



NOVANA

# Teknisk anvisning for marin overvågning

## 1.1 CTD

Gunni Ærtebjerg  
Bjarke Rasmussen  
*Afdeling for Marin Økologi*

Torben Vang  
*Vejle Amt*

**Miljøministeriet**  
**Danmarks Miljøundersøgelser**

# Indhold

<b>1.1</b>	<b>CTD</b>	<b>1.1-3</b>
1.1.1	Formål	1.1-3
1.1.1.1	Introduktion	1.1-3
1.1.1.2	Baggrund	1.1-3
1.1.2	Måleprincipper	1.1-4
1.1.2.1	Definition af nøjagtighed	1.1-4
1.1.2.2	Krav til nøjagtighed	1.1-5
1.1.3	Prøvetagning	1.1-5
1.1.3.1	Målestrategi	1.1-5
1.1.3.2	Kalibrering af måleudstyret	1.1-8
1.1.3.3	Kontroldata	1.1-10
1.1.3.4	Dataindsamlingsrutiner	1.1-13
1.1.4	Kvalitetssikring	1.1-15
1.1.4.1	Kvalitetskontrol	1.1-15
1.1.4.2	Statistiske redskaber	1.1-16
1.1.4.3	Beregningseksempel	1.1-18
1.1.4.4	Kvalitetsstyring	1.1-19
1.1.5	Dataindberetning	1.1-22
1.1.6	Referencer	1.1-24

# 1.1 CTD

## 1.1.1 Formål

### 1.1.1.1 Introduktion

Dette kapitel af anvisningen er udarbejdet i et samarbejde mellem amter og DMU.

Under det nationale program for overvågning af vandmiljøet og naturen 2004-2009 (NOVANA) bestemmes en række fysiske og vandkemiske variable. For at opnå en ensartet og kendt målestandard udarbejdes der en række tekniske vejledninger, som blandt andet beskriver måleteknikken, kvalitetsstyring og kvalitetskrav. Den tekniske vejledning skal herefter anvendes ved alle prøvetagninger under NOVANA. Vejledningen er derfor skrevet til fagligt ansvarlige og prøvetagerne i amterne og ved Danmarks Miljøundersøgelser (DMU).

Dette kapitel i den tekniske vejledning beskriver forskellige facetter af elektroniske målinger fra skib af tryk, temperatur, konduktivitet. På basis af temperatur- og konduktivitetmålingen beregnes vandets salinitet. Temperaturen og saliniteten indgår i iltkoncentrationsberegningen.

Vejledningen baserer sig på erfaringerne fra forskellige større internationale arbejder m.h.t. en standardisering af marine måleprocedurer samt på erfaringerne fra det nationale og regionale miljøtilsyn. Yderligere har erfaringerne fra danske miljøskibstræf udgjort et godt grundlag for udarbejdelsen af denne vejledning.

### 1.1.1.2 Baggrund

I Danmark foretager amterne og DMU bestemmelsen af f.eks. tryk, temperatur og salinitet fra skibe som et led i den nationale overvågning af vores farvande. På basis af Helsinki og Oslo-Paris kommissionernes (HELCOM og OSPAR) arbejde suppleres de danske data med målinger udført af blandt andet svenske, tyske og norske myndigheder. Samarbejdet mellem de forskellige instanser resulterer i det omfattende datasæt, som er grundlaget for de nationale myndigheders miljøvurdering og forskningsarbejde i øvrigt. Imidlertid resulterer deltagelsen af mange forskellige instanser også i, at dataindsamlingsprocedurerne er uensartede, således at f.eks. datakvaliteten ikke er velbeskrevet.

For at imødegå dette, har HELCOM og OSPAR etableret en standard som skal styre kvaliteten af det indsamlede datamateriale på en række stationer af international interesse. Standarden foreskriver proce-

*Datamaterialet*

*Kvalitetsstyring*

durere for indsamling, kvalitetsstyring samt måledybde og -hyppighed. Dette kapitel i den tekniske vejledning baserer sig primært på HELCOMs standard (HELCOM, 1998).

NOVANA stationer skal følge nærværende vejledning, og måledata herfra skal rapporteres til det Marine Fagdatacenter (M-FDC). Amter og DMU er frit stillet med hensyn til, hvilken målestandard der følges på regionale stationer. Indsamlet datamateriale fra den regionale overvågning kan imidlertid kun indgå i M-FDCs database, hvis måleproceduren følger denne vejledning. Her skal det understreges, at anvisningerne tager deres udgangspunkt i normale vejrforhold. Under mere ekstreme vejrforhold skal der laves nødvendige kompromiser, således at hovedformålet med målingerne opfyldes.

Formålet med nærværende anvisning er således, at kvaliteten af de data, som indsamles under NOVANA, bliver velbeskrevne og tilstrækkeligt dokumenteret. I denne vejledning lægges der således stor vægt på kravsbeskrivelsen og kvalitetsstyringen af målekvaliteten.

## 1.1.2 Måleprincipper

Måledybde, vandets temperatur og salinitet registreres automatisk fra en sonde om bord på et skib. Målingerne af konduktivitet, temperatur og tryk betegnes som CTD-målinger.

*Tryk (D)*

Trykmålingen anvendes til beregning af afstanden fra havoverfladen til den dybde, hvor målingerne er foretaget. I beregningen af måledybden indgår  $mH_2O$  ved  $20^{\circ}C$ , som herefter benævnes mVS. Der skal ikke korrigeres for vandsøjlets typiske densitet/vægtfylde.

*Temperatur (T)*

Temperaturmålingen anvendes i sig selv i forbindelse med vandmasseidentifikation og modelberegninger. Derudover anvendes den til beregning af iltmætning, salinitet og vandets vægtfylde/densitet.

*Konduktivitet (C) og salinitet*

Konduktiviteten/ledningsevnen i sig selv anvendes ikke, men skal alene bruges til beregning af vandets salinitet. Saliniteten angiver mængden af salt per kg havvand og har derfor enheden (g salt/kg havvand). Ofte anvendes enheden (‰). Saliniteten bestemmes indirekte ved at måle vandets ledningsevne og temperatur. Salinitet bestemt på denne måde er i princippet dimensionsløs, men betegnes ofte psu (practical salinity units). Vandets salinitet skal måles og beregnes efter internationale standarder (UNESCO 1981, 1988). Ligesom temperaturmålingen anvendes saliniteten til identifikationen af vandmasser og i forbindelse med modelberegninger. Derudover indgår den i beregningen af iltmætning og vandets vægtfylde/densitet.

### 1.1.2.1 Definition af nøjagtighed

Nøjagtigheden eller akkuratessen af en målemetode fastlægges gennem dens korrekthed og dens præcision.

## Korrekthed

Korrektheden for målingerne er afvigelsen mellem observationsværdien og en reference værdi. Dvs. viser målingen f.eks. værdien 17.45 psu mens referenceværdien er 18.01 psu, er afvigelsen mellem referenceværdi og observation 0.56 psu. Afvigelsen mellem referencværdi og observation udgør grundlaget til beregningen af korrektheden som anført i afsnit 1.1.4.2.

## Præcision

Præcisionen er afvigelsen målingerne imellem (DS 5725-1). Dvs. to målinger viser f.eks. værdien 17.45 psu og 17.54 psu. Målingerne har her en indbyrdes forskel på 0.09 psu. Afvigelsen observationer imellem udgør grundlaget til beregningen af præcision som anført i afsnit 1.1.4.2. Præcisionen er uafhængig af referenceværdien.

