

Ballstad havn har vannforekomst-ID 0363000030-3-C og er en del av vannområde Lofoten i vannregion Nordland. I vannområde Lofoten er vannkvaliteten generelt sett god og ingen vannforekomster i regionen har akutte forurensingsproblemer som utgjør en fare for lokalbefolkningen. Den mest alvorlige miljøutfordringen i dette vannområdet er miljøgifter i havner. Denne forurensingen er klart avgrenset og er således primært et problem i forbindelse med fysiske tiltak i havnebasenget.

Ballstad havn er definert som en sterkt modifisert vannforekomst (SMVF). Begrepet SMVF brukes der det er gjort fysiske inngrep som gjør at vannforekomsten ikke lengre kan regnes som naturlig. For eksempel vil større havneutbygginger føre til endringer i strømningsforhold og bunnforhold som endrer betingelsene for bunndyr og andre organismer (Tiltaksanalyse, Vannområde Lofoten, Vannportalen).

### 2.3 Miljømål for SMVF

I miljømålene for SMVF opereres det med en egen tilstandsklassifisering der det blir brukt "godt økologisk potensial" (GØP) i stedet for GOD eller SVÆRT GOD økologisk tilstand (GØT) som brukes på naturlige vannforekomster. Miljømålet for SMVF omtales i vannforskriftens § 5 første ledd. "Tilstanden til SMVF skal beskyttes mot forringelse og forbedres med sikte på at vannforekomstene skal ha minst godt økologisk potensial og god kjemisk tilstand, i samsvar med klassifiseringen i vannforskriftens vedlegg V (Veileder 01:2014)". I Veileder 02:2013 beskrives gjeldende klassifisering av miljøtilstand i kystvann der miljømålet "god kjemisk tilstand" er gjeldende. I Veileder 02:2013 benyttes en klassifiseringsskala for å vurdere miljøtilstanden i en vannforekomst (tabell 1).

For hver parameter som inngår i klassifiseringssystemet er det utviklet indekser som er tilpasset denne skalaen. For parametere som ikke inngår i klassifiseringssystemet, vil den foreliggende undersøkelsen gi kvalitative vurderinger av disse så langt det er mulig. Grensen mellom MODERAT og GOD (kjemisk) tilstand er den mest avgjørende i vanddirektivsammenheng. Det økologiske potensialet klassifiseres i maksimalt-, godt- eller moderat økologisk potensial.

Tabell 1 : Klassifiseringsskala for parametere som benyttes for å vurdere miljøtilstand i kystvann (Veileder 02:2013)

Klasse	Tilstand miljømål
I-SVÆRT GOD	Miljømål tilfredsstilt
II-GOD	
III-MODERAT	Tiltak nødvendig for å nå miljømål
IV-DÅRLIG	
V-SVÆRT DÅRLIG	

### 3. Metoder

#### 3.1 Parametere som inngår i miljøundersøkelsen

I den foreliggende miljøundersøkelsen fokuseres det på økologisk miljøtilstand, der utvalget av parametere er svært godt egnet til å fange opp eventuell eutrofiering (overgjødning) i Ballstad havn. Per i dag vil de største påvirkningsaktørene være fiskebruk, slip og et utall utslippspunkter for kloakk. Disse utslippene vil påvirke bunnfauna og næringsstoffnivåene i havnebassenget. Miljøtilstanden i bunnsedimentene gir en indikasjon på påvirkningen fra utslipp over tid, mens næringsstoffinnholdet i vannet gir et øyeblikksbilde på utslippssituasjonen.

Den foreliggende undersøkelsen er basert på følgende elementer:

- Hydrografi (salinitet, temperatur og oksygen)
- Strømmålinger
- Næringssalter
- Sedimentundersøkelser (miljøgifter, TOC, kornfordeling)
- Bunndyrsundersøkelser



Figur 3. Kartutsnitt over Ballstad indre og ytre havn. Prøvetakingspunktene er markert med fargede punkter hovedprøvetakingsstasjoner (blå), tilleggsstasjoner (røde) og referansestasjon (grønn). Presise koordinater er listet opp i tabell 2. Kartutsnitt fra Norgeskart.no

#### 3.2 Prøvetakingsstasjoner og –tidspunkter

Det ble satt opp tre hovedprøvetakingsstasjoner; disse ble plassert på de dypeste punktene innerst i havna, mellom fiskebruket Nic. Haug og verftet Ballstad Slip med det siste punktet lokalisert i ytre havn, innenfor molo. De dypeste plasseringene ble valgt for det er en tendens at det er her det avsettes mest forurensing grunnet strømninger. Tilleggsstasjonene ble plassert på innsiden av stasjon 1, bestemt *in situ*, som et resultat av at sedimentprøven på

dette stedet hadde en stram metanlukt som indikerer utslipp fra kloakk eller fiskeindustri. Referansestasjon ble plassert i god avstand fra kjente utslippskilder, deriblant et felles avløpsrør som ender på innsiden av Langøya (pers. komm. Synnøve Straumbotn, Vestvågøy kommune). Store deler av kloakken fra Leknes og Gravdalområdet slippes direkte ut i Buksnesfjorden, men i god avstand til referansestasjonen. Det ble tatt prøver fra hovedstasjonene hver gang, fire ganger på referansestasjon og én gang på de to tilleggsstasjonene.

Tabell 2. GPS posisjon og dyp for alle prøvetakingsstasjoner i Ballstad havn

Prøvetakingsstasjoner	Koordinater		Dybde
Hovedstasjon 1 (H1)	N 68°04,660	Ø 13°32,397	9 m
Hovedstasjon 2 (H2)	N 68°04,540	Ø 13°31,945	7 m
Hovedstasjon 3 (H3)	N 68°04,119	Ø 13°32,851	18 m
Tilleggstasjon 1 (T1)	N 68°04,717	Ø 13°32,559	5 m
Tilleggstasjon 2 (T2)	N 68°04,760	Ø 13°32,692	5 m
Referansestasjon (Ref)	N 68°04,070	Ø 13°35,551	60 m

Det ble tatt tre gjentak av sedimentprøver på alle hovedstasjoner og fire gjentak av bunndyrprøver fra stasjon H2. En full oversikt over all innsamling av data er vist i tabell 3.

Hovedårsaken til at vi tar målinger i vintersesongen (desember-januar) er at det er på dette tidspunktet man forventer de høyeste nivåene av næringsalter, fra naturens side. Dette er før algeoppblomstringen, der algene omsetter næringsstoffene. De høye naturlige nivåene av næringsstoffer om vinteren er også årsaken til at man iflg. vannforskriften skal ta prøver om vinteren. For å kunne si noe om påvirkningen utslipp fra den eksisterende fiskerinæringen har på havneområdet er det nødvendig å gjøre miljøundersøkelser i og utenfor fiskerisesongen. Ved å sammenlikne nivåene av næringsalter i vannet i og utenfor fiskerisesongen vil man kunne få indikasjoner på den umiddelbare påvirkningen fra fiskerinæringen. Ved å benytte gjennomsnittsverdier av næringsaltnivået om vinteren (desember – januar) og om våren (mars - april) kan vi sammenlikne nivåene i og utenfor fiskerienes høysesong.

### 3.3 Innsamling av data

Det ble gjennomført seks prøvetakinger i og ved Ballstad havn i løpet av prøveperioden fra desember til april. For å få informasjon om sesongvariasjoner i vannmassene ble det innhentet hydrografiske data. Vannprøver til analyser av næringsalter ble hentet inn ved hver prøvetaking. Sedimentprøvetaking ble utført på første prøvetaking i desember.

Tabell 3. Skjema for innsamling av data til miljøundersøkelsen i Ballstad havn

Dato	Undersøkelse	Hovedstasjoner (3)	Tilleggsstasjoner (2)	Referansestasjon (1)
Uke 50	Hydrografiske data	X		X
	Strømmåling	X(kun H2)		X
	Næringssalter	X		
	Sedimentprøver: (TOC,korn)	X	X	
	Bunndyr	X(kun H2)		
Uke 4	Hydrografiske data	X		X
	Næringssalter	X		X
Uke 7	Hydrografiske data	X		X
	Næringssalter	X		X
Uke 11	Hydrografiske data	X		
	Næringssalter	X		
Uke 13	Hydrografiske data	X		X
	Næringssalter	X		
Uke 15	Hydrografiske data	X		
	Næringssalter	X		

### 3.4 Strømmålinger og hydrografi

En strømmåler (akustisk punktmåler fra Aanderaa) ble satt ut ved hovedstasjon 2, på 3 meters dyp, der strømmen var på sitt antatt sterkeste og hvor strømmåleren ikke kom i konflikt med båttrafikk. Strømmåleren registrerte strømretning og -styrke i én måned. Strømstyrke og -retning er avgjørende for hvordan kloakk, prosessvann fra fiskeindustrien og andre stoffer vil spres i havneområdet.

Hydrografiske data ble innhentet fra hele vannsøylen på alle hovedstasjoner og referansestasjon. Dette ble utført ved hjelp av en Sensordata CTDO 202 sonde CTD (conductivity, temperature and density). Hydrografimålingene består av registreringer av temperatur, oksygen og salinitet i hele vannsøylen ved de utvalgte stasjoner på seks prøvetidspunkter. Oksygennivået i bunnvannet er et kvalitetselement som inngår i klassifiseringssystemet for kystvann (Veileder 01:2009). Salinitet og temperatur inngår ikke i klassifiseringssystemet, men gir viktig informasjon om vannmassene i Ballstad havn gjennom prøveperioden.

### 3.5 Næringssalter

Det ble hentet inn vannprøver til næringssaltanalyser fra overflatelaget (ca 2 meters dyp) på alle hovedstasjoner og referansestasjon. Prøvene ble tatt med en klassisk vannhenter. Næringssaltene ble analysert av ALS Laboratory Group Norway, et akkreditert laboratorium. Næringssaltkonsentrasjonene ble sammenliknet med grenseverdier gitt i Veileder 02:2013 og SFT 97:03. Silikat/Silisium er et næringssalt som det ikke finnes grenseverdier for, men kvalitative målinger gir informasjon om hvordan næringssalts sammensetningen er.

Tabell 4. Klassifisering av tilstand for næringssalter, samt oksygen i dypvannet ved saltholdighet over 20 PSU. Fra Veileder 02:2013

		Tilstandsklasser				
		I	II	III	IV	V
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Overflatelag vinter (desember -februar)	Total fosfor (µg/l)	<21	21-25	25-42	42-60	>60
	Fosfat-fosfor (µg/l)	<16	16-21	21-34	34-50	>50
	Total nitrogen (µg/l)	<295	295-380	380-560	560-800	>800
	Nitrat-nitrogen (µg/l)	<90	90-125	125-225	225-350	>350
	Ammonium-nitrogen (µg/l)	<33	33-75	75-155	155-325	>325
Dypvann	Oksygenmetning (%)	>65	65-50	50-35	35-20	<20

### 3.6 Bunnprøver- sediment og bunndyr

#### 3.6.1 Sediment

Sedimentprøver ble samlet inn med en 0,1 m<sup>2</sup> van Veen grabb på alle stasjonene. En kvalitativ beskrivelse (farge/lukt/belastning) ble gjennomført på hver prøve. Kun prøver med uforstyrret overflate ble godkjent, og prøvematerialet ble frosset for videre bearbeidelse i laboratorium. Det ble i tillegg tatt to gjentak av sedimentprøver fra hovedstasjon 2 som ble analysert for de vanligste miljøgiftene i sedimenter; PAH, PCB, TBT og tungmetaller. En full oversikt over alle metaller og organiske stoffer i sedimenter som inngår i klassifisering av tilstand til miljøgifter i vann og sediment vises i TA2802/2011 (vedlegg 1).

#### 3.6.2 Totalt organisk karbon (TOC) og kornfordeling

Prøver for totalt organisk karbon (TOC) ble tatt av de øverste 2 cm av sedimentet, og for kornfordelingsanalyser ble det tatt prøver fra de øverste 5 cm ved hjelp av rør.

Andelen finstoff, dvs. fraksjonen mindre enn 63 µm, ble bestemt gravimetrisk etter våtsikting av prøvene. Resultatene er angitt som andel finstoff på tørrvektsbasis.

Etter tørking ble innhold av totalt organisk karbon (TOC) bestemt ved IR deteksjon (LECO IR 212), etter behandling med konsentrert saltsyre (HCl) og katalytisk forbrenning ved 480 °C. For å kunne klassifisere miljøtilstanden basert på innhold av TOC er de målte konsentrasjonene normalisert for andel finstoff (NTOC) ved bruk av ligningen:  $NTOC = TOC + 18(1 - F)$ , hvor TOC og F står for henholdsvis målt TOC verdi og andel finstoff (%) i prøven (Aure *m. fl.*, 1993).

Klassifisering av miljøtilstanden for sedimentene er basert på normalisert TOC, og ble gjennomført i henhold til SFT (nå Miljødirektoratet) veiledning 97:03 (Molvær *m. fl.*, 1997).

Tabell 5. Tilstandsklassifisering for organisk innhold i marine sediment (Fra SFT 97:03).

	Tilstandsklasser				
	I	II	III	IV	V
	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Total organisk karbon (TOC) (mg/L)	< 20	20 – 27	27 – 34	34 – 41	> 41

### 3.6.3 Bunndyr

#### 3.6.3.1 Om påvirkning av bunndyrssamfunn

Negative effekter i bunndyrssamfunnet kan best vurderes gjennom kvantitative bunndyrsanalyser. Fordi de fleste bløtbunnsartene er lite mobile, vil faunasammensetningen i stor grad gjenspeile de stedsegnete miljøforholdene. Derfor er arts- og individfordelingen (arts mangfoldet eller diversiteten) av bunnfaunaen en viktig indikator for miljøforholdene på en lokalitet. Fordi bunnfaunaen er til stede hele året, integreres årstidsvariasjonen i de overliggende vannmassene i de miljøpåvirkningene faunaen utsettes for. Derfor kan man gjennom tolkning av arts- og individfordeling få opplysninger om både dagens miljøsituasjon og hvordan forholdene har vært den siste tiden.

Under naturlige forhold forekommer bunndyrene i bestemte forhold mellom arter og individer. Ved ytre forstyrrelser vil det kunne oppstå forandringer i denne balansen. Noen arter (såkalte opportuniste) kan stimuleres av endrede forhold og øke i antall, mens følsomme arter vil reduseres i antall eller forsvinne helt. Forandringene kan kvantifiseres gjennom beregning av forskjellige indekser for arts mangfoldet. Miljødirektoratet benytter disse indeksene i sitt klassifiseringssystem for miljøtilstand i fjorder og kystfarvann (Veileder 02:2013). Indeksene er beregnet i foreliggende undersøkelse og miljøtilstanden klassifisert i henhold til nevnte klassifiseringssystem.

#### 3.6.3.2 Innsamling og fiksering

Alle bunndyrsprøvene ble tatt med en 0,1 m<sup>2</sup> van Veen grabb. Kun grabbskudd hvor grabben var fullstendig lukket og overflaten uforstyrret ble godkjent. Etter godkjenning ble innholdet vasket i en 1 mm sikt og gjenværende materiale fiksert med 4 % formalin tilsatt fargestoffet bengalrosa og nøytralisert med boraks. På laboratoriet ble dyrene sortert ut fra gjenværende sedimentmateriale.

#### 3.6.3.2 Kvantitative bunndyrsanalyser

På hovedstasjon 2 ble det samlet inn fire gjentak. Sortert materiale ble opparbeidet kvantitativt. Bunndyrene ble identifisert til fortrinnsvis artsnivå eller annet hensiktsmessig taksonomisk nivå og kvantifisert av spesialister (taksonomer). De kvantitative artslistene inngikk i statistiske analyser. Se Vedlegg 6 for beskrivelse av analysemetoder.

For å klassifisere miljøtilstanden er Direktoratgruppens veileder 02:2013 benyttet. Følgende statistiske metoder ble benyttet for å beskrive samfunnenes struktur og for å vurdere likheten mellom ulike samfunn:

- Shannon-Wiener diversitetsindeks ( $H'$ )
- Hurlberts diversitetsindeks ( $ES_{100}$ ) - forventet antall arter pr. 100 individer
- Pielou's jevnhetsindeks ( $J$ ), mål på hvor likt individene er fordelt mellom arter
- Ømfintlighetsindeks ( $ISI_{2012}$ ), uegnet ved lavt individ/artstall
- Indeks for individtetthet ( $DI$ ), benyttes ved lavt individ/artstall
- Sensitivitetsindeks ( $NSI$ )
- Sammensatt indeks for artsmangfold og ømfintlighet ( $NQI1$ )
- Ømfintlighetsindeks som inngår i  $NQI1$  ( $AMBI$ ), forholdet mellom tolerante og sensitive arter
- Normalisert EQR ( $nEQR$ ) – muliggjør bestemmelse av realistiske mål i forhold til forventet naturtilstand
- Antall arter plottet mot antall individer i geometriske artsklasser
- Clusteranalyser
- De ti mest dominerende taksa (arter/artsgrupper) pr. stasjon (topp-10)

Indeksene er beregnet som snitt av to gjentak.

