

<b>Kartverket sjødivisjonen</b>				
<b>Teknisk kravspesifikasjon for kvalifisering av sjømåler</b>				<b>Standarder</b>
Versjon: 3.01	Gjelder fra: 01.12.2024	Utarbeidet av: Arne E. Ofstad	Godkjent av: John K Klippen	Sidenr: 1 av 18

# TEKNISK KRAVSPESIFIKASJON FOR SJØMÅLING SOM SKAL INNGÅ I NAUTISKE PUBLIKASJONER

## **Oversikt over de viktigste endringene siden forrige versjon:**

- Kap 2.1 Inkludert mulighet for å måle med system der alle sensorer er montert på stativ uavhengig av båt
- Kap 2.3 Krav til ekkolodd er endret
- Kap 2.4 Endret krav til kursnøyaktighet
- Kap 2.4 Krav til bruk av GNSS for attitydekalibrering er omformulert og noe modifisert
- Kap 5.2 Endrede krav til intervall for verifikasjon
- Kap 6 Kategori for kaimåling utvidet til også å gjelde spesialmåling. Endrede krav til objekt-deteksjon.
- Kap 6.1 Tilføyd mer informasjon om avlegging av grenser for måleoppdrag.
- Kap 6.4 Særlige nøyaktighetskrav for kaimåling og spesialmåling er angitt.
- Kap 7 Presisering av krav til avlegging av revisjoner
- Kap 8.2 Krav om sjekksum for dataleveranse
- Kap 9 Ordforklaringer utvidet med tørrfall og tørrfallslinje
- Kap 6.1 Fjernet krav til grunnerapport der det ikke er oppdaget nye grunner
- Kap 6.4 Endrede krav til kaimåling
- Kap 8 Endret innrapportering av feil i kystkontur

## **Nye endringer – 3.01 :**

- Kap 4.9 Digitale valideringsverktøy
- Kap 8.3 Metadata
- Div. andre formateringsendringer, for å bedre lesbarhet

1.	Innledning .....	3
2.	Krav til utstyr .....	3
2.1.	Fartøyets referanseramme .....	3
2.2.	Posisjoneringsutstyr .....	3
2.3.	Ekkolodd .....	4
2.4.	Bevegelsessensor .....	4
2.5.	Dypgående .....	5
2.6.	Lydprofil og absorpsjonskoeffisient-profil .....	5
2.7.	Lydfart kontinuerlig målt ved ekkolodd-svinger .....	5
2.8.	Vannstandsmåler .....	5
3.	Referansesystem for innsamlede data .....	6
3.1.	Horisontalt .....	6
3.2.	Vertikalt .....	6
3.3.	Tid .....	6
4.	Kvalitetskrav .....	6
4.1.	Krav til horisontal posisjon .....	6
4.2.	Overordnet krav til dybdenøyaktighet .....	7
4.3.	Krav til vertikal presisjon (konsistens i data) .....	7
4.4.	Kontroll av nøyaktighetskrav .....	7
4.5.	Måling av testområde .....	7
4.6.	Sjekk av konsistens mellom målelinjene .....	7
4.7.	THU og TVU .....	8
4.8.	Tetthet på dybdemålinger .....	8
4.9.	Digitale valideringsverktøy .....	8
5.	Dokumentasjon .....	9
5.1.	Kalibrering .....	9
5.2.	Verifikasjon .....	9
6.	Sjømålingskategorier .....	10
6.1.	Generell sjømåling .....	1
6.2.	Høyere gradert sjømåling .....	1
6.3.	Måling av Havner, hoved- og bileder .....	1
6.4.	Kaimåling og spesialmåling .....	2
7.	Revisjonslinjer .....	3
8.	Krav til leveranse .....	3
8.1.	Datatyper: .....	3
8.2.	Dataformat: .....	5
8.3.	Metadata .....	5
9.	Ordforklaringer .....	6
10.	Referanser .....	7

## 1. Innledning

Dette dokumentet inneholder kravspesifikasjon for all sjømåling som skal inngå i offisielle sjøkart og andre nautiske publikasjoner. Alle målinger skal tilfredsstille samtlige krav i denne spesifikasjonen.

IHO S-44 Edition 6 er lagt til grunn for denne spesifikasjonen og S44 skal benyttes der spesifikasjonen ikke gir klar veiledning.

Der det er konflikt mellom spesifikasjonene har denne spesifikasjonen prioritet over S-44.

Denne tekniske kravspesifikasjonen må vurderes og implementeres sammen med de andre generelle kravene Kartverket stiller til sjømåling og organisasjoner som utfører sjømåling.

Den som utfører sjømåling skal dokumentere at alle krav er innfridd.

## 2. Krav til utstyr

### 2.1. Fartøyets referanseramme

Sjømålingsfartøyet skal ha etablert et koordinatsystem (referanseramme), og alt sjømålingsutstyr skal måles inn i forhold til denne. Antenner, svingere og andre sensorer hvor plasseringen må være kjent for å oppnå tilstrekkelig nøyaktighet, skal måles inn. For sensorer hvor sensorens orientering i forhold til båtssystemet er viktig for å oppnå tilstrekkelig nøyaktighet, skal orienteringen også bestemmes. Dersom det benyttes en installasjon hvor alle sensorer er montert i en fast konstruksjon som er uavhengig av fartøyet som bærer konstruksjonen, gjelder kravene sensorenes posisjon og orientering i monteringsrammen.