### 1.1.2.2 Krav til nøjagtighed

Korrektheden på CTD-sondens sensorer skal være D:  $\pm 0.1$  mVS, T:  $\pm 0.1$  C<sup>o</sup>, S:  $\pm 0.1$  psu. Præcisionen på CTD-sondens sensorer skal være D:  $\pm 0.05$  mVS, T:  $\pm 0.05$  C<sup>o</sup>, S:  $\pm 0.05$  psu. Referencemålingerne udføres med korrektheden D:  $\pm 0,08$  mVS, T:  $\pm 0.02$  C<sup>o</sup>, S:  $\pm 0.02$  psu. Referencemålingerne udføres med præcisionen D:  $\pm 0.04$  m VS, T:  $\pm 0.01$  C<sup>o</sup>, S:  $\pm 0.01$  psu. Kontrollen af referencemålingerne skal foretages med præcisionsmåleudstyr eller anvendelse af standarder, som har korrektheden: er D:  $\pm 0,02$  mVS, T:  $\pm 0.002$  C<sup>o</sup>, S:  $\pm 0.002$  psu.

Kravene til nøjagtighed af CTD-sensorerne skal kun dokumenteres i forbindelse med kontrolmålinger. Overholdes kravene her, og gennemføres de normale procedurer for CTD-sondens drift, måler CTD-sonden optimalt og overholder dermed kravene til nøjagtighed.

På de NOVANA stationer, som ligger langs den jyske vestkyst, det østlige Kattegat og i Østersøen, skal korrektheden i saliniteten være  $\pm 0,01$  psu på dybderne, hvor der tages vandkemiprøver. Korrektheden kan opnås gennem præcisionsmåling af salinitet i vandprøver. Denne korrekthed skal ikke opnås ved CTD-måling.

## 1.1.3 Prøvetagning

### 1.1.3.1 Målestrategi

## Måleprocedure

Nedenstående procedurer har det formål, at sikre at data har den nødvendige kvalitet. Når rutinerne er indarbejdede, er de ikke særlig tidskrævende, og den opnåede målekvalitet har den ønskede standard.

Grundlaget for proceduren er, at der skal etableres en entydig metode, der kan benyttes af alle instanser i det nationale overvågningsprogram. Samtidigt skal det sikres, at kvalitetskravene til målingerne kan honoreres. Formålet med at indføre måleprocedurene er således:

- at sikre en ensartet målemetode
- at sikre den nødvendig kvalitet

- at sikre at fejl og drift i målemetode og på sensorer opdages hurtigt
- at fejl kan identificeres og evt. kompenseres
- at det dokumenteres, at de opstillede kvalitetskrav overholdes

Måledata og dokumentationsdata indgår i rapporteringen til Fagdatacenterets database. Fagdatacenteret anvender dokumentationsdata til dokumentation for datakvaliteten i databasen. Yderligere rapporterer Fagdatacenteret datakvaliteten til Styringsgruppen. Fagdatacenteret indgår dog ikke i den fortløbende kontrol af måleprocedurer og datakvalitet hos de forskellige instanser, der udfører opgaven. Kontrollen af måleprocedurer og datakvalitet skal derfor foretages lokalt.

#### *Datafil*

I datafilen findes data fra profilmålingen. Datafilen skal desuden indeholde øvrige relevante data, der er ønskelige for at kunne evaluere profilmålingerne. De øvrige relevante data udgøres blandt andet af meteorologi, bølger, position og tidspunkt. Disse data knyttes tæt til profilmålingen. Kalibreringsdata skal desuden følge data. Det kan opnås ved, at kalibreringsdata kan f.eks. overføres til datafilen. Dele af datafilen skal rapporteres til M-FDC (afsnit 1.1.5).

#### *Dokumentation*

Dokumentationen skal anvendes af amterne og DMU, således at kvaliteten af rapporterede data er kendt, og procedurefejl identificeres og rettes, således at kvalitetskravene overholdes.

Dokumentationen skal følge data, således at det marine fagdatacenter kan dokumentere datakvaliteten i databasen. Dokumentationen vil endvidere sikre, at alle, der arbejder med data, har adgang til nødvendige kvalitetsoplysninger.

Dokumentationen foregår på to niveauer. Det første niveau er kalibrering af måleinstrumentet. Her skal det dokumenteres, at sensorerne fungerer tilfredsstillende. Kalibrering foregår under kontrollerede forhold i kar. Det andet niveau skal dokumentere, at målinger har den ønskede kvalitet ved at indsamle kontroldata. Kontrollen foregår ugevis *in situ* og månedsvi i kar, og er en sammenligning mellem målinger med sonde og præstationsinstrumenter.

#### *Kontroldata*

CTD-sondens måleresultater fra kontrolmålingerne med tilhørende referencemålinger, samt kalibreringsdata og -koefficienter udgør kontroldatasættet. Disse data bør lagres i log-filen. CTD-sondens måleresultater med tilhørende referencemålinger rapporteres til det Marine Fagdatacenter. Kalibreringsdata og -koefficienter skal ikke rapporteres til det Marine Fagdatacenter.

I afsnit 1.1.4 gennemgås kontroldata, som skal rapporteres til M-FDC, med tilhørende beregninger og teststørrelser. Yderligere gennemgås profilmålingerne som skal rapporteres til M-FDC.

Ved hjælp af udviklingen af kalibreringskoefficienter skal sensorernes tilstand vurderes, og der tages stilling til eventuel udskiftning.

Denne evaluering foretages lokalt. Kalibreringsdata og -koefficienter skal gemmes lokalt, således at de kan evalueres i samarbejde med det Marine Fagdatacenter, når det Marine Fagdatacenter finder det nødvendigt.

## Logfil

En logfil er et arbejdsredskab, som amter og DMU kan etablere for at lette den interne arbejdsgang i forbindelse med evalueringen af CTD-sondens sensorer på basis af kontrol- og kalibreringsdata. Andre løsninger til lagring af sonde-relaterede data kan også vælges.

Logfilen indeholder data, der er nødvendig til evaluering og kontrol af CTDens målinger. Der bør oprettes én logfil for hver CTD-sonde. Logfilen indeholder data over tryk, temperatur og salinitet. Logfilen skal opdateres hver gang, der foretages en kontrolmåling eller kalibrering. Logfilen opbygges, således at hver kontrolmåling indeholdes på en linie. Disse sonde-relaterede data skal også gemmes, hvis der ikke vælges en logfil til datalagring.

### 1.1.3.1.1 Forslag til logfil

I logfilen genereres en ny linie hver gang, der foretages en kontrolmåling. Når kontrolmålingerne består f.eks. af tre enkelte målinger, forøges logfilen med tre linier. Ved *in situ* temperaturkontrollen udføres der kun én referencemåling, mens der laves 3 CTD-målinger. Her angives én referencemåling og to DUMMY-værdier 99.999. Ved manglende data angives ligeledes DUMMY-værdien 99.999.

Logfilens indhold skal være:

Sted, dato, tid, CTD-sondekode,  $C_{GAIN}$ ,  $C_{OFFSET}$ ,  $T_{GAIN}$ ,  $T_{OFFSET}$ ,  $P_{GAIN}$ ,  $P_{OFFSET}$ ,  
 $T_{RA}$ ,  $T_{CTD}$ ,  $T_{REF}$ ,  $C_{RA}$ ,  $C_{CTD}$ ,  $S_{CTD}$ ,  $S_{REF}$ ,  $P_{RA}$ ,  $D_{CTD}$ ,  $D_{REF}$ .

hvor:

Sted: stationsnavn (*in situ*) eller karmåling

dato: YYYYMMDD

tid: TTMM

CTD-sondekode: sondespecifik kode (afsnit 1.1.5)

$C_{GAIN}$ ,  $C_{OFFSET}$  : ledningsevne (konduktivitet)

kalibreringsdata: hældning og 0-punktsforskydning

$T_{GAIN}$  og  $T_{OFFSET}$  : temperatur

kalibreringsdata: hældning og 0-punktsforskydning

$P_{GAIN}$  og  $P_{OFFSET}$  : tryk (dybde)

kalibreringsdata: hældning og 0-punktsforskydning

$T_{RA}$  : rådata for temperatur (counts)

$T_{CTD}$  : sondens beregnede temperatur.