Tabell 6. Økologisk tilstandsklassifisering basert på observert verdi av indeks (fra Veileder 02:2013).

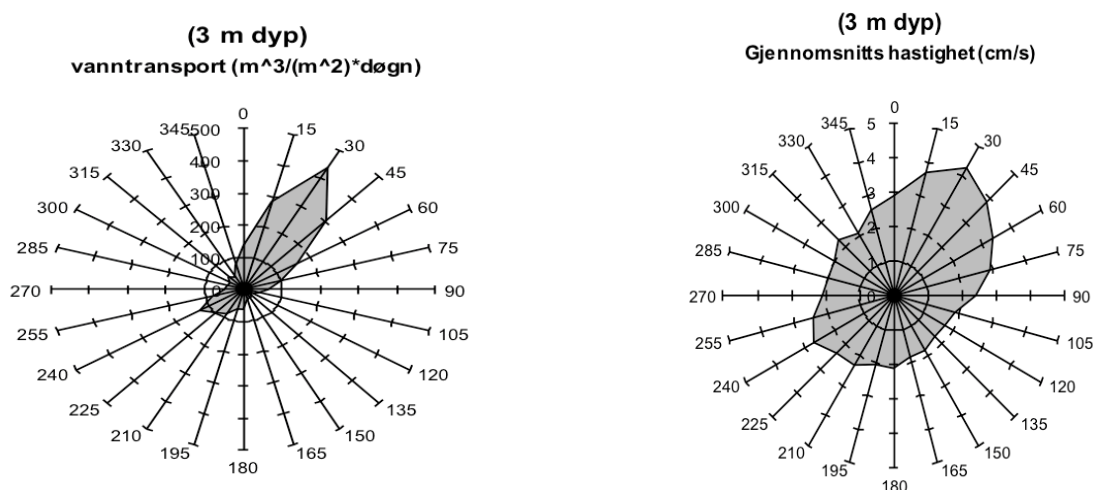
Indeks	I Svært god	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
$NQI1$	0.9-0.82	0,82-0.63	0.63-0.49	0.49-0.31	0.31-0
$H'$	5.7-4.8	4.8-3.0	3.0-1.9	1.9-0.9	0.9-0
$ES_{100}$	50-34	34-17	17-10	10-5	5-0
$ISI_{2012}$	13-9.6	9.6-7.5	7.5-6.2	6.1-4.5	4.5-0
$NSI$	31-25	25-20	20-15	15-10	10-0
$DI$	0-0,30	0,30-0,44	0,44-0,60	0,60-0,85	0,85-2,05
$nEQR$	1,0 – 0,8	0,8 – 0,6	0,6 – 0,4	0,4 – 0,2	0,2 – 0,0



## 4. Resultater

### 4.1. Strømmålinger og hydrografi

Resultatene fra strømmåling (vedlegg 4) på hovedstasjon 2 på 3 meters dyp viste at hovedstrømretningen og massetransport av vann var klart definert mot nordøst (30 grader), fra molo innover i havnebasseng, med en meget liten returstrøm mot sørvest (240 grader). Det var periodevis sammenheng mellom retningsendringene og tidevannskiftene. Gjennomsnittlig strømhastighet var 2,9 cm/s. 1 % av målingene var > 10 cm/s og høyeste strømhastighet var 12,6 cm/s. 36 % av målingene var mellom 10 og 3 cm/s, 51 % av målingene er mellom 3 og 1 cm/s og 12 % av målingene var < 1cm/s.



Figur 4. Strømmålinger (strømroser) som viser vanntransportretning (til venstre) og gjennomsnittshastighet for strøm (til høyre) i Ballstad indre havn, målt ved hovedstasjon 2.

Vertikalprofiler for temperatur, saltholdighet, tetthet og oksygennivåer fra overflate til bunn på stasjonene er presentert i tabell 7. Målingene viste jevne temperatur- og oksygenforhold i hele vannsøylen. Oksygenmetningen lå over 80 % på alle stasjonene.

Salinitetsmålingene fra de tre hovedstasjonene var relativt stabile gjennom hele prøvetakingsperioden. Ved stasjon 2 var det en tendens til noe økt salinitet i siste del av prøvetakingsperioden (økning på ~1 PSU). Salinitetsmålingene ved referansestasjon har svært stabile på ~32 PSU i hele vannsøylen, gjennom hele prøvetakingsperioden. Saliniteten gikk midlertid noe opp på dyp fra 25 meter.

Oksygennivået på de to stasjonene i indre havn (1 og 2) har gjennomgående noe lavere verdier enn stasjonen i ytre havn og referansestasjonen. Oksygenmetningen lå imidlertid godt over 80 % på alle stasjonene gjennom hele prøvetakingsperioden. Oksygennivå inngår som en av parameterne i klassifiseringssystemet som er beskrevet i Veileder 02:2013 og SFT 97:03. I

henhold til dette klassifiseringssystemet, vurderes således miljøtilstanden basert på oksygennivå som SVÆRT GOD for alle målestasjoner.

*Tabell 7. Gjennomsnittsmålinger fra vinter- og vårsesong for salinitet, temperatur og oksygen gjennom hele vannsøylen på de ulike målestasjonene.*

Sesong	Vintersesong			Vårsesong		
Stasjon	Salinitet PSU	Temperatur i C °	Oksygen i %	Salinitet PSU	Temperatur i C °	Oksygen i %
Hovedstasjon 1	31.81	3.96	83.40	31.8	3.74	90.98
Hovedstasjon 2	31.88	4.26	83.79	32.3	3.84	92.81
Hovedstasjon 3	32.21	4.62	86.22	32.4	3.99	99.76
Referansestasjon	31.94	4.79	90.30	31.1	4.28	96.36

## 4.2. Næringssalter

Klassegrensene for næringssalter som er gitt i Veileder 02:2013 (Tabell 4) skal benyttes for prøver tatt i overflaten, med anbefaling om at prøvene hentes fra 0,5 og 10 meters dyp. I henhold til dette og aktuelle prøvedyp som er relativt grunne, er næringssaltverdiene fra overflaten definert til 2 meters dyp. Gjennomsnittet av næringssaltverdiene fra samme perioder er benyttet i klassifiseringen av miljøtilstand for denne parameteren (tabell 8). Miljøtilstanden vurderes som SVÆRT GOD for næringssaltene nitrat, nitritt og N-total gjennom både vinter- og vårsesongen. I vintersesongen var det ikke forhøyede nivåer av næringsstoffer, med unntak av P-total. I vårsesongen, der vi i naturen forventer lavere nivåer av næringssalter, har nivåene økt. Dette skyldes med stor sannsynlighet prosessvann fra fiskeindustrien.

Tabell 8. Tilstandsklasser for næringssalter i overflatelaget (ca 2 meter) fra desember til april, delt inn i sesongene "vinter" og "vår". Næringssaltnivået er et gjennomsnitt av tre målinger i vintersesong og tre målinger i vårsesong. På Ref stasjon ble det gjort to målinger vinter og én måling på våren. Tilstandsklasser er gitt i tabell 4.

Sesong	Vinter (desember-februar)				Vår (mars-april)			
	H1	H2	H3	Ref	H1	H2	H3	Ref
<b>Nitrat og nitritt</b> (µg/L)	57 Svært god	59 Svært god	56 Svært god	56 Svært god	51 Svært god	46 Svært god	47 Svært god	65 Svært god
<b>Fosfat-P</b> (µg/L)	12 Svært god	13 Svært god	10 Svært god	6 Svært god	25 Moderat	23 Moderat	25 Moderat	15 Svært god
<b>P-total</b> (µg/L)	33 Moderat	27 Moderat	49 Svært dårlig	22 God	37 Moderat	31 Moderat	37 Moderat	26 Moderat
<b>N-total</b> (µg/L)	160 Svært god	102 Svært god	163 Svært god	130 Svært god	166 Svært god	182 Svært god	249 Svært god	177 Svært god
<b>Ammonium -N</b> (µg/L)	27 Svært god	29 Svært god	14 Svært god	11 Svært god	80 Moderat	60 God	88 Moderat	28 God

De fleste målinger av miljøtilstander svarer til MODERAT til SVÆRT GOD, med unntak av P-total på målestasjon 3 i desember (én enkeltregistrering som var svært høy og gir et høyt sesonggjennomsnitt for vinter). De næringsstoffer som gjennomgående har dårligst miljøtilstand var fosfor/fosfat-forbindelser. Fiskeavfall er en naturlig kilde til fosfor og det er derfor grunn til å anta at de høye nivåene av Fosfat-P skyldes utslipp av prosessvann fra fiskeindustrien. Ammonium-nivåene var høyere om våren enn om vinteren og også her er det sannsynlig at de høye nivåene skyldes utslipp av prosessvann.

Nivåene av fosfor-forbindelser og ammonium var lavere på referansestasjonen i Buksnesfjorden enn i havnebassenget både om vinteren og om våren. Dette indikerer at Ballstad havn er påvirket av lokale utslippskilder som kloakk og prosessvann fra fiskeindustrien.

### 4.3 Bunnprøver- sediment og bunndyr

#### 4.3.1 Prioriterte stoffer, TOC og kornfordeling

Det ble tatt to gjentak av sedimentprøver fra hovedstasjon 2 der det ble analysert for de vanligste miljøgiftene i sedimenter; PAH, PCB, TBT og tungmetaller. Målinger som ble klassifisert til tilstandsklasser under GOD er presentert i tabell 9, mens målinger over tilstandsklasse GOD er beskrevet i vedlegg 3. Sedimentprøvene inneholdt lave verdier av miljøgiften PCB (PCB-7) som tilsvarer tilstandsklassen GOD i klassifiseringssystemet for miljøgifter i vann og sediment (TA-2229/2007). Nivåene av miljøgiftene PAH (sum PAH-16) vurderes som DÅRLIG, selv om ikke alle enkeltforbindelsene tilhører denne tilstandsklassen (fra SVÆRT GOD til DÅRLIG). I følge TA2802/2011 skal sum PAH-16 defineres ut fra overskridelse av enkeltforbindelser\*. Miljøtilstanden til TBT var klassifisert til DÅRLIG. Tungmetallene arsen, bly, krom, kadmium, nikkel og sink ble analysert til å tilhøre tilstandsklassen SVÆRT GOD og finnes således i svært små mengder i disse sedimentene. Kvikksølv og kopper tilhører tilstandsklassen GOD. Resultatene for alle enkeltmålinger av miljøgifter i sedimentprøvene er gitt i vedlegg 3.

Tabell 9. Tilstandsklasser for miljøgifter i sedimenter som er målt til verdier dårligere enn tilstandsklasse II- god og som ikke tilfredsstillende miljømål som gjelder i vanddirektivsammenheng. Tilstandsklasser for sedimenter er gitt i vedlegg 1.

Miljøgifter i sediment	Måling i µg/kg
Antracen	49 Moderat
Fluoranten	454 Moderat
Pyren	385 Moderat
Benso(a)antracen	153 Dårlig
Benso(b)fluoranten	217 Moderat
Benso(ghi)perylene	179 Dårlig
Sum PAH-16	2500 Dårlig*
Tributyltinnkation (TBT)	71 Dårlig

Nivåene av organisk karbon (TOC) og kornfordeling i sedimentene er presentert i Tabell 10. TOC-nivået var forhøyet i sedimentene fra samtlige stasjoner og varierte fra MODERAT (hovedstasjon 3 i ytre havn) til SVÆRT DÅRLIG (hovedstasjon 1 og tilleggsstasjonene innenfor). Ved to av stasjonene ble det registrert hydrogensulfid (H<sub>2</sub>S) –lukt. H<sub>2</sub>S blir dannet ved reduksjon av sulfat (SO<sub>4</sub>), når det oppstår oksygensvikt i marine sedimenter. Svartfarget sediment/mudder indikerer også oksygensvikt. Sedimentene varierte i kornfordeling fra 13,5 % på tilleggsstasjon 1 til 57,3 % på hovedstasjon 1.

Tabell 10. Sedimentanalyser. TOC og kornfordeling (pelittandel= % <0,063 mm).

St.	Sedimentbeskrivelse	TOC, mg/g	N-TOC*	Tilstandskl.*	Pelitt=% <0,063 mm
Hovedstasjon 1	Svart mudderaktig finsand. Løs konsistens. Tydelig H <sub>2</sub> S lukt.	65,6	73,3	Meget dårlig	57,3
Hovedstasjon 2	Svart myk finsand (3 cm) på fastere leire. Svak H <sub>2</sub> S lukt.	25,2	38,7	Dårlig	25,1
Hovedstasjon 3	Mørk/svart myk finsand. Ingen lukt.	19,2	32,1	Mindre god	28,2
Tilleggsstasjon 1	Relativ fast svart finsand. Ingen lukt.	36,1	51,7	Meget dårlig	13,5
Tilleggsstasjon 2	Svart mudder. Meget løs. Ingen lukt.	52,0	64,7	Meget dårlig	29,2

\* Tilstandsklassifisering (SFT - Molvær m.fl., 1997) basert på TOC forutsetter at konsentrasjonen av TOC i sedimentet standardiseres for teoretisk 100% finstoff (pelitt < 0.063 mm) iht. til formelen: Normalisert TOC = målt TOC + 18 x (1-F), hvor F er andel av finstoff (Aure m.fl., 1993).

#### 4.3.2 Bunndyr-kvantitative bunndyrsanalyser

##### 4.3.2.1 Artsmangfold, ømfintlighet og jevnhet

Resultatene fra de kvantitative bunndyrsanalysene er presentert i Tabell 11.

Det ble tatt fire gjentak av bunndyrsprøver fra én stasjon, nemlig hovedstasjon 2 (H2). Her ble det registrert 583 individer fordelt på 27 arter. Diversitetsindeksene (H' og ES<sub>100</sub>) viste økologisk tilstandsklasse III, mens de andre indeksene viste klasse IV.

J (Pielous jevnhetsindeks) er et mål på hvor likt individene er fordelt mellom artene, og vil variere mellom 0 og 1. En stasjon med lav verdi har en "skjev" individfordeling mellom artene og indikerer at bunndyrssamfunnet er forstyrret. Individfordelingen var skjev på stasjon 1 med en jevnhetsindeks på 0,16. På hovedstasjon 2 var individfordelingene forholdsvis jevn med en indeks på 0,71.

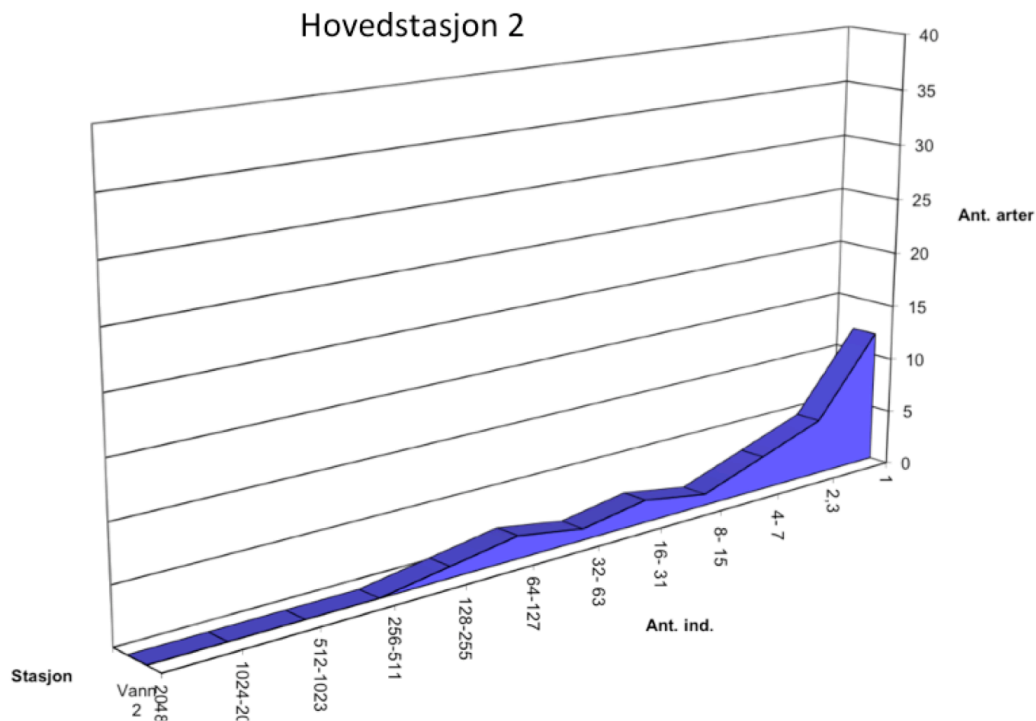
Tabell 11. Resultater fra bunndyrsanalyser, forkortelser er definert på side 17

St.	Ant individ	Ant arter	H'	ES <sub>100</sub>	NQI1	ISI <sub>2012</sub>	NSI	J	AMBI	nEQR
H2	583	27	2,63	11,8	0,452	5,82	12,1	0,71	4,77	0,398

I Svært god	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
-------------	--------	-------------	-----------	----------------

#### 4.3.2.2 Geometriske klasser

Figur 5 viser antall arter plottet mot antall individer, der antallet individer er delt inn i geometriske klasser. Det vises til Vedlegg 7 for en forklaring av begrepet geometriske klasser og beskrivelse av metoden. Bakgrunnen for analysen er at et upåvirket samfunn består av mange arter med lavt individtall, slik at kurven starter høyt på y-aksen. Et forstyrret samfunn har færre arter og noen få av dem svært tallrike, slik at kurven flater ut og strekker seg mot høyere klasser. Kurven for hovedstasjon 2 viste faunaforstyrrelse med lavt startpunkt, men strakk seg ikke spesielt langt mot høyere klasser.



Figur 5. Bløtbunnsfauna vist som antall arter mot antall individer pr. art i geometriske klasser.

#### 4.3.2.3 Clusteranalyse

For å undersøke likheten i faunasammensetning mellom stasjonene ble den multivariate teknikken clusteranalyse benyttet (se metodebeskrivelse i Vedlegg 6). Resultatene fra denne er presentert i dendrogram, figur 6.

I dendrogrammet er graden av ulikhet mellom replikatene på stasjonen uttrykt langs den horisontale akse. To gjentak med identisk arts- og individ-fordeling vil få 0 % ulikhet, mens to gjentak uten like arter, vil få 100 % ulikhet. Metoden gjør det dermed mulig å identifisere grupper av gjentak med like arts- og individforhold. I tillegg gjør den det lettere å synliggjøre eventuelle avvik som for eksempel kan knyttes til antropogene påvirkninger av bunndyrssamfunnet.

Clusterplottet viste størst faunalikhet mellom gjentakene 1, 2 og 3 med mer enn 60 % likhet (mindre enn 40 % ulikhet). Gjentak 4 skilte seg noe fra de tre andre replikatene.

#### 4.3.2.4 Artssammensetning

Hovedtrekkene i artssammensetningen er vist i form av en "topp ti" artsliste fra hver stasjon i Tabell 12. I Rygg og Norling (2013) inndeles artene i fem økologiske grupper (Ecological groups; EG) basert på verdien av sensitivitetsindeksene. Disse gruppene går fra sensitive arter (gruppe I) til forurensningsindikatorer (pollution indicator species; gruppe V).

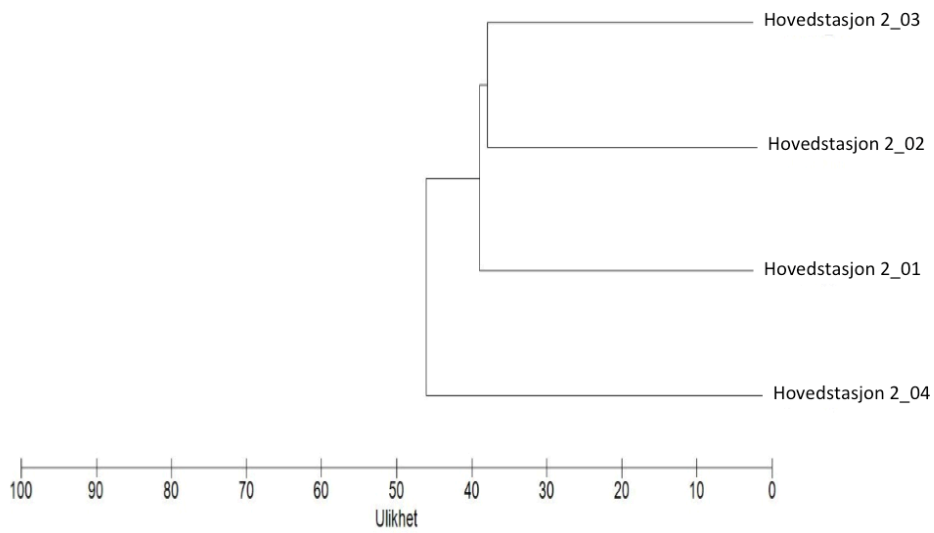
På hovedstasjon 2 var fåbørstemarken *Oligochaeta indet.* og manglebørstemarkene *Capitella capitata* og *Chaetozone* sp. mest tallrike og utgjorde 74 % av individmengden på stasjonen. *Oligochaeta indet.* og *C. capitata* er begge plassert i EG V (forurensningsindikatorer), mens *Chaetozone* sp. er i EG III (tolerant art). En sammenlikning av artsammensetningen i fire bunndyrreplikater ved hovedstasjon 2 er vist i figur 6.

Tabell 12. Antall individer, kumulert prosent og økologisk gruppe\* (Ecological groups = EG (NSI); fra Rygg & Norling, 2013) for de ti mest dominerende artene. Ik = ikke kjent gruppe.

Hovedstasjon 2	Ant.	Kum.	EG
<i>Oligochaeta indet.</i>	219	37 %	V
<i>Capitella capitata</i>	112	56 %	V
<i>Chaetozone</i> sp.	110	74 %	III
<i>Dipolydora quadrilobata</i>	42	81 %	Ik
<i>Scoloplos</i> sp.	29	86 %	Ik
<i>Scalibregma inflatum</i>	17	89 %	III
<i>Eteone flava/longa</i>	11	91 %	Ik
<i>Mya</i> sp. juv.	10	93 %	II
<i>Akera bullata</i>	7	94 %	Ik
<i>Arenicola marina</i>	7	95 %	Ik

\*Økologiske grupper: I = sensitive arter. II = nøytrale arter. III = tolerante arter. IV = opportunistiske arter. V = forurensningsindikatorer (pollution indicator species). Fra Rygg og Norling, 2013.

*Ballstad havn 2014. Replikat uten juvenile*



*Figur 6. Replikatvis clusterplott for bløtbunnsfaunaen på hovedstasjon 2.*



## Konklusjon

Strømmålingene på tre meters dyp viste at vanntransporten hovedsakelig var nordøstlig. Resultatene fra strømmålingen indikerer at vanntransporten (tidevann) primært går fra molo inn i indre havn og ut mot nordøst, innerst i vika (Hjellskjæret) ved Gjerdneset. I over 60 % av målingsintervallet var strømmen under 3 m/s og indikerer lite strøm og lav vannutskifting. I 12 % av målingsperioden var det ingen strøm i vannmassene. De hydrografiske målingene viste at oksygenforholdene innfrir vanddirektivets miljømål til tross for forventet lav vannutskifting. Lav vannutskifting er forventet fordi havnebassenget er grunt og delvis avstengt i nordøst mot Hjellskjæret.

Fosfor og ammonium finnes naturlig og i store mengder i prosessvann fra fiskeindustrien og i avføring/avløpsvann. De høyeste målingene av fosfor er målt i mars, da fiskeriene på Ballstad er mest aktive og den naturlige forekomsten av næringssalter forventes å være lav. Det er således naturlig å anta at prosessvann fra fiskeindustrien i Ballstad havn som den største tilførselskilden av dette næringsstoffet. Næringssaltene Fosfat-P, P-total og ammonium-N overskrider miljømål for god kjemisk tilstand og det er i følge Veileder 02:2013 nødvendig med tiltak for å nå miljømål.

Miljøgiftene PAH og TBT dominerte i sedimentprøven fra hovedstasjon 2 og tilsvarte tilstandsklasse DÅRLIG. Dette er de samme miljøgiftene som dominerte før mudring- og utdypingsarbeidet ble utført i Ballstad havn i 2002-2003. Før mudring hadde imidlertid PAH og TBT blitt målt til verdier som tilsvarte tilstandsklasse SVÆRT DÅRLIG. Dette indikerer at mudringen har resultert i at sedimentene har en redusert forurensning av PAH og TBT. I følge Kystverket befinner hovedpunkt 2 seg innenfor det området som ble mudret og utdypet (pers. komm. Tone Sivertsen, Kystverket). Forurensningen her er med stor sannsynlighet et resultat av at dette området er forurenset på nytt, i etterkant av mudring og utdyping i 2002-2003. Det ble imidlertid ikke utført sedimentundersøkelser i etterkant av mudringen, så det er uvisst om all forurensning ble fjernet. Likeledes er det sannsynlig at marine forurensete sedimenter fra områder der det ikke ble fjernet, kan virvles opp og forflyttes til dypere, utdypede områder (resedimentering).

TOC-nivået var forhøyet i sedimentene fra alle stasjonene. Sedimenter fra hovedstasjon 3 var i MODERAT tilstand, tilstand på hovedstasjon 2 var DÅRLIG og fra de tre andre stasjonene SVÆRT DÅRLIG tilstand. Det antas at den nordøstlige retning på vanntransport og lav dybde har bidratt til at sedimentære avsetninger er størst fra hovedstasjon til innerst ved Hjellskjæret, som gir utslag i høye TOC-verdier og mudderaktige sedimenter. Det er vanskelig vite om de høye TOC nivåene skyldes kloakkutslipp alene. Generelt sett kan ofte høye TOC nivåer nært land relateres til urensset kloakkutslipp eller utslipp av annet organisk materiale, som f. eks fiskeavfall etc. Det er imidlertid grunn til å anta at utslippene skyldes kloakkutslipp da tilstanden ved hovedstasjon 2, ved fiskebruket Nic. Haug er betydelig bedre enn de andre, innenforliggende stasjonene der kloakk slippes ut. Utdypingen ved denne stasjonen i 2002-2003 skal ikke ha stor innvirkning på resultatet på TOC-nivåer

i sedimentprøven da resedimenteringen av organisk materiale vil være stor over en tidsperiode på 12 år.

På hovedstasjon 2 ble sedimentene i tillegg undersøkt på bakgrunn av kvantitative bunndyrsanalyser. Bløtbunnsamfunnet var forstyrret, vist ved moderat lav diversitet og dominans av opportunister. Diversitetsindeksene ( $H'$  og  $ES_{100}$ ) viste MODERAT økologisk tilstand, mens de andre indeksene inkludert NEQR viste DÅRLIG økologisk tilstand. At artssammensetningen i bunndyrsamfunnet på hovedstasjon 2 viser DÅRLIG tilstand tyder på stor belastning over lang tid. I forkant av mudring og utdyping i 2002-2003 ble det ikke utført grundige bunndyrsanalyser. En enkel manuell bunndyrsundersøkelse på stedet indikerte at det ikke ble funnet liv i sedimentprøver som ble tatt med grabb (Scandiaconsult, 2003). Ved innsamling av bunndyrprøver til den foreliggende undersøkelsen ble det observert levende organismer med det blotte øyet. Dette kan tyde på at bunndyrsamfunnet per i dag er bedre enn før mudring og utdyping. Det er likevel uvisst om det ville vært oppdaget liv i prøvene fra 2002 og 2003 dersom disse hadde blitt analysert på laboratorium. Det eksisterer per dags dato et etablert bunndyrsamfunn, men om dette bunndyrsamfunnet er av samme artssammensetning som før mudring er det ikke mulig å si noe om.

Miljømålet "god kjemisk tilstand" gjelder uavhengig av målet om godt økologisk potensial (GØP) og om vannforekomsten er sterkt modifisert eller naturlig. De fleste analyserte parameterne overskrider således miljømål for god kjemisk tilstand og det er i følge Veileder 02:2013) nødvendig med tiltak for å nå miljømål.

## Kommentarer og forslag til overvåking

Ut fra resultater av den foreliggende miljøundersøkelsen er det grunn til å foreslå en overvåking av de forurensede marine sedimentene. Spesielt dersom det foreligger planer om utdypinger eller andre prosesser der sjøbunn i havn påvirkes og forårsaker spredning av forurensede sedimenter. Kystverket skal foreta en utdyping i Ballstad havn. I forbindelse med denne utdypingen forventes det at Kystverket tar en miljøsanering av bunnsedimentene med i planene. Det vil da også være nødvending med en prøvetaking i etterkant av sanering for å kunne fastslå ny tilstand.

For at vannforekomsten Ballstad havn skal nå sine miljømål om god kjemisk tilstand og godt økologisk potensial (GØP) er det nødvending med tiltak. I de siste avsnittene og i tabell 13 foreslås det opplegg for overvåking og konkrete tiltak for å oppnå lovpålagte miljømål.

Vannforekomsten Ballstad havn har midlertid ingen akutt forurensning som utgjør en reell fare for lokalbefolkningen. Denne klart avgrensede forurensningen er primært et problem dersom det skal utføres fysiske tiltak i havnebassenget. En planlagt sanering av avløpsrør skal i følge Odd Risjord i Vestvågøy kommune ikke kreve fysiske inngrep utover å legge rørledning rett på havbunn (pers. komm.). Målet for Vestvågøy kommune er at Ballstad havn om noen år skal være uten belastning fra avløp. Analysen av næringssalter gav ikke et enhetlig svar på om havnebassenget er belastet med kloakk. Det er likevel sannsynlig at de foreliggende resultatene kan fungere som en referanse for å kunne se om saneringen gir bedre forhold i havnebassenget.

Det bør gjøres en vurdering av om det er nødvendig med supplerende miljøundersøkelser. Flere prøver av miljøgifter i sediment fra havnebassenget vil kunne gi et bedre bilde av forurensningssituasjonen i Ballstad havn. Ved å sette opp flere prøvepunkter i områder der det ikke ble mudret, mot områder der det ble mudret og utdypet i 2002-2003, kan en bedre sammenligne effekten av mudring og utdyping. Vi anbefaler å gjenta de samme miljøundersøkelsene som ble utført i foreliggende rapport etter med jevne mellomrom for å følge utviklingen av miljøtilstanden over tid (tabell 13). Vannprøvetaking gir et bilde av den umiddelbare utslippssituasjonen og er relativt billige undersøkelser. TOC og sedimentprøver kan gjentas årlig etter at kloakken er sanert. Også dette er relativt rimelige undersøkelser. Bunndyrundersøkelser er kostbare og kan gjentas fem år etter kloakksanering.

De utførte strømmålingene kan ikke i seg selv si noe konkret om hva havna tåler av utslipp men gi en indikasjon på graden av vannutskifting og således si noe om resipientens (havnens) kapasitet til å tåle utslipp. Det er således mulig å sette opp en numerisk hydrodynamisk modell med svært høy oppløsning og slippe ut tusenvis av partikler inne i modellen av Ballstad Havn. Det kan da beregnes hvor lang tid det typisk tar å få skylt ut partiklene bort fra Ballstad Havn. På denne måten kan det beregnes en veiledende verdi for utskiftningstiden og kalkuleres tålegrense for forurensning/ utslipp. Ved nærsone for potensielle utslipp kan det likeledes settes opp en utslippsmodell (pers. komm. Øyvind Leikvin, osceanograf, Akvaplan-niva).

SALT rapport nr. 1009  
Miljøundersøkelse i Ballstad havn

Tabell 13. Oversikt over forslag til overvåkning og tiltak for å forbedre miljøtilstanden i Ballstad havn.

Prøvetakingsmetode/ tiltak	Prøvetakingsfrekvens	Gir informasjon om
Vannprøver-næringsalter	1-5 år *	Umiddelbare organiske utslipp. Detekterer kloakkutslipp og utslipp fra for eksempel fiskeindustri
Bunndyrprøver	Etter 5 år	Belastning over tid. Vil være en god indikator på om sanering av kloakk eller andre tiltak gir bedring over tid.
Sedimenter- TOC og korn, fra flere punkter	1-5 år *	Gir informasjon om organisk forurensning fra et nærliggende utslipp. Kan benyttes til å detektere effekten av sanering av kloakk eller andre tiltak.
Sedimenter-miljøgifter, fra flere punkter	1-5 år	Miljøgifter har lang nedbrytningstid og for å redusere nivåene av miljøgifter må sedimentene fjernes. Måling av miljøgifter før og etter fjerning av sedimenter vil gi et bilde på om man har lyktes med å fjerne miljøgiftene.
Sanering av avløpsrør		Redusert tilførsel av næringsalter og organisk materiale
Håndtering /siling av prosessvann		Redusert tilførsel av næringsalter og organisk materiale
Numerisk hydrodynamisk modell		Kalkulere tålegrense for forurensning og utslipp

\* I Vannforskriften og Veileder 97:03 oppfordres det til å utføre gjentakende vannprøver med en prøvetakingsfrekvens fra 1 til 5 år i kystvann. Prøvetakingsfrekvensen er således avhengig av målet med og behovet for overvåkning og informasjon.