$T_{REF}$  : resultatet af præisionsmåling af temperaturen.

$C_{RA}$  : rådata for konduktivitet (counts)

$C_{CTD}$  : temperaturkompenseret konduktivitet

$S_{CTD}$  : sondens beregnede salinitetsværdi.

$S_{REF}$  : resultatet af salinometerbestemmelse af saliniteten.

$P_{RA}$  : rådata for tryk (counts)  
 $D_{CTD}$  : sondens beregnede måledybde.  
 $P_{REF}$  : resultatet af præcisionstrykmålingen.

GAIN og OFFSET gennemgås i afsnit 1.1.3.2.

*Taleksempel*

Dette talsæt er konstrueret. Det dækker over tre ugers profil og kontrolmålinger. Indeholdt af hver celle udgør én linie i logfilen.

Sted, dato, tid , CTD-sonde kode, $C_{GAIN}$ $C_{OFFSET}$ $T_{GAIN}$ $T_{OFFSET}$ $P_{GAIN}$ $P_{OFFSET}$ $T_{RA}$ $T_{CTD}$ $T_{REF}$ $C_{RA}$ $C_{CTD}$ $S_{CTD}$ $S_{REF}$ $P_{RA}$ $D_{CTD}$ $D_{REF}$
Kal.Havn, 19980110, 1445, 1002, 0.905024, 0, 042864, 0.9998, -0.05000, 1.000, 0.00000, 2796, 17.91, 17.934, 1935, 16.45, 12.18, 12.19, 60, 3.0, 2.9
Kal.Havn, 19980110, 1446, 1002, 0.905024, 0, 042864, 0.9998, - 0.05000, 1.000, 0.00000, 2796, 17.92, 17.914, 1938, 16.45, 12.20, 12.21, 62, 3.1, 3.1
Kal.Havn, 19980110, 1447, 1002, 0.905024, 0, 042864, 0.9998, -0.05000, 1.000, 0.00000, 2796, 17.90, 17.940, 1933, 16.45, 12.16, 12.18, 63, 3.1, 32
Kar , 19980117, 1015, 1002, 0.905024, 0, 042864, 0.9998, -.05000, 1.000, 0.00000, 1826, 8.21, 8.211, 985, 10.55, 7.58, 7.60, 2, 0.1, 0.1
Kar , 19980117, 1015, 1002, 0.905024, 0, 042864, 0.9998, -0.05000, 1.000, 0.00000, 1828, 8. 22, 8.219, 988, 10.58, 7.60, 7.58, 2, 0.1, 0.1
Kar , 19980117, 1016, 1002, 0.905024, 0, 042864, 0.9998, -0.05000, 1.000, 0.00000, 1828, 8. 21, 8.219, 988, 10.58, 7.60, 7.61, 2, 0.1, 0.1
Samø N, 19981024, 1520, 1002, 0.905024, 0, 042864, 0.9998, -0.05000, 1.000, 0.00000, 1724, 17.19, 17.185, 5150, 44.41, 36.38, 36.40, 400, 20.0, 20.1
Samø N, 19981024, 1520, 1002, 0.905024, 0, 042864, 0.9998, -0.05000, 1.000, 0.00000, 1722, 17.18, 17.175, 5158, 44.48, 36.42, 36.44, 406, 20.3, 20.2
Samø N, 19981024, 1520, 1002, 0.905024, 0, 042864, 0.9998, -0.05000, 1.000, 0.00000, 1728, 17.21, 17.195, 5140, 44.31, 36.27, 36.30, 396, 19.8.0, 20.0

**1.1.3.2 Kalibrering af måleudstyret**

Kalibreringen af måleudstyret kan foretages af enten institutionen som forestår målingerne eller f.eks. producenten af måleudstyret. Ved at lade f.eks. producenten af måleudstyret forestå kalibreringen af måleudstyret foretages der en uafhængig evaluering af måleudstyret, hvilket er ønskeligt. Den uafhængige evaluering er imidlertid ikke nødvendig for at overholde kravspecifikationerne.



Under kalibreringen estimeres kalibreringskoefficienterne ved at måle i hele det naturlige udfaldsrum under kontrollerede laboratorieforhold. *In situ* målinger kan ikke anvendes til en kalibrering af CTD-sondens sensorer.

### *Kalibreringskoefficienter*

De fleste af de sensorer, der i dag anvendes af amterne og DMU er lineære. Det betyder, at omregningen fra det digitale signal (antal counts) til måleværdi foregår ved at indsætte signalet i ligningen:

$$\text{måleværdi} = a \cdot \text{signal} + b$$

hvor

a = hældningskoefficienten (gain) og  
b = skæring med y-aksen (offset).

Gain og offset for sensorerne bestemmes ved kalibrering og betegnes kalibreringskoefficienter. Ændringerne af kalibreringskoefficientene med tiden viser stabiliteten for sensorer og elektronik. Gain og offset i sig selv fortæller om sensorens tilstand og opløsningen af målingerne.

Kalibreringsdata og resulterende kalibreringskoefficienter anvendes til at sikre, at kalibreringsmålingerne har den nødvendige nøjagtighed. De resulterende kalibreringskoefficienter indgår i vurderingen af den tidlige variation af kalibreringskoefficienterne.

Kalibreringen af temperatur og konduktivitet foretages under kontrollerede forhold i kar med saltvand. Saliniteten bestemmes med et salinometer. Der skal yderligere anvendes præcisionstermometre i kar ved kalibrering af salinitet og af temperatur. Kalibreringsresultaterne bør overføres til log-filen, således at omregningen fra rådata til måleværdi kendes og eventuelt kan rettes i forbindelse med målefejl.

Ved kalibrering af sensorerne bør salintetsranget være 2 til 32 psu, således at der f.eks. laves en kalibreringskurve på saliniteterne 32, 16, 8, 4, 2 psu. For temperaturen skal der ligeledes laves en kalibreringskurve af minimum 5 punkter jævnt fordelt over range 2°C til 22°C.

Kalibreringen af trykcelle kan f.eks. foregå ved hjælp af dødvægtstester, trykkalibrator eller i trykkammer.

Det skal dokumenteres, at kalibreringsmålingerne lever op til kravspecifikationerne (afsnit 1.1.2.2). Procedurene for kontrolmålingerne følges (afsnit 1.1.3) ved evaluering af kalibreringen.

#### 1.1.3.2.1 Tidsintervaller for kalibrering

Minimum hvert år skal konduktivitets- og temperatur- og tryksensorerne på CTD-sonden kalibreres. Derudover skal sonderne kalibreres, når kontroldata viser, at kalibreringen er utilstrækkelig (afsnit 1.1.4.2), eller når sensorer skiftes ud.

Hvis kontrolmålingerne dokumenterer, at CTD-sonden overholder kravspecifikationerne over et bredt salinitets-, temperatur- og tryk-

range kan kalibreringen undlades, hvis det i øvrigt er i overensstemmelse med fabrikantens anvisninger.