Det er nødvendig med miljøtiltak for å forbedre miljøtilstanden i Ballstad havn, og for å nå målene om god kjemisk tilstand og godt økologisk potensial (GØP). Den planlagte saneringen av avløpsrør vil ha en umiddelbar positiv innvirkning på vannkvaliteten og sjøbunnen vil på sikt kunne forbedres slik at rekreasjonsverdien av arealene i og rundt havnebassenget vil øke. Et annet tiltak som vil redusere den organiske belastningen i havna, vil være å overholde det pålagte kravet om siling av prosessvann og utslippsledning til 10 meter under laveste lavvann. Dersom siling av prosessvann og siling av kloakk ikke er tilstrekkelig for å oppnå god miljøtilstand vil det være et behov for å lede prosessvannet ut av havna. Effekten av et slik tiltak vil kunne måles ved å gjenta prøvetakingen av næringsstoffer i vannet. Det mest effektive tiltaket vil imidlertid være å utføre en større fjerning/mudring av forurensede marine sedimenter fra de delene av havnebassenget der det er påvist påvirkning som overgår grenseverdier. Dette vil være et svært kostbart og omfattende prosjekt som også krever tiltak som reduserer faren for spredning av forurensede marine sedimenter, samt forsvarlig deponering av disse massene. Effekten av et slik tiltak vil midlertid gi langvarige effekter og vil sammen med de planlagte tiltakene være med på å gi en mer permanent forbedret miljøsituasjon i Ballstad havn.

## Referanser

Agropub. [www.agropub.no/id/5359](http://www.agropub.no/id/5359)

Aure, J., Dahl, E., Green, N., Magnusson, J., Moy, F., Pedersen, A., Rygg, B og Walday, M., 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking. *Rapport 510/93*.

ISO 5667-19, 2004. Guidance on sampling of marine sediments.

ISO 16665, 2005. Water quality – Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macro fauna.

Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J. og Sørensen, J., 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Statens forurensningstilsyn. Veiledning 97:03.

Miljøstatus [www.miljostatus.no](http://www.miljostatus.no)

Rygg, B. & K. Norling., 2013. Norwegian Sensitive Index (NSI) for marine macro invertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI). NIVA report SNO 6475-2013. 48 p.

Scandiaconsult (2003). Miljøundersøkelse 2003; Miljøteknisk sedimentundersøkelse. Rapport fra Ballstad, Vestvågøy kommune.

SALT (2014) Miljøundersøkelse i Skjerstadvfjorden. Busch KE, Iversen KR, Nashoug BF. SALT rapport nr. 1006

SALT (2013) Strandkantdeponi Ballstad- Status og prosessevaluering. Nashoug BF, Busch KE. SALT rapport nr. 1005

SALT (2012) FJORDSTANDARD. Veileder i standard miljøoppfølging av fjordsystemer. Iversen KR, Larsen LH, Eiane K, Busch KE. SALT rapport nr. 1001

Tiltaksanalyse, Vannområde Lofoten, Vannportalen

Vann-nett [www.vann-nett.no](http://www.vann-nett.no)

Vannforskriften (FOR 2006-16-15-nr-1446) Forskrift om rammer for vannforvaltningen

Vannportalen [www.vannportalen.no](http://www.vannportalen.no)

Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.

Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.

Veileder 01:2014 Sterkt modifiserte vannforekomster; utpeking, fastsetting av miljømål og bruk av unntak

SALT rapport nr. 1009  
Miljøundersøkelse i Ballstad havn

**Vedlegg 1. Tilstandsklasser for miljøgifter i sediment**

Risikovurdering av forurenset sediment – Bakgrunnsdokument (TA-2803/2011)

**Sediment**

Metaller	CAS nr.	Øvre	Øvre	Øvre	Øvre
		grense I	grense II	grense III	grense IV
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Arsen		20	52	76	580
Bly		30	83	100	720
Kadmium		0.25	2.6	15	140
Kobber		35	51	55	220
Krom		70	560	5900	59000
Kvikksolv		0.15	0.63	0.86	1.6
Nikkel		30	46	120	840
Sink		150	360	590	4500
PAH		µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
Naftalen	91-20-3	2	290	1000	2000
Acenaftylene	208-96-8	1.6	33	85	850
Acenaften	83-32-9	4.8	160	360	3600
Fluoren	86-73-7	6.8	260	510	5100
Fenantren	85-01-8	6.8	500	1200	2300
Antracen	120-12-7	1.2	31	100	1000
Fluoranthren	206-44-0	8	170	1300	2600
Pyren	129-00-0	5.2	280	2800	5600
Benzo[a]antracen	56-55-3	3.6	60	90	900
Chrysen	218-01-9	4.4	280	280	560
Benzo[b]fluoranten	205-99-2	46	240	490	4900
Benzo[k]fluoranten	207-08-9		210	480	4800
Benzo(a)pyren	50-32-8	6	420	830	4200
Indeno[123cd]pyren	193-39-5	20	47	70	700
Dibenzo[ah]antracen	53-70-3	12	590	1200	12000
Benzo[ghi]perylene	191-24-2	18	21	31	310
PAH16		300	2000	6000	20000
Andre organiske		µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
PCB7		5	17	190	1900
PCDD/F (TEQ)		0.01	0.03	0.10	0.50
ΣDDT / DDT (basert på DDE)			20	490	4900
Lindan	608-73-1, 58-89-9		1.1	2.2	11
Heksaklorbenzen (HCB)	118-74-1	0.5	17	61	610
Pentaklorbenzen	608-93-5		400	800	4000
Triklorbenzen	12002-48-1		56	700	1400
Hexaklorbutadien	87-68-3		49	66	660
Høyklorerte kortkjedede klorerte parafiner (SCCP)	85535-84-8		1000	2800	5600
Høyklorerte mellomkjedede klorerte parafiner (MCCP)	85535-85-9		4600	27000	54000
Pentaklorfenol	87-86-5		12	34	68
Oktylfenol	1806-26-4 og 140-66-9		3.3	7.3	36
Nonylfenol	84852-15-3 og 25154-52-3		18	110	220

# SALT rapport nr. 1009

Risikovurdering av forurenset sediment – Bakgrunnsdokument (TA-2803/2011)

Bisfenol A	80-05-7		11	79	790
TBBPA	79-94-7		63	1100	11000
Pentabromodifenyleter (PBDE)	32534-81-9		62	7800	16000
HBCDD	25637-99-4	0.3	86	310	610
PFOS	-	0.17	220	630	3100
Diuron	330-54-1		0.71	6.4	13
Irgarol	28159-98-0		0.08	0.50	2.5

<b>Grenseverdier for TBT</b>					
TBT (µg/kg) – Effektbasert	688-73-3 (36643- 28-4)	1	0.002	0.016	0.032
TBT (µg/kg) - forvatningsmessig	688-73-3 (36643- 28-4)	1	5	20	100

SALT rapport nr. 1009  
Miljøundersøkelse i Ballstad havn

Vedlegg 2. Analyseresultater-næringsalter A1=Hvd.st.1, A2 = Hvd.st. 2, osv.

## Rapport

N1417078

Side 1 (5)

IXMOYW5A4G



Registrert 2014-12-15 12:43  
Utstedt 2014-12-22

Salt Lofoten AS  
Benedikte Farstad Nashoug

Pb 91, N-8301 Svolvær  
Norge

Prosjekt SALT, Ballstad Havn  
Bestnr Ballstad\_uke\_50

### Analyse av vann

Deres prøvenavn	A1.1 Sjøvann					
Labnummer	N00341419					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Nitrat-N (NO3-N)	0.052	0.0104	mg/l	1	1	JIBJ
Nitritt-N (NO2-N)	0.0023	0.002	mg/l	2	1	JIBJ
Fosfat-P (ortofosfat-P)	0.014	0.004	mg/l	3	1	JIBJ
P-total	0.029	0.006	mg/l	4	1	JIBJ
N-total	0.176	0.04	mg/l	5	1	JIBJ
Ammonium-N (NH4-N)	0.032	0.01	mg/l	6	1	JIBJ
Si (Silisium)	0.088	0.02	mg/l	7	1	JIBJ

Deres prøvenavn	A2.1 Sjøvann					
Labnummer	N00341420					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Nitrat-N (NO3-N)	0.051	0.0102	mg/l	1	1	JIBJ
Nitritt-N (NO2-N)	0.0020	0.002	mg/l	2	1	JIBJ
Fosfat-P (ortofosfat-P)	0.014	0.004	mg/l	3	1	JIBJ
P-total	0.025	0.006	mg/l	4	1	JIBJ
N-total	0.155	0.04	mg/l	5	1	JIBJ
Ammonium-N (NH4-N)	0.029	0.01	mg/l	6	1	JIBJ
Si (Silisium)	0.079	0.02	mg/l	7	1	JIBJ

ALS Laboratory Group Norway AS  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert av



SALT rapport nr. 1009  
Miljøundersøkelse i Ballstad havn

Rapport

N1417078

Side 2 (5)

IXMOYW5A4G



Deres prøvenavn	<b>A3.1 Sjøvann</b>					
Labnummer	N00341421					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Nitrat-N (NO3-N)	0.047	0.0094	mg/l	1	1	JIBJ
Nitritt-N (NO2-N)	0.0021	0.002	mg/l	2	1	JIBJ
Fosfat-P (ortofosfat-P)	0.01	0.004	mg/l	3	1	JIBJ
P-total	0.096	0.0096	mg/l	4	1	JIBJ
N-total	0.175	0.04	mg/l	5	1	JIBJ
Ammonium-N (NH4-N)	0.018	0.01	mg/l	6	1	JIBJ
Si (Silisium)	0.065	0.02	mg/l	7	1	JIBJ

ALS Laboratory Group Norway AS  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert av

SALT rapport nr. 1009  
Miljøundersøkelse i Ballstad havn

Rapport

N1417078

Side 3 (5)

IXMOYW5A4G



\* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.  
n.d. betyr ikke påvist.  
n/a betyr ikke analyserbart.  
< betyr mindre enn.  
> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	<p><b>Bestemmelse av Nitrat- N (NO<sub>3</sub>-N) i drikkevann, ferskvann, saltvann og avløpsvann</b></p> <p>Metode: DS 222+223,MOD,AK165 Måleprinsipp: NO<sub>3</sub>-N bestemmes som differansen mellom verdien av NO<sub>2</sub>+NO<sub>3</sub>-N (DS 223) og verdien av NO<sub>2</sub> (DS 222). DS 223: Nitrat reduseres til nitritt av kadmium. Metoden benytter kadmiumgranulat med kobbersulfat pakket i en glasskolonne. Nitritt bestemmes ved diazotering med sulfanilamid og kobling med N-(1-naftyl)-etylendiamid-di-hydroklorid som danner et kraftig farget azofargestoff som måles spektrofotometrisk ved 540nm.</p> <p>DS 222: Diazotisering av sulfanilamid med nitritt i fosforsyre ved pH 1.9 og deretter dannelse av et azofargestoff med N-(1-naftyl)-etylendiamid. Absorbansen detekteres ved 520 nm.</p> <p>Rapporteringsgrenser: Drikkevann LOD 6 µg/L Ferskvann LOD 0,5 µg/L Saltvann LOD 0,5 µg/L Avløpsvann LOD 6 µg/L</p> <p>☐ ☐</p>
2	<p><b>Bestemmelse av Nitritt- N (NO<sub>2</sub>-N) i vann</b></p> <p>Metode: DS 222 Måleprinsipp: Diazotisering av sulfanilamid med nitritt i fosforsyre ved pH 1.9 og deretter dannelse av et azofargestoff med N-(1-naftyl)-etylendiamid. Absorbansen detekteres ved 520nm.</p> <p>Rapporteringsgrenser: Rentvann/Saltvann LOD 0,5 µg/L Drikkevann LOD 0,002 mg/L</p> <p>Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10 %.</p> <p>☐ ☐</p>
3	<p><b>Bestemmelse av Fosfat-P (ortofosfat-P) i vann</b></p> <p>Metode: DS 291 ,MOD (EN ISO 6878) Måleprinsipp: Ortofosfationen reagerer med ammonium molybdat og katalysatoren antimon kalium tartrat i surt miljø og danner et 12-molybdofosfor syrekompleks. Komplekset reduseres så med askorbinsyre og danner et blått molekyl som detekteres spektrofotometrisk ved 880nm.</p> <p>Rapporteringsgrenser: Rent vann LOD 1 µg/l Urent vann LOD 4 µg/l</p> <p>Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 4 %</p> <p>☐ ☐</p>
4	<p><b>Bestemmelse av fosfor (Total-P) i ferskvann, sjøvann, rentvann eller urentvann</b></p>

ALS Laboratory Group Norway AS  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert av

SALT rapport nr. 1009  
Miljøundersøkelse i Ballstad havn

Rapport

N1417078

Side 4 (5)

IXMOYW5A4G



Metodespesifikasjon		
Metode: Måleprinsipp:  Rapporteringsgrenser: Måleusikkerhet: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	DS/EN ISO 6878:2004 Ammonium heptamolybdat og Kaliumantimon(III)oksid tartrat reagerer i sure omgivelser med fortennet løsning av fosfat for å danne et antimon-fosfo-molybdat-kompleks. Dette komplekset reduseres med L(+) askorbinsyre som danner et sterkt blåfarget kompleks som detekteres ved 880nm. LOD 3 µg/l Relativ usikkerhet 10 % <input type="checkbox"/>	
5	<b>Bestemmelse av nitrogen i drikkevann, rentvann, ferskvann, sjøvann eller avløpsvann</b>  Metode: Måleprinsipp:  Rapporteringsgrenser:  Måleusikkerhet: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	DS/EN ISO 11905-1:1998 Kaliumperoksodisulfat og natriumhydroksyd mikses med prøven og varmes så nitrogen omdannes til nitritt som igjen reduseres til nitritt i en glasskolonne med kadmiumgranulat og kobbersulfat. Nitritt bestemmes ved diazotering med sulfanilamid og kobling Med N-(1-naftyl)-etylendiamid-di-hydroklorid som danner et kraftig farget azofargestoff som måles spektrofotometrisk ved 540nm. Drikkevann LOD 0,04 mg/L Rentvann LOD 0,02 mg/l Ferskvann LOD 10 µg/L Sjøvann LOD 10 µg/L Avløpsvann LOD 0,5 mg/L Relativ usikkerhet 10 % <input type="checkbox"/>
6	<b>Bestemmelse av ammonium eller ammonium-N i vann</b>  Metode: Måleprinsipp:  Rapporteringsgrenser:  Måleusikkerhet: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	SM 17udg. 4500-NH3 Alkalisk fenol og hypokloritt reagerer med ammonium og danner indofenolblått som er proporsjonal med ammoniumkonsentrasjonen. Ammonium LOD 0,004 mg/L Ammonium-N LOD 0,003 mg/L Relativ usikkerhet 10 % <input type="checkbox"/>
7	<b>Bestemmelse av silisium i silikat</b>  Metode: Måleprinsipp:  Rapporteringsgrenser: Måleusikkerhet: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Koroleff, mod AK 165. tilsvarer NS-EN ISO 16264.  Reaktivt Si i syreløsning under pH 2 reagerer med ammoniummolybdat og danner gult silisiummolybdat. Dette reduseres med askorbinsyre som da danner et blått kompleks. Dette detekteres spektrofotometrisk. LOD 0,006 mg/l Relativ usikkerhet 5 % <input type="checkbox"/>

ALS Laboratory Group Norway AS  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert av

SALT rapport nr. 1009  
Miljøundersøkelse i Ballstad havn

---

## Rapport

Side 5 (5)

N1417078

IXMOYW5A4G



Godkjenner	
JIBJ	Jan Inge Bjørnengen

Underleverandør <sup>1</sup>	
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Denmark A/S, Bakkegårdsvej 406A, 3050 Humlebæk, Danmark Akkreditering: DANAK, registreringsnr. 361

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

---

<sup>1</sup> Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

ALS Laboratory Group Norway AS  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert av

SALT rapport nr. 1009  
Miljøundersøkelse i Ballstad havn

## Rapport

N1500804

Side 1 (5)

MUU900ETDC



Registrert 2015-01-26 12:56  
Utstedt 2015-02-06

Salt Lofoten AS  
Benedikte Farstad Nashoug

Pb 91, N-8301 Svolvær  
Norge

Prosjekt SALT, Ballstad Havn  
Bestnr Ballstad\_uke\_4

### Analyse av vann

Deres prøvenavn	A.1.2 Sjøvann					
Labnummer	N00346405					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Nitrat-N (NO <sub>3</sub> -N)	0.055	0.011	mg/l	1	1	JIBJ
Fosfat-P (ortofosfat-P)	0.013	0.004	mg/l	2	1	JIBJ
P-total	0.036	0.006	mg/l	3	1	JIBJ
Ammonium-N (NH <sub>4</sub> -N)	0.044	0.01	mg/l	4	1	JIBJ
Si (Silisium)	0.088	0.02	mg/l	5	1	JIBJ
Nitritt-N (NO <sub>2</sub> -N)	0.0028	0.002	mg/l	6	1	JIBJ

Deres prøvenavn	A.2.2 Sjøvann					
Labnummer	N00346406					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Nitrat-N (NO <sub>3</sub> -N)	0.059	0.0118	mg/l	1	1	JIBJ
Fosfat-P (ortofosfat-P)	0.014	0.004	mg/l	2	1	JIBJ
P-total	0.031	0.006	mg/l	3	1	JIBJ
Ammonium-N (NH <sub>4</sub> -N)	0.048	0.01	mg/l	4	1	JIBJ
Si (Silisium)	0.106	0.02	mg/l	5	1	JIBJ
Nitritt-N (NO <sub>2</sub> -N)	0.0024	0.002	mg/l	6	1	JIBJ

ALS Laboratory Group Norway AS  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert av

SALT rapport nr. 1009  
Miljøundersøkelse i Ballstad havn

**Rapport**

**N1500804**

Side 2 (5)

MUU900ETDC



Deres prøvenavn	<b>A.3.2 Sjøvann</b>					
Labnummer	N00346407					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Nitrat-N (NO3-N)	0.055	0.011	mg/l	1	1	JIBJ
Fosfat-P (ortofosfat-P)	0.011	0.004	mg/l	2	1	JIBJ
P-total	0.027	0.006	mg/l	3	1	JIBJ
Ammonium-N (NH4-N)	0.017	0.01	mg/l	4	1	JIBJ
Si (Silisium)	0.096	0.02	mg/l	5	1	JIBJ
Nitritt-N (NO2-N)	0.0026	0.002	mg/l	6	1	JIBJ

Deres prøvenavn	<b>A.Ref.2 Sjøvann</b>					
Labnummer	N00346408					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Nitrat-N (NO3-N)	0.052	0.0104	mg/l	1	1	JIBJ
Fosfat-P (ortofosfat-P)	0.005	0.004	mg/l	2	1	JIBJ
P-total	0.022	0.006	mg/l	3	1	JIBJ
Ammonium-N (NH4-N)	0.019	0.01	mg/l	4	1	JIBJ
Si (Silisium)	0.067	0.02	mg/l	5	1	JIBJ
Nitritt-N (NO2-N)	0.0027	0.002	mg/l	6	1	JIBJ

ALS Laboratory Group Norway AS  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert av

SALT rapport nr. 1009  
Miljøundersøkelse i Ballstad havn

## Rapport

N1501712

Side 1 (5)

OBJQACYZAU



Registrert 2015-02-17 10:56  
Utstedt 2015-02-23

Salt Lofoten AS  
Benedikte Farstad Nashoug

Pb 91, N-8301 Svolvær  
Norge

Prosjekt SALT, Ballstad Havn  
Bestnr Ballstad\_uke\_7

### Analyse av vann

Deres prøvenavn	<b>A1.3</b> Sjøvann					
Labnummer	N00349404					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Nitrat-N (NO3-N)	0.059	0.0118	mg/l	1	1	CAFR
Fosfat-P (ortofosfat-P)	0.010	0.004	mg/l	2	1	CAFR
P-total	0.026	0.006	mg/l	3	1	CAFR
Ammonium-N (NH4-N)	0.005	0.01	mg/l	4	1	CAFR
Si (Silisium)	0.109	0.02	mg/l	5	1	CAFR
Nitritt-N (NO2-N)	0.0016	0.002	mg/l	6	1	CAFR
N-total	0.144	0.04	mg/l	7	1	CAFR

Deres prøvenavn	<b>A2.3</b> Sjøvann					
Labnummer	N00349405					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Nitrat-N (NO3-N)	0.062	0.0124	mg/l	1	1	CAFR
Fosfat-P (ortofosfat-P)	0.010	0.004	mg/l	2	1	CAFR
P-total	0.026	0.006	mg/l	3	1	CAFR
Ammonium-N (NH4-N)	0.010	0.01	mg/l	4	1	CAFR
Si (Silisium)	0.102	0.02	mg/l	5	1	CAFR
Nitritt-N (NO2-N)	0.0015	0.002	mg/l	6	1	CAFR
N-total	0.151	0.04	mg/l	7	1	CAFR

ALS Laboratory Group Norway AS  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert av

SALT rapport nr. 1009  
Miljøundersøkelse i Ballstad havn

Side 2 (5)

OBJQACYZAU



Deres prøvenavn		<b>A3.3</b>					
		<b>Sjøvann</b>					
Labnummer		N00349406					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign	
Nitrat-N (NO3-N)	0.060	0.012	mg/l	1	1	CAFR	
Fosfat-P (ortofosfat-P)	0.008	0.004	mg/l	2	1	CAFR	
P-total	0.025	0.006	mg/l	3	1	CAFR	
Ammonium-N (NH4-N)	0.008	0.01	mg/l	4	1	CAFR	
Si (Silisium)	0.100	0.02	mg/l	5	1	CAFR	
Nitritt-N (NO2-N)	0.0015	0.002	mg/l	6	1	CAFR	
N-total	0.152	0.04	mg/l	7	1	CAFR	

Deres prøvenavn		<b>ARef3</b>					
		<b>Sjøvann</b>					
Labnummer		N00349407					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign	
Nitrat-N (NO3-N)	0.057	0.0114	mg/l	1	1	CAFR	
Fosfat-P (ortofosfat-P)	0.008	0.004	mg/l	2	1	CAFR	
P-total	0.023	0.006	mg/l	3	1	CAFR	
Ammonium-N (NH4-N)	<0.003		mg/l	4	1	CAFR	
Si (Silisium)	0.111	0.02	mg/l	5	1	CAFR	
Nitritt-N (NO2-N)	0.00096	0.002	mg/l	6	1	CAFR	
N-total	0.130	0.04	mg/l	7	1	CAFR	

ALS Laboratory Group Norway AS  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00

Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert av

Randi Skjeremo Telstad

Client Service

2015.02.23 15:13:50



SALT rapport nr. 1009  
Miljøundersøkelse i Ballstad havn

## Rapport

N1502948

Side 1 (5)

QCTRV71VNX



Registrert 2015-03-16 12:40  
Utstedt 2015-03-19

Salt Lofoten AS  
Benedikte Farstad Nashoug

Pb 91, N-8301 Svolvær  
Norge

Prosjekt SALT, Ballstad Havn  
Bestnr Ballstad\_uke\_11

### Analyse av vann

Deres prøvenavn	<b>A1.4</b> <b>Sjøvann</b>					
Labnummer	N00353572					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Nitrat-N (NO3-N)	0.061	0.0122	mg/l	1	1	CAFR
Fosfat-P (ortofosfat-P)	0.023	0.004	mg/l	2	1	CAFR
P-total	0.041	0.006	mg/l	3	1	CAFR
Ammonium-N (NH4-N)	0.049	0.01	mg/l	4	1	CAFR
Si (Silisium)	0.081	0.02	mg/l	5	1	CAFR
Nitritt-N (NO2-N)	0.0022	0.002	mg/l	6	1	CAFR
N-total	0.140	0.04	mg/l	7	1	CAFR

Deres prøvenavn	<b>A2.4</b> <b>Sjøvann</b>					
Labnummer	N00353573					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Nitrat-N (NO3-N)	0.060	0.012	mg/l	1	1	CAFR
Fosfat-P (ortofosfat-P)	0.028	0.004	mg/l	2	1	CAFR
P-total	0.044	0.006	mg/l	3	1	CAFR
Ammonium-N (NH4-N)	0.068	0.01	mg/l	4	1	CAFR
Si (Silisium)	0.086	0.02	mg/l	5	1	CAFR
Nitritt-N (NO2-N)	0.0021	0.002	mg/l	6	1	CAFR
N-total	0.341	0.04	mg/l	7	1	CAFR

ALS Laboratory Group Norway AS  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert av

SALT rapport nr. 1009  
Miljøundersøkelse i Ballstad havn

Rapport

N1502948

Side 2 (5)

QCTRV71VNX



Deres prøvenavn	<b>A3.4 Sjøvann</b>					
Labnummer	N00353574					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Nitrat-N (NO3-N)	0.057	0.0114	mg/l	1	1	CAFR
Fosfat-P (ortofosfat-P)	0.037	0.004	mg/l	2	1	CAFR
P-total	0.050	0.006	mg/l	3	1	CAFR
Ammonium-N (NH4-N)	0.099	0.01	mg/l	4	1	CAFR
Si (Silisium)	0.069	0.02	mg/l	5	1	CAFR
Nitritt-N (NO2-N)	0.0023	0.002	mg/l	6	1	CAFR
N-total	0.369	0.04	mg/l	7	1	CAFR

ALS Laboratory Group Norway AS  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert av

SALT rapport nr. 1009  
Miljøundersøkelse i Ballstad havn

## Rapport

N1503774

Side 1 (5)

SQZA95SDF4



Registrert 2015-03-31 10:59  
Utstedt 2015-04-16

Salt Lofoten AS  
Benedikte Farstad Nashoug

Pb 91, N-8301 Svolvær  
Norge

Prosjekt SALT, Ballstad Havn  
Bestnr Ballstad\_uke\_13

### Analyse av vann

Deres prøvenavn	A1.5 Sjøvann					
Labnummer	N00356766					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fosfat-P (ortofosfat-P)	0.034	0.004	mg/l	1	1	JIBJ
P-total	0.041	0.006	mg/l	2	1	JIBJ
N-total	0.257	0.04	mg/l	3	1	JIBJ
Ammonium-N (NH4-N)	0.113	0.0113	mg/l	4	1	JIBJ
Si (Silisium)	0.053	0.02	mg/l	5	1	JIBJ
Nitrat-N (NO3-N)	0.057	0.0114	mg/l	6	1	RATE
Nitritt-N (NO2-N)	0.0024	0.002	mg/l	7	1	RATE

Deres prøvenavn	A2.5 Sjøvann					
Labnummer	N00356767					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fosfat-P (ortofosfat-P)	0.029	0.004	mg/l	1	1	JIBJ
P-total	0.033	0.006	mg/l	2	1	JIBJ
N-total	0.158	0.04	mg/l	3	1	JIBJ
Ammonium-N (NH4-N)	0.053	0.01	mg/l	4	1	JIBJ
Si (Silisium)	0.058	0.02	mg/l	5	1	JIBJ
Nitrat-N (NO3-N)	0.058	0.0116	mg/l	6	1	RATE
Nitritt-N (NO2-N)	0.0019	0.002	mg/l	7	1	RATE

ALS Laboratory Group Norway AS  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert av

SALT rapport nr. 1009  
Miljøundersøkelse i Ballstad havn

Rapport

N1503774

Side 2 (5)

SQZA95SDF4



Deres prøvenavn	<b>A3.5 Sjøvann</b>					
Labnummer	N00356768					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fosfat-P (ortofosfat-P)	0.022	0.004	mg/l	1	1	JIBJ
P-total	0.032	0.006	mg/l	2	1	JIBJ
N-total	0.186	0.04	mg/l	3	1	JIBJ
Ammonium-N (NH4-N)	0.069	0.01	mg/l	4	1	JIBJ
Si (Silisium)	0.046	0.02	mg/l	5	1	JIBJ
Nitrat-N (NO3-N)	0.057	0.0114	mg/l	6	1	RATE
Nitritt-N (NO2-N)	0.0017	0.002	mg/l	7	1	RATE

Deres prøvenavn	<b>ARef5 Sjøvann</b>					
Labnummer	N00356769					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fosfat-P (ortofosfat-P)	0.015	0.004	mg/l	1	1	JIBJ
P-total	0.026	0.006	mg/l	2	1	JIBJ
N-total	0.177	0.04	mg/l	3	1	JIBJ
Ammonium-N (NH4-N)	0.038	0.01	mg/l	4	1	JIBJ
Si (Silisium)	0.061	0.02	mg/l	5	1	JIBJ
Nitrat-N (NO3-N)	0.062	0.0124	mg/l	6	1	RATE
Nitritt-N (NO2-N)	0.0027	0.002	mg/l	7	1	RATE

ALS Laboratory Group Norway AS  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert av

SALT rapport nr. 1009  
Miljøundersøkelse i Ballstad havn

## Rapport

N1504182

Side 1 (5)

T8BMESDJG7



Registrert 2015-04-14 12:31  
Utstedt 2015-04-22

Salt Lofoten AS  
Benedikte Farstad Nashoug

Pb 91, N-8301 Svolvær  
Norge

Prosjekt SALT, Ballstad Havn  
Bestnr Ballstad\_uke\_15

### Analyse av vann

Deres prøvenavn	A1.6 Sjøvann					
Labnummer	N00357693					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fosfat-P (ortofosfat-P)	0.018	0.004	mg/l	1	1	JIBJ
P-total	0.029	0.006	mg/l	2	1	JIBJ
N-total	0.110	0.04	mg/l	3	1	JIBJ
Ammonium-N (NH4-N)	0.076	0.01	mg/l	4	1	JIBJ
Si (Silisium)	0.023	0.02	mg/l	5	1	JIBJ
Nitrat-N (NO3-N)	0.030	0.006	mg/l	6	1	JIBJ
Nitritt-N (NO2-N)	0.0013	0.002	mg/l	7	1	JIBJ

Deres prøvenavn	A2.6 Sjøvann					
Labnummer	N00357694					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fosfat-P (ortofosfat-P)	0.020	0.004	mg/l	1	1	JIBJ
P-total	0.030	0.006	mg/l	2	1	JIBJ
N-total	0.218	0.04	mg/l	3	1	JIBJ
Ammonium-N (NH4-N)	0.079	0.01	mg/l	4	1	JIBJ
Si (Silisium)	0.024	0.02	mg/l	5	1	JIBJ
Nitrat-N (NO3-N)	0.023	0.0046	mg/l	6	1	JIBJ
Nitritt-N (NO2-N)	0.0012	0.002	mg/l	7	1	JIBJ

ALS Laboratory Group Norway AS  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert av

SALT rapport nr. 1009  
Miljøundersøkelse i Ballstad havn

Rapport

N1504182

Side 2 (5)

T8BMESDJG7



Deres prøvenavn	<b>A3.6 Sjøvann</b>					
Labnummer	N00357695					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fosfat-P (ortofosfat-P)	0.017	0.004	mg/l	1	1	JIBJ
P-total	0.028	0.006	mg/l	2	1	JIBJ
N-total	0.193	0.04	mg/l	3	1	JIBJ
Ammonium-N (NH4-N)	0.097	0.01	mg/l	4	1	JIBJ
Si (Silisium)	0.028	0.02	mg/l	5	1	JIBJ
Nitrat-N (NO3-N)	0.020	0.004	mg/l	6	1	JIBJ
Nitritt-N (NO2-N)	0.0012	0.002	mg/l	7	1	JIBJ

ALS Laboratory Group Norway AS  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert av

SALT rapport nr. 1009  
Miljøundersøkelse i Ballstad havn

Vedlegg 3. Analyseresultatert, miljøgifter i sediment

Rapport

N1417079

Side 1 (5)