Præcisionstermometeret skal kalibreres minimum hvert år. Derudover skal præcisionstermometeret kalibreres, når kontrolldata viser, at kalibreringen er utilstrækkelig (afsnit 1.1.4).

Salinometeret skal kalibreres før hver måleserie. Minimum en gang om året kontrolleres kalibreringen på basis af IAPSO standard havvand med 3 forskellige saliniteter (f.eks. 10, 30 og 35 psu).

### 1.1.3.3 Kontrolldata

Kontrolmålingerne foretages *in situ* og i kar. Trykkontrollen er en sammenligning mellem CTD-sondens målinger og mere præcise målinger, såkaldte referencemålinger.

Karmålingerne foretages af hensyn til en egentlig kontrol og test af sensorerne. Karmålingerne kan foretages i laboratoriet. Under karmålingerne registreres det, at salinitet og trykmålingen har en konstant visning. Temperaturvisningen i karret må varierer svagt som følge af varmudvekslingen med omgivelserne.

*In situ* kontrolmålingerne foretages for at evaluere hele måleproceduren, hvor blandt andet skibes elektroniske støj og prøvetagernes målemetode evalueres sammen med sensorernes kalibrering. *In situ* kontrolmålingerne stiller imidlertid krav til, at temperatur og salinitet kun varierer meget lidt under kontrolmålingen. Dette krav er vanskeligt at opfylde i en række farvande.

*In situ* kontrolmålingen kan foretages i havnebassinet med efterfølgende grundig rensning af sonderne med f.eks. RBS og skylning med ethanol og demineraliseret vand. Havnebassinsmålinger bør ikke gennemføres, hvis der er oliefilm på vandoverfladen. *In situ* kontrolmålingen kan erstattes af karmålinger. Karmålingerne foretages da fra skibet, mens de sædvanlige måleprocedurer følges, således at hele måleproceduren kan evalueres gennem kontroldatasættet. Karret kan f.eks. være placeret på havnekajen ved siden af skibet.

Tryk

Trykket er summen af havets og luftens tryk. For at kompensere for luftens tryk justeres sensoren til det aktuelle lufttryk, hvor trykmålingen nulstilles i forhold til atmosfæretrykket.

CTD-sonden bør være forsynet med en bundkontakt. Det sikrer, at målingerne altid afsluttes i samme højde over bunden. Softwaren skal automatisk indregne afstanden mellem bundkontakten og tryksensoren, når bunddybden skal beregnes.

Tryksensoren kontrolleres på tre måder:

- 1) Før og efter målingen registreres compensationen for lufttrykket, mens sonden er på dæk. Compensationen før og efter målingen må maksimalt afvige 0,1 mVS. Data registreres i datafilen som en løbende kontrol af tryksensoren.

- 2) Den aktuelle bunddybde på basis af CTD-sondens visning registreres i datafilen sammen med data fra ekkolod, og forskellen evalueres af prøvetageren. (Den aktuelle bunddybde skal rapporteres til M-FDC. Den aktuelle bunddybde anvendes specielt i forbindelse med den nederste ilt-winkler-bestemmelse.)
- 3) Endvidere kontrolleres tryksensoren overfor en referencemåling. Referencemålingerne kan udføres med trykkalibrator. Kontrollen udføres i trykområdet 0 til 100 i trykenheden mH<sub>2</sub>O ved 20°C. Kontrollen udføres som en 5 punkts kontrol både for stigende og faldende tryk, således eventuelle hystereseforhold kan dokumenteres. Såfremt kontrollen afsløre at tryksensoren skal justeres, skal der altid afsluttes med yderlig en 5 punkts kontrol både for stigende og faldende tryk. Hermed er sensoren kontrolleret/kalibreret "as found" og "as left", således mistes ikke kalibreringshistorien i kalibreringsintervallet. Anvendes en af de fælles indkøbte trykkalibratører til kontrol, medfølger en skriftlig betjenings og kontrolprocedure.

Kontrollen af tryksensoren, som angivet ovenfor under pkt. 1 og 2, udføres som en løbende kontrol ved hver CTD-måling.

#### *Temperatur*

Kontrollen af temperaturmålingen foretages i kar eller *in situ* på en velegnet lokalitet. Temperaturen i karret må kun variere lidt med tiden. Det opnås ved at anvende enten mindre termostatstyrede kar eller store kar, hvor temperaturen ændres lidt. I begge kartyper bør der være omrøring. Omrøringen kan foretages manuelt eller med en pumpe, der kun må have en svag varmeafgivelse til vandet. Ved både kar og *in situ* kontrolmålingen anvendes et præcisionstermometer sammen med det normale profilerende udstyr.

#### *In situ kontrol*

Lokaliteten for *in situ* kontrolmålingen vælges, så den opfylder kravene:

- gode målebetingelser, dvs. svag søgang
- et vandlag på minimum 2 meter, hvor temperaturforskellen er mindre end 0,05°C over dybdeintervallet.

Efter en orienterende profilmåling placeres sonden og præcisionstermometeret midt i det opblandede vandlag og samhörørende værdier fra præcisionstermometer og sonde noteres (logges) f.eks. i logfilen. Der laves én præcisionstemperaturmåling og 3 CTD-temperaturmålinger indenfor et minut. Der laves en sammenligning mellem CTDens temperaturvisning og præcisionstermometermålingen hurtigst muligt efter målingerne.

#### *Kontrol i kar*

Ved kontrol i kar skal der laves 3 på hinanden følgende målinger fra CTDen og 3 med præcisionstermometeret.

## Salinitet

Kontrollen af salinitetsmålingen skal foretages i kar med forskellig salinitet og *in situ* på en velegnet lokalitet. Kravene til karret er beskrevet under kontrolmålingen af temperatur.

## In situ kontrol

Når der laves en *in situ* kontrolmåling skal lokaliteten for kontrolmålingen vælges, så den opfylder kravene:

- gode målebetingelser dvs. svag søgang
- et vandlag på minimum 2 meter vertikal forskelle i salinitet og temperatur mindre end henholdsvis  $\pm 0,05 \text{ C}^\circ$  og  $\pm 0,05 \text{ psu}$ .
- lokaliteterne skal over en periode repræsentere farvandets variation m.h.t. salinitet

CTD-bestemmelsen af saltholdighed kontrolleres ved at foretage 3 efter hinanden følgende målinger med CTD-sonde og 3 udtagelser af vandprøver (minimum 100 ml vandprøve). Disse 3 CTD-målinger og vandprøveudtagelser foretages indenfor et minut. Prøverne skal udtages i en flaske med et tæt låg. Flasken må ikke fyldes helt op.

## Kontrol i kar

Ved kontrol i kar skal der laves 3 på hinanden følgende målinger fra CTD'en og 3 på basis af vandprøver (minimum 100 ml vandprøve). Prøverne skal udtages i en flaske med et tæt låg. Flasken må ikke fyldes helt op.

Der skal anvendes en anerkendt metode til bestemmelse af prøvens salinitet (UNESCO 1981). Det anbefales, at saliniteten bestemmes med et salinometer. Salinometeret kalibreres med IAPSO standard havvand. Alternativt kan en titreringsmetode anvendes, hvis det dokumenteres, at nøjagtighedskravene overholdes. IAPSO standard havvand bør anvendes til kontrol af titreringsmetoden.

### 1.1.3.3.1 Tidsintervaller for kontrolmålingerne

Kontrolrutinerne udføres med forskellige tidsintervaller:

- 1) I de uger, hvor der foretages målinger, etableres der minimum en gang om ugen et sæt *in situ*-kontrolmålinger af salinitet og temperatur. Kontrol af tryksensoren foretages løbende ved hver CTD-måling, som beskrevet under 1.1.3.3 *Tryk* pkt. 1 og 2. Kontrolmålinger kan alternativt foretages i havnebassinet, i kar eller med trykgenerator (afsnit 1.1.3.3).
- 2) Kontrolmålinger af tryk og temperatur evalueres hurtigst muligt efter gennemførelsen af kontrolmålingen. Kontrolmålingerne evalueres senest en måned efter, at kontrolmålingen er foretaget.
- 3) Minimum en gang om måneden laves et sæt kontrolmålinger i kar af salinitet og temperatur. Det forudsætter, at der måles månedsvist eller hyppigere fra skibet. Måles der mindre hyppigt fra skibet, skal der laves kontrolmålinger i kar før hvert togt. Minimum hver fjerde måned kontrolleres tryksensoren overfor en referencemåling, som beskrevet under 1.1.3.3 *Tryk* pkt. 3.

- 4) Ved et årligt check hos f.eks. producenten, skal sensorernes elektronike og funktion kontrolleres. Det inkluderer blandt andet at elektroniske kredsløb, stik og forbindelser på hele målesystemet gennemgås.
- 5) Før sensorskift bør der laves kontrolmålinger, hvis der f.eks. er foretaget målinger med en defekt sensor.
- 6) Efter sensorskift skal der laves kontrolmålinger.

#### 1.1.3.4 Dataindsamlingsrutiner

Dataindsamlingsrutinerne for skibsmålingerne skal som minimum overholde nedenstående krav:

*Før hver dags målinger*

- 1) Kontrol af stik og kabler, rengøring af sensorer med demineraliseret vand.
- 2) Kontrol af PCens klokkeslet. Mange PC'eres ure er ikke nøjagtige. Der vil være lidt drift. Derfor skal PC tiden kontrolleres hver dag på hvert togt. Det gøres bedst ved at indføre kommandoen TIME i DOS-prompten eller sætte TIME-kommandoen ind i WINDSOWS START. Tidspunktet skal være UTC tid. Det er dansk normaltid minus en time, og dansk sommertid minus to timer.

*Før hver måling*

- 1) Kontrol af sensorer: er de rene og ubeskadigede?
- 2) Inden målingen påbegyndes, kalibreres tryksensoren i forhold til lufttrykket. Lufttryk og kompensationsværdi overføres til datafilen sammen med instrumentets dæksværdi.
- 3) Kalibreringscoefficients for de anvendte sensorer overføres til datafil, herunder countværdien for 102%-iltmætning som beskrevet i den tekniske vejledning for iltensormåling.
- 4) Inden målingen skal målesonden hænge i 1-5 meters dybde i minimum et minut, for at luftbobler kan undslippe, og for at temperaturforskellen mellem sonde og vand bliver udlignet. I dette tidsrum bestemmes secchi-dybden. Secchi-dybden overføres til datafilen.
- 5) Andre relevante data bør anføres og overføres til datafilen. Disse kan være f.eks. vindstyrke, vindretning, bølgehøjde, vejr, skydække, luftfugtighed og barometertryk. De meteorologiske koder for bølgehøjde, vejr og skydække anvendes. Der bør endvidere være mulighed for, at kommentarer fra prøvetageren kan indtastes - det kan være en evaluering af målingens kvalitet, vigtige observationer eller afvigelser fra måleproceduren.
- 6) Umiddelbart før målingen begynder skal skibets position, dato og UTC tidspunkt overføres til datafilen, sammen med stationsnavne eller nummer og amts/institutionskode. Det er således starttidspunktet for CTD-målingen som fastlægger måletids-

punktet. Position i grader og decimalminutter (minimum 2 decimaler), dato i YYYYMMDD og tidspunkt i TTMM. Positionen for den aktuelle måling registreres. Det er således den aktuelle måleposition, der skal registreres og ikke stationens formelle position. Den formelle stations koordinater kan anvendes, hvis vanddybden ændrer sig mindre end 1 m indenfor 0.1 nm fra den formelle station. Positionen registreres i WGS84 datum og skal være nøjagtig indenfor 10 meter. Afstanden fra den formelle station til den faktiske måleposition skal være mindre end 0.1 nm.

- 7) Andre relevante data overføres til datafilen.
- 8) Målesonden hæves fra dybden 1-3 m til den første måledybde, der skal være 0,4 meter, såfremt vejr og søgang tillader dette. Elektronisk målte data registreres i datafilen med minimum 0,2 meters intervaller.

#### *Under hver måling*

- 1) Den dybeste måling foretages maksimalt 1 meter over bunden. Når målesonden når bunden, noteres den aktuelle bunddybde sammen med data fra ekkoloddet.
- 2) CTD-sonden sænkes ned med en ensartet fart. Sondens nedsænkningshastighed skal være maksimalt  $0,1-0,2 \text{ m s}^{-1}$ , hvis ilt-sensormålinger foretages. Ved rene CTD-målinger kan nedsænkningstiden øges til  $0,5 \text{ m s}^{-1}$ . I de danske farvande er vanddybden de fleste steder under 30 meter. Disse nedsænkningshastigheder betyder, at målinger kan foretages hurtigt på samtlige stationer. Dette er nødvendigt af hensyn til den meget store vertikale og horisontale variabilitet i danske farvande.

#### *Efter hver måling*

- 1) Når sonden atter er på dæk, noteres instrumentets dæksværdi for tryk i log-filen. Den skal da afvige mindre end 0,1 mVS fra værdien inden profilmålingen. Hvis afvigelsen er større, skal tryksensoren skylles og profilen eventuelt tages om.
- 2) Tidspunkt og dybde for første og sidste CTD-måling trækkes fra hinanden. Dernæst bestemmes sænkningshastigheden ved at dividere de to tal. Sænkningshastigheden overføres til datafilen og gemmes til dokumentations for, at nedsænkningshastigheden er tilstrækkelig lav i forhold til ilt-sensormålingerne.
- 3) Sensorer rengøres med demineraliseret vand. Selv små rester af saltvand på sensorer kan påvirke det efterfølgende måleresultat, idet saltvand ved indtørring efterlader saltkrystaller. Kravet til rengøring gælder også for andre sensorer.

#### *Efter hver dags målinger*

- 1) Hele CTD'en og herunder specielt det indvendige af vandhenterne skylles omhyggeligt med ferskvand. Optiske linser og sensorer rengøres med demineraliseret vand.

#### *Halvårligt*

- 1) Sensorer og optiske linser renses omhyggeligt med en detergent (f.eks. RBS) og skylles efterfølgende først med isopropyl-alkohol og så med demineraliseret vand.

#### 1.1.3.4.1 Vandprøver

Det forringer kvaliteten af analyserne, såfremt der går for lang tid mellem CTD-sondemålingen og vandprøvetagningen. Vandprøver bør derfor tages samtidig med profilmålingerne. Dette muliggøres blandt andet ved anvendelse af en rosette-vandhenter. I kapitel 2.1, Prøvetagning i felten, er procedurer for prøvetagning med rosette-vandhenter og enkelt-vandhenter nærmere beskrevet.