JJY0KWZ199



Registrert 2014-12-15 12:50  
Utstedt 2014-12-29

Salt Lofoten AS  
Benedikte Farstad Nashoug

Pb 91, N-8301 Svolvær  
Norge

Prosjekt SALT, Ballstad Havn  
Bestnr Ballstad\_uke\_50

Analyse av sediment

Deres prøvenavn	B.P2.1 Sediment						
Labnummer	N00341422						
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign	
Tørrestoff (E)	53.7	3.25	%	1	1	JIBJ	
Vanninnhold	46.2	2.80	%	1	1	JIBJ	
Kornstørrelse >63 µm	78.2	7.8	%	1	1	JIBJ	
Kornstørrelse <2 µm	0.3	0.03	%	1	1	JIBJ	
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	JIBJ	
TOC	2.17		% TS	1	1	JIBJ	
Naftalen	10	3.14	µg/kg TS	1	1	JIBJ	
Acenaftylen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ	
Acenaften	10	3.14	µg/kg TS	1	1	JIBJ	
Fluoren	14	4.35	µg/kg TS	1	1	JIBJ	
Fenantren	211	63.3	µg/kg TS	1	1	JIBJ	
Antracen	40	12.0	µg/kg TS	1	1	JIBJ	
Fluoranten	469	141	µg/kg TS	1	1	JIBJ	
Pyren	414	124	µg/kg TS	1	1	JIBJ	
Benzo(a)antracen <sup>^</sup>	180	54.0	µg/kg TS	1	1	JIBJ	
Krysen <sup>^</sup>	254	76.2	µg/kg TS	1	1	JIBJ	
Benzo(b)fluoranten <sup>^</sup>	276	82.7	µg/kg TS	1	1	JIBJ	
Benzo(k)fluoranten <sup>^</sup>	177	53.0	µg/kg TS	1	1	JIBJ	
Benzo(a)pyren <sup>^</sup>	250	75.1	µg/kg TS	1	1	JIBJ	
Dibenzo(ah)antracen <sup>^</sup>	47	14.1	µg/kg TS	1	1	JIBJ	
Benzo(ghi)perylene	189	56.6	µg/kg TS	1	1	JIBJ	
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	177	53.2	µg/kg TS	1	1	JIBJ	
Sum PAH-16 <sup>*</sup>	2700		µg/kg TS	1	1	JIBJ	
Sum PAH carcinogene <sup>^*</sup>	1400		µg/kg TS	1	1	JIBJ	
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ	
PCB 52	1.86	0.558	µg/kg TS	1	1	JIBJ	
PCB 101	0.95	0.284	µg/kg TS	1	1	JIBJ	
PCB 118	1.98	0.594	µg/kg TS	1	1	JIBJ	
PCB 138	1.30	0.390	µg/kg TS	1	1	JIBJ	
PCB 153	1.13	0.338	µg/kg TS	1	1	JIBJ	
PCB 180	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ	
Sum PCB-7 <sup>*</sup>	7.2		µg/kg TS	1	1	JIBJ	
As (Arsen)	4.33	0.87	mg/kg TS	1	1	JIBJ	
Pb (Bly)	21.3	4.3	mg/kg TS	1	1	JIBJ	
Cu (Kopper)	43.7	8.75	mg/kg TS	1	1	JIBJ	
Cr (Krom)	6.93	1.38	mg/kg TS	1	1	JIBJ	

ALS Laboratory Group Norway AS  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert av

SALT rapport nr. 1009  
Miljøundersøkelse i Ballstad havn

Rapport

N1417079

Side 2 (5)

JJY0KWZI99



Deres prøvenavn	<b>B.P2.1 Sediment</b>					
Labnummer	N00341422					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	<5.0		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	66.7	13.3	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Tørstoff (L)	53.1	2	%	2	V	JIBJ
Monobutyltinnkation	3.62	1.43	$\mu$ g/kg TS	2	C	JIBJ
Dibutyltinnkation	5.99	2.39	$\mu$ g/kg TS	2	C	JIBJ
Tributyltinnkation	64.8	20.7	$\mu$ g/kg TS	2	C	JIBJ

ALS Laboratory Group Norway AS  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert av



## Rapport

Side 4 (5)

N1417079

JJY0KWZI99



\* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.  
n.d. betyr ikke påvist.  
n/a betyr ikke analyserbart.  
< betyr mindre enn.  
> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	Analyse av sediment basispakke - del 1  <b>Bestemmelse av Vanninnhold</b>  Metode: ISO 760 Kvantifikasjonsgrense: 0,010 % Deteksjon og kvantifisering: Karl Fischer  <b>Bestemmelse av Kornfordeling (&lt;63 µm, &gt;63 µm og &lt;2 µm)</b>  Metode: CZ_SOP_D06_07_N11 Kvantifikasjonsgrense: 0,10 %  <b>Bestemmelse av TOC</b>  Metode: DIN ISO 10694, CSN EN 13137 Kvantifikasjonsgrense: 0,010%TS Deteksjon og kvantifisering: Coulometrisk bestemmelse  <b>Analyse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16</b>  Metode: EPA 8270/8131/8091, ISO 6468 Kvantifikasjonsgrenser: 10 µg/kg TS Deteksjon og kvantifisering: GC/MSD  <b>Analyse av polyklorerte bifenyler, PCB-7</b>  Metode: DIN 38407-del 2, EPA 8082. Deteksjon og kvantifisering: GC-ECD Kvantifikasjonsgrenser: 0,7 µg/kg TS  <b>Analyse av metaller, M-1C</b>  Metode: EPA 200.7, ISO 11885 Deteksjon og kvantifisering: ICP-AES Kvantifikasjonsgrenser: As(0.50), Cd(0.10), Cr(0.25), Cu(0.10), Pb(1.0), Hg(0.20), Ni(5.0), Zn(1.0) alle enheter i mg/kg TS
2	Bestemmelse av tinnorganiske forbindelser.  Metode: ISO 23161:2011

ALS Laboratory Group Norway AS  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info\\_on@alsglobal.com](mailto:info_on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert av

SALT rapport nr. 1009  
Miljøundersøkelse i Ballstad havn

Rapport

N1417079

Side 5 (5)

JJY0KWZI99



Metodespesifikasjon	
Deteksjon og kvantifisering:	GC-ICP-SFMS
Kvantifikasjonsgrenser:	1 µg/kg TS

Godkjenner	
JIBJ	Jan Inge Bjørmengen

Underleverandør <sup>1</sup>	
C	GC-ICP-MS Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 2030
V	Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 2030
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekia Lokalisering av andre ALS laboratorier: Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163. Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

<sup>1</sup> Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

ALS Laboratory Group Norway AS  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info\\_on@alsglobal.com](mailto:info_on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert av

SALT rapport nr. 1009  
Miljøundersøkelse i Ballstad havn

**ALS Laboratory Group**  
ANALYTICAL CHEMISTRY & TESTING SERVICES

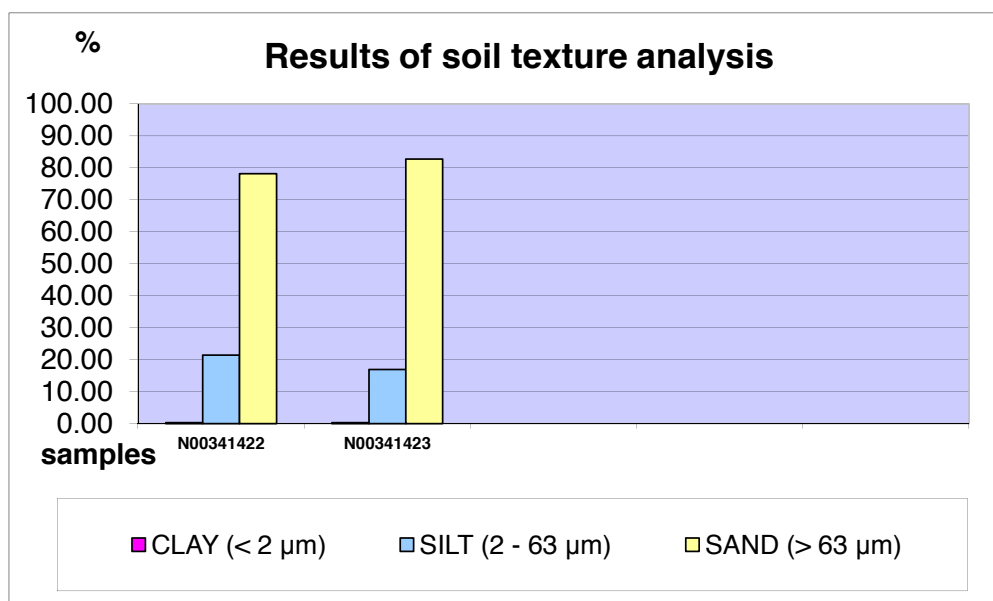


ALS Czech Republic, s.r.o., Na Harfě 336/9, 190 00 Praha 9

ALS Czech Republic, s.r.o., Laboratory Česká Lípa Attachment No. 1 to the Test Report No.: PR1473167  
Bendlova 1687/7, CZ-470 03 Česká Lípa, Czech Republic

**RESULTS OF SOIL TEXTURE ANALYSIS**

Sample label:	N00341422	N00341423
Lab. ID:	001	002
Gross sample weight [g]	14.67	17.37
CLAY (< 2 µm) [%]	0.33	0.27
SILT (2 - 63 µm) [%]	21.46	16.96
SAND (> 63 µm) [%]	78.21	82.78



**Test method specification: CZ\_SOP\_D06\_07\_120** Grain size analysis using the wet sieve analysis using laser diffraction (fraction from 2 µm to 63 mm) Fraction > 0.063 mm determined by wet sieving method, other fractions determined from the fraction "< 0.063mm" by laser particle size analyzer using liquid dispersion mode. Fractions "Sand >63 µm", "Silt 2-63 µm" and "Clay <2 µm" evaluated from measured data.

**Test specification, deviations, additions to or exclusions from the test specification:**

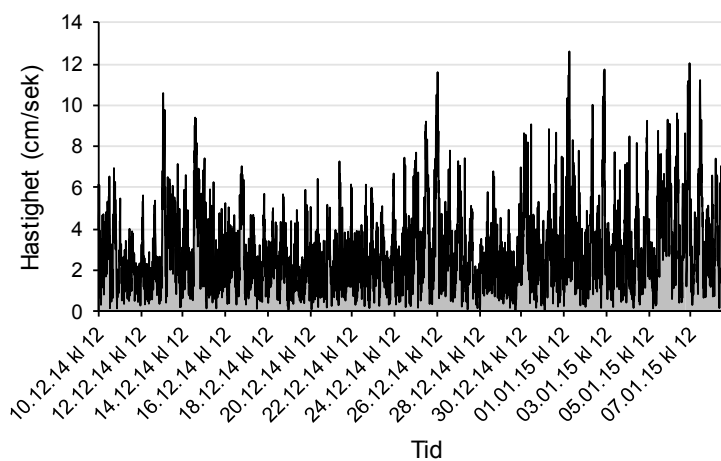
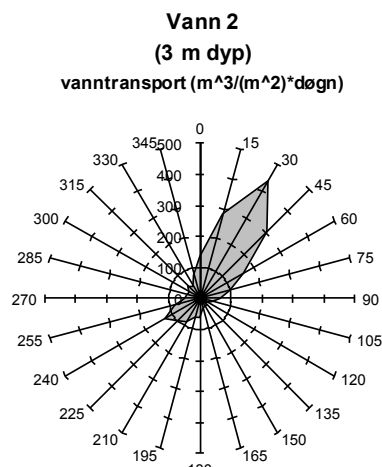
Page: 1 / 1

### Vedlegg 4. Strømmålinger på Hovedstasjon 2

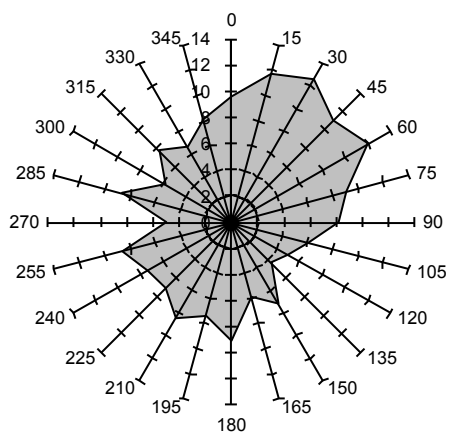
Strømmålinger på Hovedstasjon 2 (i figurene kalt Vann 2)

<b>Vann 2</b>			
<b>(3 m dyp)</b>			
	Hastighet (cm/s.)	Temp	
Max	12,6	5,9	
Min	0,0	2,5	
Gj.snitt	2,9	4,4	
% av målinger > 10 cm/s	1 %		
% av målinger < 10 > 3 cm/s	36 %		
% av målinger < 3 > 1 cm/s	51 %		
% av målinger < 1 cm/s	12 %		
95-prosentil (95 % av målinger ligger mellom 0 og ant cm/s. =>	6,7		
Residual strøm	1,1		
Residual retning	24		
Varians (cm/sek) <sup>2</sup>	3,7	0,6	
Standardavvik	1,9		
Stabilitet (Neumanns parameter)	0,4		

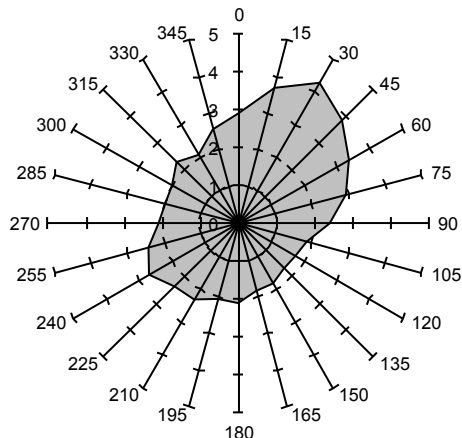
**Vann 2 (3 m dyp)**



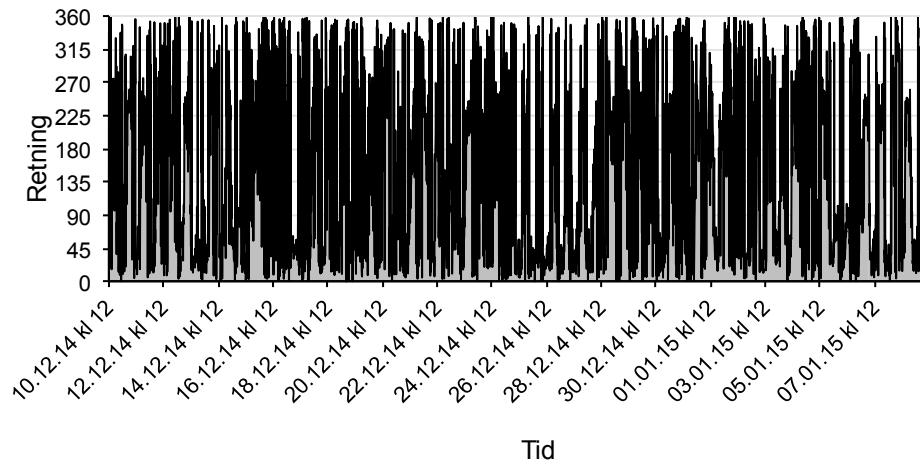
**Vann 2 (3 m dyp)**  
Maks hastighet (cm/s)



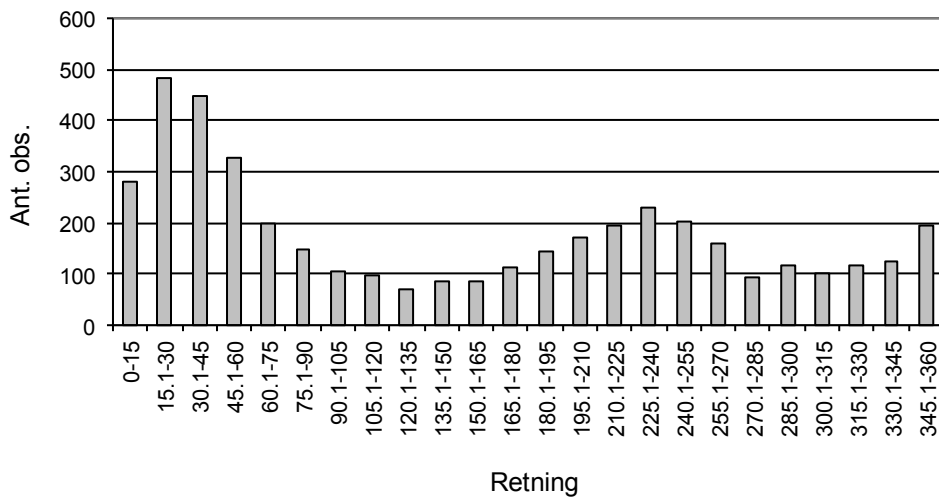
**Vann 2 (3 m dyp)**  
Gjennomsnittshastighet (cm/s)



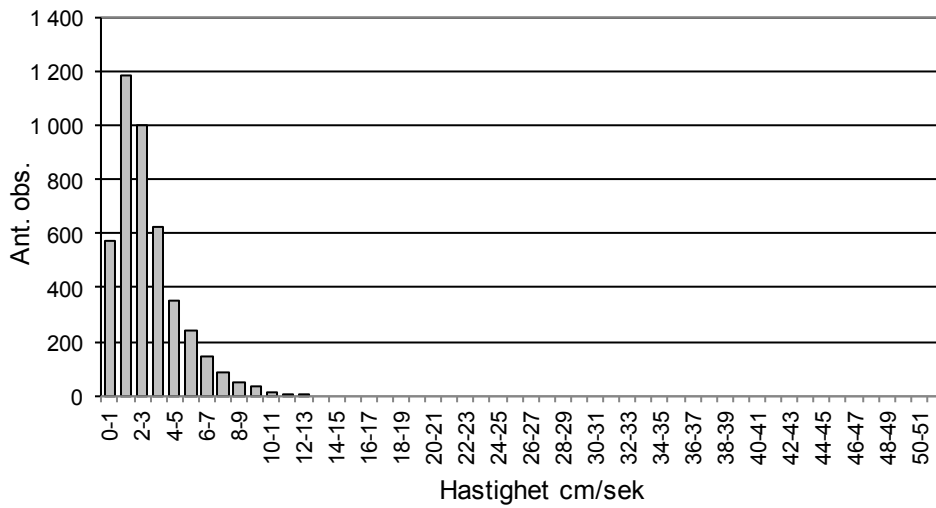
### Vann 2 (3 m dyp)



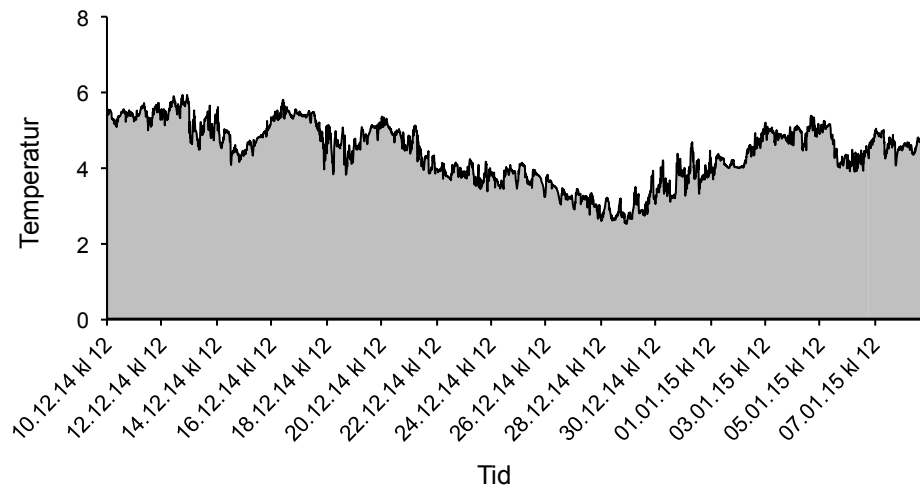
### Vann 2 (3 m dyp)



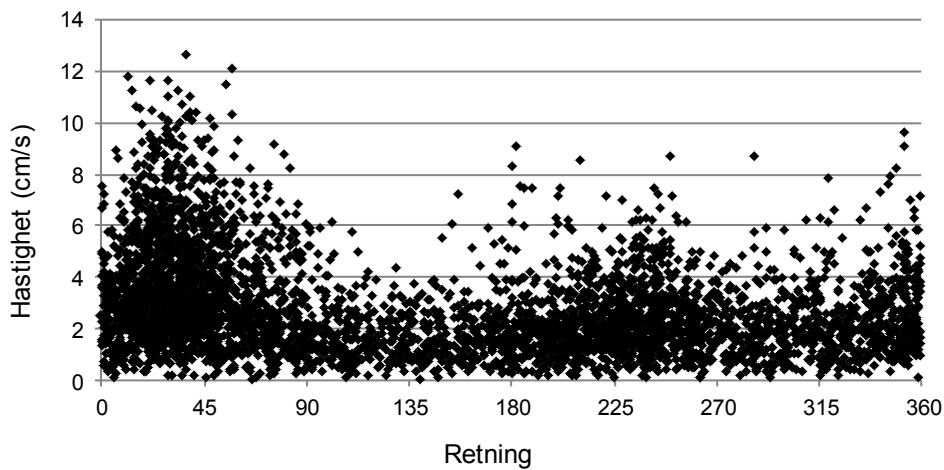
### Vann 2 (3 m dyp)



### Vann 2 (3 m dyp)



### Vann 2 (3 m dyp)



SALT rapport nr. 1009  
Miljøundersøkelse i Ballstad havn

---

Vantransport		
	Totalt	Per døgn
retn.	(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> *døgn)
352.5 - 7.4	4070	136
7.5-22.4	8443	283
22.5-37.4	13086	438
37.5-52.4	9104	305
52.5-67.4	4805	161
67.5-82.4	2958	99
82.5-97.4	1920	64
97.5-112.4	1175	39
112.5-127.4	675	23
127.5-142.4	904	30
142.5-157.4	890	30
157.5-172.4	1028	34
172.5-187.4	1829	61
187.5-202.4	1869	63
202.5-217.4	2586	87
217.5-232.4	3028	101
232.5-247.4	3883	130
247.5-262.4	2505	84
262.5-277.4	1471	49
277.5-292.4	1313	44
292.5-307.4	1205	40
307.5-322.4	1636	55
322.5-337.4	1340	45
337.5-352.4	2344	79

SALT rapport nr. 1009  
Miljøundersøkelse i Ballstad havn

Vedlegg 5 CDT-rådata

Stasjon	Uke	Dybde	Salinitet	Temperatur	Oksygen
<b>Stasjon 1</b>	<b>Uke 50, snitt</b>		32.54	<b>5.59</b>	<b>81.58</b>
	<b>uke 4</b>	-1	31	1.23	81.78
		-2	31.13	2.399	82.72
		-3	31.21	3.471	84.65
		-5	31.64	4.515	85.88
	Gj.snitt		31.245	2.90375	83.7575
	<b>uke 7</b>	-1			
		-2	31.83	3.114	83.79
		-3	31.64	3.211	84.22
		-5	31.39	3.445	85.14
		-7	31.67	3.833	86.31
	Gj.snitt		31.6325	3.40075	84.865
	<b>uke 11</b>	-1	31.48	3.494	91.11
		-2	31.61	3.572	91.6
		-3	31.77	3.666	92.14
		-5	31.82	3.89	92.99
		-7	31.9	3.962	93.25
	Gj.snitt		31.716	3.7168	92.218
	<b>uke 13</b>	-1	31.51	3.56	88.7
		-2	31.68	3.576	88.99
		-3	31.81	3.699	89.78
		-5	32.03	3.913	90.46
		-7	32.15	4.034	90.81
	Gj.snitt		31.836	3.7564	89.748
	<b>uke 15</b>	mangler			
<b>Stasjon 2</b>	<b>ukr 50, snitt</b>		32.61	5.65	84.11
	<b>uke 4</b>	-1			
		-2	31.28	3.208	83.1
		-3	31.38	3.748	83.86
		-5	31.69	4.381	84.32
		-7	31.9	4.592	84.16



SALT rapport nr. 1009  
Miljøundersøkelse i Ballstad havn

Gj.snitt		31.5625	3.98225	83.86
<b>uke 7</b>	-1	31.8	2.767	82.08
	-2	31.56	2.803	82.36
	-3	31.32	2.839	82.64
	-5	31.19	3.303	83.99
	-7	31.51	4.03	85.88
Gj.snitt		31.476	3.1484	83.39
<b>Uke 11</b>	-1	31.22	3.188	89.25
	-2	31.24	3.18	92.29
	-3	31.33	3.174	92.82
	-5	31.77	3.756	92.99
	-7	31.86	3.86	92.17
Gj.snitt		31.484	3.4316	91.904
<b>Uke 13</b>	-1	32.79	3.927	90.72
	-2	32.67	3.965	90.16
	-3	32.86	4.063	90.29
	-5	32.9	4.099	90.21
	-7	32.98	4.174	89.12
Gj.snitt		32.84	4.0456	90.1
<b>Uke 15</b>	-1	32.44	4.111	98.33
	-2	32.46	4.108	98.52
	-3	32.49	4.097	96.88
	-5	32.75	3.999	95.3
	-7	32.85	3.961	93.09
Gj.snitt		32.598	4.0552	96.424
<b>Stasjon 3</b>				
uke 50, snitt		32.93	6.61	89.68
<b>uke 4</b>	-1			
	-2	31.98	2.53	81.7
	-3	31.76	2.728	83.22
	-5	31.42	3.105	85.47
	-7	31.46	3.41	84.62
	-10	31.57	3.962	87.54
	-15	32.16	4.372	86.53
	-20	31.89	4.498	85.06
Gj.snitt		31.74857143	3.515	84.87714286
<b>uke7</b>	-1	32.29	3.212	80.02
	-2	32.03	3.222	81.17
	-3	31.77	3.232	82.32
	-5	31.62	3.529	83.94

SALT rapport nr. 1009  
Miljøundersøkelse i Ballstad havn

---

	-7	31.69	3.925	85.34
	-10	32.02	4.425	87.31
	-15	32.18	4.672	88.67
Gj.snitt		31.94285714	3.745285714	84.11
<b>uke 11</b>				
	-1	31.51	3.639	98.79
	-2	35.52	3.638	99.72
	-3	35.54	3.631	98.93
	-5	32.63	3.718	102.29
	-7	32.72	3.894	103.24
	-10	32.8	4.038	103.17
	-15	32.86	4.127	102.62
	-20	31.92	4.158	101.43
Gj.snitt		33.1875	3.855375	101.27375
<b>uke 13</b>				
	-1	32.74	4.014	92.73
	-2	32.78	4.03	93.23
	-3	32.82	4.039	94.24
	-5	32.06	4.089	96.03
	-7	32.15	4.169	97.14
	-10	32.18	4.227	97.37
	-15	32.13	4.227	95.65
	-20	30.76	4.22	96.94
Gj.snitt		32.2025	4.126875	95.41625
<b>uke 15</b>				
	-1	32.8	4.042	104.5
	-2	32.81	4.043	103.88
	-3	32.8	4.04	103.76
	-5	32.79	4.016	103.19
	-7	32.9	3.957	103.02
	-10	32.9	3.957	102.2
	-15	32.94	3.955	99.78
	-20	25.01	3.989	100.34
Gj.snitt		31.86875	3.999875	102.58375
<b>Ref stasjon</b>	<b>uke 4</b>			
	-1	32.65	4.931	85.39
	-2	32.68	4.928	84.93
	-3	32.36	4.924	84.96
	-5	31.85	4.918	85.17
	-7	32.09	4.92	85.68
	-10	32.2	4.917	86.61
	-15	32.63	4.93	89.82
	-20	32.06	4.927	90.14
	-25	31.99	4.939	90.94
	-30	31.99	4.959	91.53

SALT rapport nr. 1009  
Miljøundersøkelse i Ballstad havn

---

	-40	32.08	4.991	92.17
	-50	32.13	5.089	88.23
	-60	31.93	5.095	89.28
Gj.snitt		32.20307692	4.959076923	88.06538462
<b>uke 7</b>	-1	29.19	4.266	82.1
	-2	28.98	4.256	83.68
	-3	31.21	4.251	84.13
	-5	32.26	4.262	85.57
	-7	32.05	4.308	87.4
	-10	32.26	4.484	90.36
	-15	32.17	4.623	94.35
	-20	32.19	4.743	96.96
	-25	32.41	4.843	98.62
	-30	32.34	4.951	100.93
	-40	32.44	5.148	102.81
	-50	32.54	5.244	103.48
Gj.snitt		31.67	4.614916667	92.5325
<b>uke 13</b>	-1		4.236	78.8
	-2	15.5	4.228	81.62
	-3	28.19	4.221	84.45
	-5	32.28	4.241	88.8
	-7	32.87	4.31	91.23
	-10	32.76	4.309	96.01
	-15	32.91	4.298	97.99
	-20	33.01	4.295	101.08
	-25	33.05	4.293	103.38
	-30	33.07	4.298	105.19
	-40	33.06	4.309	107.27
	-50	33.07	4.332	107.96
	-60	33.11	4.368	108.94
Gj.snitt		31.07333333	4.287538462	96.36307692

## Vedlegg 6. Bunnfyrsstatistikk og artslister

### Diversitetsmål

Diversitet er et begrep som uttrykker mangfoldet i dyre- og plantesamfunnet på en lokalitet. Det finnes en rekke ulike mål for diversitet. Noen tar mest hensyn til artsrikheten (mål for artsrikheten), andre legger mer vekt på individfordelingen mellom artene (mål for jevnhet og dominans). Ulike mål uttrykker derved forskjellige sider ved dyresamfunnet. Diversitetsmål er "klassiske" i forurensningsundersøkelser fordi miljøforstyrrelser typisk påvirker samfunnets sammensetning. Svakheten ved diversitetsmålene er at de ikke alltid fanger opp endringer i samfunnsstrukturen. Dersom en art blir erstattet med like mange individer av en ny art, vil ikke det gjøre noe utslag på diversitetsindeksene.

Shannon-Wieners indeks (Shannon & Weaver, 1949) er gitt ved formelen:

$$H' = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \log_2 \left( \frac{n_i}{N} \right)$$

der  $n_i$  = antall individer av art  $i$  i prøven

$N$  = totalt antall individer

$s$  = antall arter

Indeksen tar hensyn både til antall arter og mengdefordelingen mellom artene, men det synes som indekseen er mest følsom for individfordelingen. En lav verdi indikerer et artsfattig samfunn og/eller et samfunn som er dominert av en eller få arter. En høy verdi indikerer et artsrikt samfunn.

Pielous mål for jevnhet (Pielou, 1966)

har følgende formel, der symbolene er som i Shannon-Wieners indeks

$$J = \frac{H'}{\log_2 s}$$

### Hurlberts diversitetskurver

Grafisk kan diversiteten uttrykkes i form av antall arter som funksjon av antall individer. Med utgangspunkt i totalt antall arter og individer i en prøve søker man å beregne hvor mange arter man ville vente å finne i delprøver med færre individer. Diversitetsmålet blir derved uavhengig av prøvestørrelsen og gjør at lokaliteter med ulik individtetthet kan sammenlignes direkte. Hurlbert (1971) har gitt en metode for å beregne slike diversitetskurver basert på sannsynlighetsberegning.

$ES_n$  er forventet antall arter i en delprøve på  $n$  tilfeldig valgte individer fra en prøve som inneholder totalt  $N$  individer og  $s$  arter og har følgende formel:

$$ES_n = \sum_{i=1}^s \left[ 1 - \frac{\binom{N-N_i}{n}}{\binom{N}{n}} \right]$$

der  $N$  = totalt antall individ i prøven

$N_i$  = antall individ av art  $i$

$n$  = antall individ i en gitt delprøve (av de  $N$ )

$s$  = totalt antall arter i prøven

### Plott av antall arter i forhold til antall individer

Artene deles inn i grupper/klasser etter hvor mange individer som er registrert i en prøve. Det vanlige er å sette klasse I = 1 individ pr. art, klasse II = 2-3 individer, klasse III = 4-7 individer, klasse IV = 8-15 individer, osv., slik at de nedre klassegrensene danner en følge av ledd på formen  $2^x$ ,  $x=0,1,2,\dots$  En slik følge kalles en geometrisk følge, derfor kalles klassene for geometriske klasser. Hvis antall arter innenfor hver klasse plottes mot klasseverdien på en lineær skala, vil det fremkomme en kurve som uttrykker

individfordelingen mellom artene i samfunnet. Det har vist seg at i prøver fra upåvirkede samfunn vil det være mange arter med lavt individantall og få arter med høyt individantall, slik at vi får en entoppet, assymetrisk kurve med lang "hale" mot høye klasseverdier. Denne kurven vil være godt tilpasset en log-normal fordelingskurve.

Ved moderat forurensing forsvinner en del av de individfattige artene, mens noen som blir begunstiget, øker i antall. Slik flater kurven ut, og strekker seg mot høyere klasser eller den får ekstra topper. Under slike forhold mister kurven enhver likhet med den statistiske log-normalfordelingen. Derfor kan avvik fra log-normalfordelingen tolkes som et resultat av en påvirkning/forurensing. Det har vist seg at denne metoden tidlig gir utslag ved miljøforstyrrelse. Ved sterk forurensning blir det bare noen få, men ofte svært tallrike arter tilbake. Log-normalfordelingskurven vil da ofte gjenoppstå, men med en lavere topp og spredt over flere klasser enn for uforstyrrede samfunn.