Hvis vandsøjlen er homogen, og tiden mellem CTD-profil og samtlige vandprøvetagninger er få minutter kan vandprøven tages efter CTD-sondens profilmåling. Hvis der går længere tid mellem CTD-sondens profilmåling og vandprøvetagningen, bør der tages en vandprøve til efterfølgende salinitetsbestemmelse. Vandprøvens salinitet bestemmes og temperaturen ved denne salinitet fastlægges ved hjælp af CTD-profilen. således at sammenhørende værdier af vandkemi og vandets salinitet og temperatur rapporteres til M-FDC. Det medfører, at sådanne salinitets- og temperaturmålinger skal rapporteres som vandkemimålinger, dvs. prøvetagningsudstyret angives som vandhenter og ikke som CTD.

### 1.1.4 Kvalitetssikring

Kvalitetssikringen udføres på 4 niveauer.

- 1) Daglig evaluering af profilmålinger for egentlige måletekniske fejl.
- 2) Kontroldatasæt analyseres m.h.t. korrektheden, præcisionen, tilfældige variationer og egentlige målefejl.
- 3) Et kvalitetsstyringssystem fastlægger, hvad der skal gøres når a) kontroldatasættet viser, at måledata ikke opfylder kvalitetskravene, b) der er egentlige fejlmålinger, eller c) måleprocedurene ikke overholdes.
- 4) Datarapporteringen indeholder en egentlig kvalitetssikring, hvor samtlige data kontrolleres med hensyn til en række simple parametre, så som stationsplacering, vanddybde, og den naturlige variation for observationen.

#### 1.1.4.1 Kvalitetskontrol

Gennem overvågningsprogrammet laves en fortløbende analyse af kontroldata med henblik på at identificere fejl i procedure og målinger samt at dokumentere, at datakvaliteten er tilstrækkelig. Yderlig anvendes data til at fastlægge måleprocedurens nøjagtighed.

Analysen af kontroldata fastlægger og dokumenterer målingernes kvalitet. For at kunne afgøre målingernes kvalitet skal metodernes nøjagtighed være kendt. Denne viden er bygget op med NOVA 2003 programmet.

Kontroldatasæt evalueres på basis af den estimerede præcision (f.eks. 0.37 psu for CTD-måling). Præcisionen estimeres på basis af tidligere kontrolmålinger. Der måles 34.40, 35.00 og 31.34 psu i én vandprøve. Observationerne 34.40 og 35.00 psu har samme størrelse i forhold til metodens estimerede præcision, idet deres indbyrdes difference er af samme størrelse som den estimerede præcision. Værdien 31.34 afviger fra de andre med ca. 9 gange den estimerede præcision. Derfor kan det forventes, at der er lavet en metodefejl i forbindelse med observationen 31.34 psu. Denne måling bør derfor ikke anvendes til at estimere vandprøvens salinitet. Det bedste estimat af vandprøvens salinitet er således  $(34.4+35.0)/2$  psu. Med et salinometer måles en salinitet på 34.76 psu. CTD-sondens målinger afviger fra salinometer værdien med -0.36 og +0.34 psu. En størrelsesorden for spredningen er  $((0.36^2+0.34^2)/1)^{0.5} = 0.5$  psu. Denne spredning er et mål for korrektheden af CTD målingen. Den estimerede præcision og korrekthed opfylder imidlertid ikke kvalitetskravene til salinitetsmålingerne ved hjælp af CTD. Derfor skal der i dette tilfælde identificeres fejlkilder, og fejl skal rettes.

Evalueringen af kontroldatasættet indeholder således 4 elementer, 1) identifikation af metodefejl, 2) estimering af metodens præcision, 3) estimering af metodens korrekthed, og 4) evaluering af målemetoden i forhold til kvalitetskravene.

Data med identificerede metodefejl ekskluderes fra estimationsproceduren, men indeholdes i det kontroldatasæt, der afrapporteres til M-FDC.

Nedenfor gennemgås kvalitetskontrollen i forhold til at evaluere salinitetsmålingerne. Tilsvarende kvalitetskontrol laves for temperaturmålingerne og trykmålingerne. Udføres trykkontrollen som nævnt i afsnit 1.1.3.3. punkt 3, vælges f.eks. dybderne 5 mVS, 25 mVS og 50 mVS til at evaluere trykmålingen.

#### 1.1.4.2 Statistiske redskaber

Vurderingsprincippet er standardiseret med nedenstående beregningsrutiner. Derudover er der anført teststørrelser og procedurer for de vurderinger, der skal foretages af talmaterialet.

#### Metodefejl

Metodefejl identificeres på baggrund af deres indbyrdes differencer ( $dx$ ) og den forventede difference ( $dY$ ). Den forventede difference estimeres på basis af målemetodens estimerede præcision ( $S$ ). Hvis differencen er større en forventningsværdien er der lavet en metodefejl.

Tabel 1.1.1

Obs.	Sort.	dx	dY	dx/dY
X1	x1	x1-x3	S*1.92	$(x1-x3)/(S*1.92)$
X2	x2	x1-x2	S*1.60	$(x1-x2)/(S*1.60)$
X3	x3	x2-x3	S*1.60	$(x2-x3)/(S*1.60)$

X er observationerne, mens x er sorteret værdier, hvor x1 er største værdi, x3 er mindste værdi. S er målemetodens estimerede præcision på baggrund af mange kontrolmålinger. Hvis S estimeres til at være



mindre end 0.03 psu eller 0.03°C for CTD-sonden anvendes værdierne 0.03 psu eller 0.03°C til kontrol af CTD-sondens præcision. Værdierne 0.03 psu og 0.03°C anvendes som minimumsværdier, idet mindre værdier er uvæsentlige i forhold til kravspecifikationen i overvågningsprogrammet. Teststørrelsen kan have følgende udfald.

Tabel 1.1.2

$dx/dY$	$dx/dY$	$dx/dY$	$dx/dY$	$dx/dY$
<1	>1	>1	>1	> 1
<1	>1	<1	<1	> 1
<1	<1	>1	<1	>1
<b>Målinger ok</b>	<b>Metodefejl ved x1</b>	<b>Metodefejl ved x3</b>	<b>Målingerne accepteres</b>	<b>Metodefejl</b>
Målinger ok	x1 fjernes fra den videre estimation	x3 fjernes fra den videre estimation	Målingerne er ikke udført med sædvanlig god nøjagtighed	Metodefejlen skal identificeres

*Præcision*

Målingernes præcision defineres som spredningen (S) af observationerne.

Tabel 1.1.3

	<b>Observation</b>		<b>dX</b>	<b>dX<sup>2</sup></b>
	X1		X1-X	(X1-X) <sup>2</sup>
	X2		X2-X	(X2-X) <sup>2</sup>
	X3		X3-X	(X3-X) <sup>2</sup>
Middelværdi	X	Sum:	0.00	SAK
			S <sup>2</sup>	SAK/(n-1)

n er antallet af observationer.

*Korrekthed*

Målingernes korrekthed defineres som spredningen (S) af observationerne i forhold til referenceværdien (Y).

Tabel 1.1.4

	<b>Observation</b>		<b>dX</b>	<b>dX<sup>2</sup></b>
	X1		X1-Y	(X1-Y) <sup>2</sup>
	X2		X2-Y	(X2-Y) <sup>2</sup>
	X3		X3-Y	(X3-Y) <sup>2</sup>
Middelværdi	X	Sum:	ukendt	SAK
Ref. værdi	Y		S <sup>2</sup>	SAK/n

n er antallet af observationer.

*Overholdes af kvalitetskrav*

Overholdelsen af kvalitetskravene (K) testes på basis af den estimerede spredning (S) for hvert kontroldatasæt. Kvalitetskravene skal testes for både korrekthed og præcision. Teststørrelsen er  $S^2/K^2 > 2,996$ , når spredningen er estimeret på basis af 3 observationer. Teststørrelsen er  $S^2/K^2 > 3,841$ , når spredningen er estimeret på basis af 2 obser-

vationer. Hvis  $S^2/K^2$  er større end 2,996 (eller 3,841) er kvalitetskravet ikke opfyldt.