#### Faunaens fordelingsmønster

Variasjoner i faunaens fordelingsmønster over området beskrives ved å sammenligne tettheten av artene på hver stasjon. Til dette brukes multivariate klassifikasjons- og ordinasjons-analyser (Cluster og MDS).

Analysene i denne undersøkelsen ble utført ved hjelp av programpakken PRIMER v5. Inngangsdata er individantall pr. art, pr. prøve. Prøvene kan være replikater eller stasjoner. Det tas ikke hensyn til hvilke arter som opptrer. Forut for klassifikasjons- og ordinasjonsanalysene ble artslistene dobbelt kvadratrot-transformert. Dette ble gjort for å redusere avviket mellom høye og lave tetthetsverdier og dermed redusere eventuelle effekter av tallmessig dominans hos noen få arter i datasettet.

#### Clusteranalyse

Analysen undersøker faunalikheten mellom prøver. For å sammenligne to prøver ble Bray-Curtis ulikhetsindeks benyttet (Bray & Curtis, 1957):

$$d_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n |X_{ki} - X_{kj}|}{\sum_{k=1}^n (X_{ki} + X_{kj})}$$

der  $n$  = antall arter sammenlignet

$X_{ki}$  = antall individ av art  $k$  i prøve nr.  $i$

$X_{kj}$  = antall individ av art  $k$  i prøve nr.  $j$

Indeksen avtar med økende likhet. Vi får verdien 1 hvis prøvene er helt ulike, dvs. ikke har noen felles arter. Identiske arts- og individtall vil gi verdien 0. Prøver blir gruppert sammen etter graden av likhet ved å bruke "group-average linkage". Forholdsvis like prøver danner en gruppe (cluster). Resultatet presenteres i et tredigram (dendrogram).

#### **Ømfintlighet (AMBI, ISI og NSI)**

Ømfintligheten bestemmes ved indeksene ISI og AMBI. Beregning av ISI er beskrevet av Rygg (2002). Sensitivitetsindeksen AMBI (Azti Marin Biotic Index) tilordner en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-I: sensitive arter, EG-II: indifferente arter, EG-III: tolerante arter, EG-IV: opportunistiske arter, EG-V: forurensningsindikerende arter. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av en forurensningspåvirkning.

NSI er en sensitivitetsindeks som ligner AMBI, men er utviklet med basis i norske faunadata og ved bruk av en objektiv statistisk metode. En prøves NSI verdi beregnes ved gjennomsnittet av sensitivitetsverdiene av alle individene i prøven.

#### **Sammensatte indekser (NQI1 og NQI2)**

Sammensatte indekser NQI1 og NQI2 bestemmes både ut fra artsmangfold og ømfintlighet. NQI1 er brukt i NEAGIG (den nordøst-atlantiske interkalibreringen). De fleste land bruker nå sammensatte indekser av samme type som NQI1 og NQI2.

NQI1 indeksen er beskrevet ved hjelp av formelen:

$$\text{NQI1 (Norwegian quality status, version 1)} = [0.5 * (1 - \text{AMBI}/7) + 0.5 * (\text{SN}/2.7) * (N/(N+5))]$$

Diversitetsindeksen  $\text{SN} = \ln S / \ln(\ln N)$ , hvor  $S$  er antall arter og  $N$  er antall individer i prøven

### Tetthetsindeks (Density index, DI)

DI er en indeks for individtetthet. DI er spesielt utviklet med tanke på tilstandsklassifisering av individfattig fauna. Indeksene for artsmangfold og ømfintlighet da av og til dårlig fordi de styres av tilfeldigheter i de små datasettene. Fattig fauna finnes særlig ved dårlige oksygenforhold eller ved svært kraftig industriforurensning. Ekstremt høye individtettheter av tolerante arter tyder på påvirkning av organisk belastning vanlig nær rensanlegg og matfiskanlegg. DI signaliserer også dette. Indeksen beregnes ved:

$$DI = \text{abs} [\log_{10}(N_{0,1m^2}) - 2,05]$$

Hvor abg står for tallverdi, altså at negative verdier gjøres positive,  $N_{0,1m^2}$  antall individer pr. 0,1 m<sup>2</sup>.

### Normalisert EQR (nEQR)

Observert indeksverdi omregnes til nEQR (normalised ecological quality ratio):

$$nEQR = (\text{Indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}) / (\text{Klassens øvre indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}) * 0,2 + \text{Klassens nEQR basisverdi}$$

Klassens nEQR basisverdi er den samme for alle indekser og er satt til:

Basisverdi (nedre grenseverdi) i Klasse (I)	= 0,8
Basisverdi (nedre grenseverdi) i Klasse (II)	= 0,6
Basisverdi (nedre grenseverdi) i Klasse (III)	= 0,4
Basisverdi (nedre grenseverdi) i Klasse (IV)	= 0,2
Basisverdi (nedre grenseverdi) i Klasse (V)	= 0,0

Klasseintervallet er 0,2 for alle klassene.

nEQR gir altså en tallverdi på en skala fra 0 til 1. Tallverdien viser ikke bare statusklassen, men også hvor lavt eller høyt i klassen tilstanden ligger fordi verdiene følger en kontinuerlig skala. F. eks. viser verdien 0,75 at tilstanden ligger tre firedeler opp i tilstand God (God = 0,6 – 0,8). nEQR muliggjør en harmonisert sammenligning av forskjellige indekser, både innenfor samme kvalitetselement og mellom ulike kvalitets-element.

### Referanser:

- Bray, R.T. & J.T. Curtis, 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.*, 27:325-349.
- Hurlbert, S.N., 1971. The non-concept of the species diversity: A critique and alternative parameters. *Ecology* 52:577-586.
- Pielou, E. C., 1966. Species-diversity and pattern-diversity in the study of ecological succession. *Journal of Theoretical Biology* 10, 370-383.
- Rygg, B., 2002. Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine water of Norway. *NIVA report SNO 4548-2002*. 32 p.
- Shannon, C.E. & W. Weaver, 1949. The Mathematical Theory of Communication. *Univ Illinois Press*, Urbana 117 s.

SALT rapport nr. 1009  
Miljøundersøkelse i Ballstad havn

---

**Antall arter og individer per stasjon**

<i>st.nr.</i>	<b>Vann 2</b>
no. ind.	583
no. spe.	27

**Bunndyrindekser per replikat**

<i>st.nr.</i>	<i>tot.</i>	<b>Vann 2_01</b>	<b>Vann 2_02</b>	<b>Vann 2_03</b>	<b>Vann 2_04</b>
no. ind.	583	75	97	75	336
no. spe.	27	12	15	10	16
Shannon-Wiener:		2,7	3,0	2,4	2,3
Pielou		0,76	0,77	0,73	0,58
ES100		12	15	10	10
SN		1,70	1,78	1,57	1,57
ISI-2012		6,22	4,99	5,62	6,47
AMBI		4,84	4,375	4,664	5,183
NQI1		0,45	0,50	0,44	0,42
NSI		10,9	13,8	13,6	10,3
DI		0,175	0,063	0,175	0,476

**Bunndyrindekser, gjennomsnitt per stasjon**

<i>st.nr.</i>	<b>Vann 2</b>
Shannon-Wiener:	2,63
Pielou	0,71
ES100	11,8
SN	1,66
ISI-2012	5,82
AMBI	4,77
NQI1	0,45
NSI	12,12
DI	0,22

*\*DI (indeks for individtetthet) benyttes for økologisk klassifisering ved individ- og/eller artsfattig fauna*

<b>Normalisert EQR</b>	<b>Vann 2</b>
Shannon-Wiener:	0,532
ES100	0,451
ISI-2012	0,366
NQI1	0,358
NSI	0,285
DI	0,948

<b>Tilstandsklasse nEQR</b>	0,490
<b>Tilstandsklasse nEQR - DI</b>	0,398

**Geometriske klasser**

<i>int.</i>	<b>Vann 2</b>
1	12
2,3	5
4- 7	3
8- 15	1
16- 31	2
32- 63	1
64-127	2
128-255	1
256-511	0

SALT rapport nr. 1009  
Miljøundersøkelse i Ballstad havn

## Artliste

## Miljøundersøkelse Ballstad havn

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	01	02	03	04	Sum
<b>Stasjonsnr.:</b> Vann 2								
NEMERTINI								
			Nemertini indet.				1	1
NEMATODA								
			Nematoda indet.			1	4	5
SIPUNCULIDA								
			Sipunculida indet.		1	1		2
ANNELIDA								
	Polychaeta							
		Orbiniida						
			Scoloplos sp.	4	7	6	12	29
		Spionida						
			Dipolydora quadrilobata	11	3		28	42
			Malacoceros fuliginosus		1			1
			Pseudopolydora pulchra	2			1	3
			Spio arctica				2	2
			Spio decoratus				1	1
			Chaetozone sp.	7	27	27	49	110
			Cirratulidae indet.				1	1
		Capitellida						
			Capitella capitata	8	14	22	68	112
			Heteromastus filiformis	3		2		5
			Arenicola marina	1	5	1		7
		Opheliida						
			Scalibregma inflatum	1	9	4	3	17
		Phyllodocida						
			Eteone flava/longa	5	2		4	11
			Phyllodoce mucosa		1		2	3
			Pholoe assimilis				1	1
		Terebellida						
			Lagis koreni		1			1
		Sabellida						
			Spirorbidae indet.			1		1
	Oligochaeta							
			Oligochaeta indet.	31	22	10	156	219
CRUSTACEA								
	Malacostraca							
		Decapoda						
			Natantia indet.	2				2
MOLLUSCA								
	Opisthobranchia							
		Cephalaspidea						
			Philine sp.	1				1
		Anaspidea						
			Akera bullata		1		6	7
	Bivalvia							
		Mytiloidea						
			Mytilus edulis			1		1
		Veneroidea						
			Kurtiella bidentata		2			2
			Parvicardium minimum				1	1
			Macoma calcarea		1			1
		Myoidea						
			Mya sp. juv.	1	1	2	6	10
BRYOZOA								
			Bryozoa indet.	-1	-1			-2
ECHINODERMATA								
	Asteroidea							



SALT rapport nr. 1009  
Miljøundersøkelse i Ballstad havn

---

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>03</i>	<i>04</i>	<i>Sum</i>
			Asteroidea indet. juv.		1			1
TUNICATA	Ascidiacea							
			Ascidiacea indet. (colony)	-1				-1
			Ascidiacea indet. (solit)	1				1
			<b>Maks:</b>	31	27	27	156	219
			<b>Antall:</b>	16	18	12	18	33
			<b>Sum:</b>					598
					<b>TOTAL:</b>		<b>Maks:</b>	219
							<b>Sum:</b>	598

SALT rapport nr. 1009  
Miljøundersøkelse i Ballstad havn

Vedlegg 7. Analyseresultater Sediment, TOC og kornfordeling  
Vann 1 = Hovedstasjon 1, Vann 2 = Hovedstasjon 2, Vann 3 = Hovedstasjon 3, Vann 4 =  
Tilleggstasjon 1, Vann 5 = Tilleggstasjon 2

10-603.a\_141114 Analyserapport 'Splitt i to'  
Erstatter: 10-603.a\_140108 Analyserapport 'Splitt i to'

Redigert av: LTO  
Godkjent: \_\_\_\_\_



Framsenteret,  
9296 TROMSØ  
Foretaksnr.: NO 950 614 110 MVA  
Tel: 77 75 03 50 e-post: post@unilab.no



## ANALYSERAPPORT

### Sedimentprøver

**Kunde:** Akvaplan-niva v Asle  
**Kunde referanse:** Prosjekt 7340  
**Kontaktperson:** Asle Guneriusen  
**Adresse:** Framsenteret  
**Postnr./sted:**  
**Tel:**  
**E-post:** **Dato:** 06.01.2015

**Rapport nr.:** **UA1452**  
**Analyseparameter(e):** Spitt i to, TOC  
**Kontaktperson:** Ingar H. Wasbotten

**Analyseansvarlig:** *Ida Gjør Trøter* (sign.)

**Underskriftsberettiget:** *Ida Gjør Trøter* (sign.)

Prøve id. Unilab	Kundens id.	Matrix	Prøvens beskaffenhet ved mottak	Mottatt Unilab	Analyseperiode
1452/1	Vann 1	sediment	frossen	15.12.14	15.12.14 - 06.01.15
1452/2	Vann 2	sediment	frossen	15.12.14	15.12.14 - 06.01.15
1452/3	Vann 3	sediment	frossen	15.12.14	15.12.14 - 06.01.15
1452/4	Vann 4	sediment	frossen	15.12.14	15.12.14 - 06.01.15
1452/5	Vann 5	sediment	frossen	15.12.14	15.12.14 - 06.01.15

Analysene gjelder bare for de prøver som er testet. De oppgitte analyseresultat omfatter ikke feil som måtte følge av prøvetagningen, inhomogenitet eller andre forhold som kan ha påvirket prøven før den ble mottatt av laboratoriet. Rapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. En eventuell klage skal leveres laboratoriet senest en måned etter mottak av analyseresultat. Nærmere informasjon om metodeprinsipp, målesikkerhet etc fås ved henvendelse til laboratoriet.

# SALT rapport nr. 1009

## Miljøundersøkelse i Ballstad havn

10-603.a\_141114 Analyserapport 'Splitt i to'  
 Erstatter: 10-603.a\_140108 Analyserapport 'Splitt i to'

Redigert av: LTO  
 Godkjent: \_\_\_\_\_

### Resultater

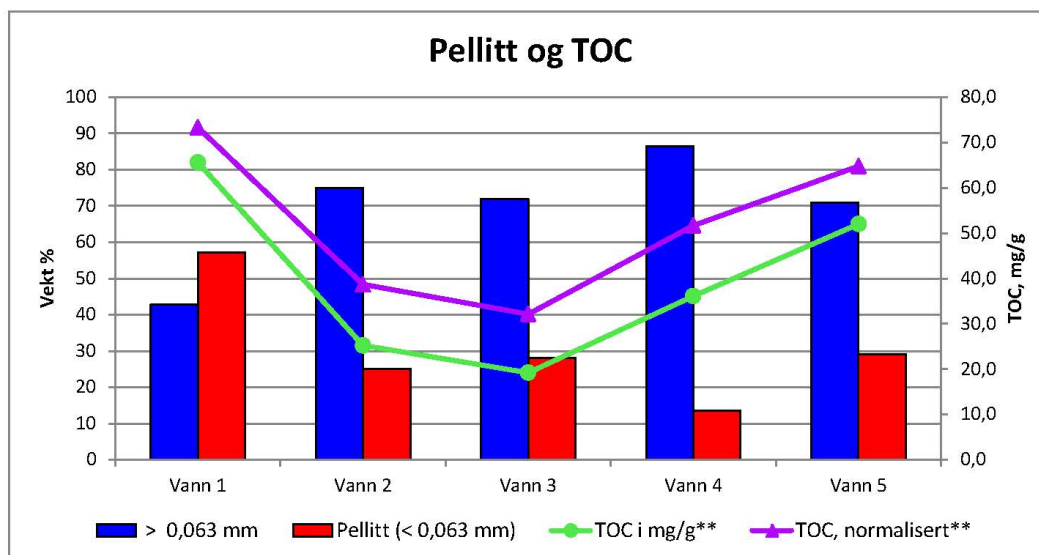
Kundens id.:		Vann 1	Vann 2	Vann 3	Vann 4	Vann 5
Parameter	Enhet	1452/1	1452/2	1452/3	1452/4	1452/5
> 0,063 mm	vekt %	42,7	74,9	71,8	86,5	70,8
Pelitt (< 0,063 mm)	vekt %	57,3	25,1	28,2	13,5	29,2
TOC *	% TS	6,56	2,52	1,92	3,61	5,20
TS (TOC) *	%	23,2	55,9	47,5	59,4	29,8
TOC i mg/g**	mg/g TS	65,6	25,2	19,2	36,1	52,0
TOC, normalisert**	mg/g TS	73,3	38,7	32,1	51,7	64,7

\* Analysen er utført av ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia

Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163

\*\* Uakkreditert beregninger utført av Unilab Analyse AS

TOC, normalisert =  $\text{målt TOC mg/g} + 18 \cdot (1-F)$ , der F=andel finstoff (pelitt) gitt ved %pelitt/100.



Side 2 av 2

# **salt kunnskap - friske ideer**



SALT  
Postboks 91  
8301 Svolvær  
[www.salt.nu](http://www.salt.nu)