### 1.1.4.3 Beregningseksempel

Detaljerne i testprocedurer og beregninger gennemgås i et beregningseksempel for salinitet. Kontroldatasættet består af 3 CTD-målinger fra et kar og 3 vandprøver fra samme kar til efterfølgende salinometerbestemmelse.

Måleresultateterne er:

Observation	CTD
	34,450
	34,250
	34,470
Middelværdi	34,390

Denne CTD-sonde kunne registre data med 2 decimaler. Værdien 0 er derfor tilføjet af hensyn til den videre databasehåndtering.

Observation	Salinometer
	34,484
	34,469
	34,470
Middelværdi	34,474

Kalibrering	Salinometer
	34,999
	34,996
	35,002
Middelværdi	34,999

IAPSO standard havvand med saliniteten 34.993 psu blev anvendt.

#### 1.1.4.3.1 Evaluering af målemetoden

Beregningskemaet i tabel 1.1.1 og vurderingskemaet i tabel 1.1.2 anvendes.

Sort.	dx	dY	dx/dY	
34,47	0,22	0,153344	1,4347	>1
34,45	0,02	0,127941	0,1563	<1
34,25	0,20	0,127941	1,5632	>1

Observationen 34,25 afviger for meget fra de øvrige to observationer til, at det kan antages, at målemetoden er udført korrekt. S er estimeret til 0,08. Observationen 34,25 fjernes fra den videre estimation.

### 1.1.4.3.2 Evaluering af præcisionen

Beregningskemaet i tabel 1.1.3.

	Obs	dX	dX <sup>2</sup>
	34,45	0,06	0,0036
	34,25	-0,14	0,0196
	34,47	0,08	0,0064
<b>Middelværdi</b>	<b>34,39</b>	S <sup>2</sup>	0,0148
		S	<b>0,1217</b>

Med observationen 34,25 estimeres spredningen til 0,1217. Kravet til præcisionen er 0,05. Teststørrelsen for kravoverholdelse er  $(0,1217/0,05)^2 < 2,996$  ( $6,20 > 2,996$ ). Dermed er kravet til præcision ikke overholdt. Når fejlmålingen 34,25 fjernes fra estimationen bliver middelværdi og spredning henholdsvis 34,46 og 0,0141 og kravet til metodens præcision overholdes ( $0,08 < < 3,841$ ).

### 1.1.4.3.3 Evaluering af korrektheden af CTD-sondens måling

Beregningskemaet i tabel 1.1.4.

	Obs.	dX	dX <sup>2</sup>
	34,45	-0,0243	0,0006
	34,25	-0,2243	0,0503
	34,47	-0,0043	0,0000
		S <sup>2</sup>	0,0170
<b>Ref.Værdi</b>	<b>34.474</b>	S	0,1303

Med observationen 34,25 estimeres spredningen i forhold til referencerværdien til 0,1303. Kravet til korrektheden er 0,1. Teststørrelsen for kravoverholdelse er  $(0,1303/0,1)^2 < 2,996$  ( $1,698 < 2,996$ ). Dermed er kravet til korrektheden overholdt trods fejlmålingen. Når 34,25 fjernes fra estimationen bliver korrektheden estimeret til 0,0138. Kravet til korrektheden overholdes uden problemer ( $0,02 < < 3,841$ ). Bemærk at middelværdien ikke indgår i estimationsproceduren.

Tilsvarende analyse skal laves af salinometerkalibrering og kontrolmålingen.

### 1.1.4.4 Kvalitetsstyring

For hvert skib laves en manual for prøvetagningen i forbindelse med CTD-målingerne. Denne skibsmanual skal indeholde samtlige nødvendige elementer til gennemførelse af målingerne med den ønskede kvalitet. Den fagligt ansvarlige og prøvetagerne gennemgår procedurerne i den tekniske anvisning ved igangsættelse af NOVANA før første måling udføres. Herefter gennemgås måleprocedurerne af den fagligt ansvarlige og prøvetagerne en gang årligt. Den årlige gennemgang af den tekniske anvisning skal indeholde en sammenstilling med skibsmanualen og med producentens anvisninger. På basis af den årlige gennemgang sender den fagligt ansvarlige M-FDC en

evaluering af procedurerne, herunder forslag til forbedringer af den tekniske anvisning.

Ved oplæring af en ny prøvetager gennemgår den fagligt ansvarlige og prøvetageren ligeledes procedurerne i den tekniske anvisning.

Med jævne mellemrum laves et miljøskibstræf, hvor måleprocedure og -nøjagtighed miljøskibene imellem sammenstilles. Den fagligt ansvarlige for miljøskibstræffet sender M-FDC en evaluering af procedurerne, herunder forslag til forbedringer af den tekniske anvisning.

Der findes en række umiddelbare identificerbare målefejl. Eksempler på nogle af disse gennemgås nedenfor primært med hensyn til salinitetsmålingen.

#### **1.1.4.4.1 Fejl: Signal er ustabil**

*Eksempel:*

CTDens salinitetsvisning i et kar varierer med tiden. Eller CTDens temperaturvisning varierer med tiden.

*Aktion:*

Kontroller at karret er velblandet. Kontroller stik, kabler, strømforsyning, andet udstyr, og evt. nyetableret udstyr. Kontroller for øvrig elektronisk støj. Specielt for temperatur kontrolleres, at karopstillingen er korrekt.

*Konsekvens:*

Målinger kan ikke foretages! Fejl skal findes og rettes, før nye målinger kan laves.

#### **1.1.4.4.2 Fejl: Profilmålingen viser fejl**

*Eksempel*

Densiteten har lokale maksima i vandsøjlen.

*Aktion*

Sensorer kontrolleres for brud, revner og partikler. Sensorer renses efter producentens forskrifter og skylles med ferskvand. Kabler kontrolleres for kinker og øvrige fejl. Profilen laves om, bibeholdes fejlvisningen, skal udstyret efterses af producenten.

*Konsekvens*

Målinger kan ikke foretages. Fejl skal findes og rettes før nye målinger gennemføres. Procedurer for vedligeholdelse og CTD-sondens betjening gennemgås. Det skal tages vandprøver i standarddybderne m.h.t. salinitetsbestemmelse.

#### **1.1.4.4.3 Fejl: Egentlige metodefejl under kontrolmålingerne**

*Eksempel*

En salinitetsvisning afviger markant fra de øvrige 2 i kontroldatasættet.

*Aktion*

Kontroldatasættets enkeltværdier evalueres af den fagligt ansvarlige, og der testes for fejlmålinger på basis af målemetodens usikkerhed. Måleprocedurer gennemgås.

*Konsekvens*

CTD-målinger kan gennemføres.

#### **1.1.4.4.4 Fejl: Præcisionen er utilstrækkelig**

*Eksempel*

Præcisionen af CTD-sondens salinitetsvisning er utilstrækkeligt i forhold til kvalitetskravene.

<i>Aktion</i>	Måleprocedurer gennemgås. Måleudstyr renses. Kontrol af stik, kabler, strømforsyning, andet udstyr, og evt. nyetableret udstyr. Specielt for temperatur kontrolleres, at karopstillingen er korrekt. Specielt for præcisionssalinometeret kontrolleres temperaturindstillingen og placering. Der skal tages vandprøver i standarddybderne m.h.t. salinitetsbestemmelse.
<i>Konsekvens</i>	Målinger kan gennemføres. Fejl skal findes og rettes. Data skal anmærkes med angivelse af den observerede præcision.
<i>Eksempel</i>	<b>1.1.4.4.5 Fejl: korrektheden er utilstrækkelig</b> CTD-måleudstyret overholder ikke kvalitetskravet m.h.t. korrektheden af salinitet.
<i>Aktion</i>	Kontroldatasættets spredninger evalueres i detaljer af den fagligt ansvarlige. Fejlkilder identificeres på baggrund af kontroldatasættet. Yderligere kontrolleres procedurer og sensorer.
<i>Konsekvens</i>	Målinger kan gennemføres. Målingerne rettes op efter den nye kalibrering. Måleudstyret skal kalibreres. Procedure for kontroldatasættets etablering gennemgås både m.h.t. præcisionsmåling og for prøvetagning til præcisionsmåling samt for CTD-målingerne. Der skal tages vandprøver i standarddybderne m.h.t. salinitetsbestemmelse.
<i>Eksempel</i>	<b>1.1.4.4.6 Fejl: Ikke tilfældigt fordelte afvigelser, CTD</b> Afvigelsen mellem præcisionsmålingen af salinitet og CTD-visningen øges i, på hinanden følgende, kontroldatasæt.
<i>Aktion</i>	Det testes om afvigelserne forekommer tilfældigt. Sensorer renses og procedurerne gennemgås. Det undersøges, om der er drift i sensorkalibreringen.
<i>Konsekvens</i>	Målingerne rettes op på baggrund af sensordriften.

### 1.1.4.4.7 Skematisk oversigt af kvalitetsstyringen

Kontroltype	Hyppighed	Resultat	Konsekvens
Daglig	efter/under hver profilmåling	Profilen viser direkte fejl	find årsagen til målefejlen og tag vandprøver i standarddybder til salinitetsbestemmelse.
<i>In situ</i>	ugevist, togtvist	ok	fortsæt måleprogrammet
<i>In situ</i>	ugevist, togtvist	ej ok	fortsæt evt. måleprogrammet, find årsagen, evt. laves karkontrol
Kar	månedsvist, togtvist	ok	fortsæt måleprogrammet
Kar	månedsvist, togtvist	ej ok	fortsæt evt. måleprogrammet, find årsagen, evt. laves en genkalibrering
Kar	månedsvist, togtvist	variation i tryk eller salinitet	kontrollen kan ikke gennemføres. Find årsagen. Måleprogrammet bør ikke fortsættes før fejlen findes.
Kalibrering	årligt	ingen ændring	fortsæt måleprogrammet
Kalibrering	årligt	ændring	sensorer kontrolleres og måleprogrammet fortsættes med nye konstanter. Tidligere kontrol-data evalueres for at finde starttidspunkt for evt. drift. Opret evt. ældre data p.b.a. kontrolldata.

### 1.1.5 Dataindberetning

#### *Rådatafiler*

De rå datafiler indeholder samtlige indsamlede data, og er koblet sammen med kalibreringsfilerne. Ved hjælp af kalibreringsfilerne beregnes vanddybde, temperatur og salinitet. Rådata samt kalibreringsdata og -koefficienter skal ikke rapporteres til M-FDC, men gemmes til en evt. genberegning af datamaterialet i forbindelse med fejl i målernes kalibrering.

De beregnede data kvalitetsvurderes før data rapporteres til M-FDC som STANDAT-filer. Kontrolldata rapporteres i STANDAT-format som selvstændige filer. Datastrukturen under STANDAT-data-indberetningen er hierarkisk, således at kontrol- og måldata rapporteres med følgende indhold:

#### *Rapporterede profilmålinger*

##### Headerdel:

Versionsnummer af M-FDC's kvalitetssikringsprogram (nyt felt i headerdelen. Indtil 1.1.1998 er versionsnummeret 1.0)

##### Stationsdata:

Institution (amtskode)

Station

Dato

UTC tid

Længdegrad i WSG84

Breddegrad i WSG84

Vanddybde (den aktuelle vanddybde)

### Vandprøveoplysninger:

Prøvetype (profil)

Udtagningsudstyr (CTD)

CTD-kode (nyt felt, institutionsspecifik kode for den anvendte CTD-sonde, f.eks. 2, hvor amtet har 3 CTD-sonder med koderne 1, 2, og 3)

### Vandanalyseresultater:

Måledybde

Parameter (med 2 decimaler og hver 0.2 m)

Resultat

Enhed

De rapporterede profilmålinger følger således det oprindelige STANDARD-format undtaget udvidelsen med de 2 oplysninger: Versionsnummer af M-FDC's kvalitetssikringsprogram og CTD-sondens kode.

### *Rapporterede kontroldata*

### CTD-kontroloplysninger:

Institution (amtskode)

Station

Dato (prøvetagningsdato)

UTC tid (prøvetagningstidspunkt)

Prøvetagningsmetode (KAR, INSITU)

CTD-kode (nyt felt, institutionsspecifik kode for den anvendte CTD-sonde, f.eks. 2, hvor amtet har 3 CTD-sonder med koderne 1, 2, og 3)

Referencemålemetode (Salinometermåling: 1, Titrering: 2, Præcisionstermometer: 3, Målebånd: 4, Trykkammer: 5, Trykgenerator: 6, Andet: 99, Ukendt: 0)

### Kontrolresultater:

Parameter (Sali, Temp, Tryk)

Type (CTD, Reference)

Resultat (med 3 decimaler. Evt. angives 0 på 3 decimal for CTD-måleresultatet)

Enhed

De rapporterede kontroldata indeholder de nødvendige oplysninger, således, at M-FDC kan sammenkoble kontroldata med skibsmålingerne i M-FDCs databasestruktur. Hermed fastlægges skibsmålingernes korrekthed og præcision til det efterfølgende arbejde i M-FDC regi. Amterne skal selv sammenkoble kontroldata med profilmålinger til arbejde i deres regi.

På basis af institutionskoden og CTD-koden kobles den estimerede nøjagtighed fra kontrolmålingerne til CTD-sondens profilmålinger. *In situ* vandprøver til kontroldata blev f.eks. taget den 2.2.98. Korrekthed og præcision er efterfølgende blevet estimeret til hhv. 0.1 psu og 0,02 psu. CTD-sondens profilmålinger fra f.eks. den 30.1.1998 og 3.2.1998 har så korrektheden og præcisionen hhv. 0,1 psu og 0,02 psu.

Kvalitetsvurderingen skal anvende senest udsendte version af kvalitetssikringsprogrammet. Version 1.0 af STDDMU programmet sikrer,

at de rapporterede data følger STANDAT-datafilformatet, samt at temperatur og salinitet ligger i et naturligt range. Programmet udbygges, således at stationskoordinater kontrolleres sammen med vanddybde. Det naturlige range for den pågældende station estimeres og erstatter det nuværende range (f.eks. 0-36 psu for salinitet). Endeligt evalueres vandets densitet i forhold til dybden.

### **1.1.6 Referencer**

UNESCO (1981) International Oceanographic Tables, Vol 3. UNESCO Papers in Marine Science, 39.

UNESCO (1988) The acquisition, calibration, and analysis of CTD-data. A report of SCOR Working Group 51. UNESCO Papers in Marine Science, 54.

HELCOM (1998) Manual for Marine Monitoring in the COMBINE Programme of HELCOM.

*<http://www.helcom.fi/Monas/CombineManual2/CombineHome.htm>*