Posisjon og orientering av sensorer i fartøyets referanseramme skal være bestemt med tilstrekkelig presisjon til at unøyaktigheter i innmålingen av sensorene ikke har betydning for måleusikkerheten på leveransen. Svingere, antenner og bevegelsessensor skal være montert på en slik måte at posisjon og installasjonsvinkler ikke endres om sensoren demonteres og re-monteres.

Innmåling av alle sensorer i fartøyets referanseramme skal være dokumentert i form av en innmålingsrapport som er så fullstendig at den kan kontrolleres av tredjepart. Rapporten skal inneholde digitale vedlegg med alle nødvendige datafiler for å gjenta beregningene.

### 2.2. Posisjoneringsutstyr

Det skal brukes et «Global Navigation Satellite System» (GNSS) med posisjons-usikkerhet mindre enn 0.2 meter (95 %) horisontalt. Dersom høyder fra GNSS-systemet skal brukes som vertikal referanse for dybder, skal usikkerheten vertikalt være mindre enn 0.08 meter (95 %).

Nøyaktighetskravet gjelder endelige posisjoner. Det stilles ikke krav om sanntids nøyaktighet.

Det skal benyttes en GNSS-mottaker med geodetisk kvalitet som kan måle både kode og fase i minst to frekvensområder. GPS *L1* og *L2* er et minimumskrav.

Det skal benyttes en antenntype med kalibrering registrert hos IGS. Kalibreringsverdier må foreligge på åpent format (ANTEX). Posisjonen til antennes referansepunkt (ARP) skal måles inn i fartøyets referanseramme.

Alle GNSS-observasjoner (kode-, fase-, dopplermålinger etc.) skal lagres som rådata for mulig senere etterprosessering. Programvare for konvertering av data til RINEX skal leveres, eller data skal leveres på RINEX-formatet.

GNSS-data skal logges kontinuerlig (uten brudd mellom loggelinjene) og i en periode på *minimum* 2 timer for å kunne kjøre etterprosessering av posisjoneringen.

### 2.3. Ekkolodd

Det skal brukes et multistråle-ekkolodd (interferometrisk sonar godtas ikke) som tilfredstiller følgende krav:

Nøyaktighet på ekkoloddet	0.05 m + 0.002*dybde (95% nøyaktighet)
Maksimum åpningsvinkel for de enkelte strålene. Åpningsvinkel angis for den aktuelt benyttede frekvens i en retning normalt på ekkoloddets svingerflate	1.5° × 1.5° eller 1.0° (tverrskips) × 2.0° (langskips)
Fasedeteksjon	Påkrevet. Fravikes kun i stråleretning hvor dette ikke er fysisk mulig
Korreksjon for båtens bevegelse	Alle dybdedata skal være korrigert for hiv, rull, stamp og kurs
Fokusering av strålen i nærfeltet	Påkrevet på mottak
Lydfartsmåling	Lydfart målt ved svinger og målt lydprofil skal anvendes. Lydbaneberegninger skal anvendes for alle dybdedata
Målemønster	Ekvidistant målemønster skal anvendes

### 2.4. Bevegelsessensor

Systemet skal benytte en bevegelses-sensor som imøtekommer følgende krav:

Kurs (bør være GNSS-basert)	0.1° RMS
Rull og stamp	0.02° RMS
Hiv	0.05 m eller 5 % av amplitude
Datarate fra sensor	100 Hz
Vertikal hastighet (gjelder bare for FM-ekkolodd)	Tilstrekkelig presisjon og datarate til dopplerkorreksjon av dybdemålingene

GNSS-antennene som brukes for kursgiver skal være målt inn med tilstrekkelig nøyaktighet til at nøyaktighetskravet for kurs kan innfris.

Bevegelsessensors plassering og orientering i fartøyets referanseramme skal bestemmes. Sensoren bør plasseres så nær ekkoloddets svingere (eg. RX) som praktisk mulig.

For overflatefartøy av en størrelse som tillater bruk av GNSS til kalibrering av bevegelsessensor og hvor sensorene er skrogmonterte, skal det måles minst 4 ekstra punkter med stor innbyrdes avstand på fartøyet. Disse punktene må være egnet til utplassering av antenner for måling med GNSS. Antennenes posisjon skal være kjent i referanserammen med en nøyaktighet som tillater bestemmelse av fartøyets orientering med 0.01° RMS for rull og stamp, samt 0.02° RMS for kurs. Fartøyets orientering bestemmes ved at et GNSS-

basert system brukes for å etablere fartøyets «sanne» bevegelse mens fartøyet manøvrerer slik at bevegelses-sensoren har realistiske utslag. Samtidig samles det inn data fra bevegelses-sensoren og disse data sammenlignes med GNSS-systemet. Ved påføring av korreksjoner på bevegelsessensoren skal målingene gjentas inntil det er samsvar mellom målingene. Dokumentasjon fra slik innmåling skal foreligge.

Alternative metoder aksepteres dersom det kan dokumenteres at de gir et minst like godt resultat som metoden over.

## 2.5. Dypgående

Fartøyets dypgående og endringer av denne skal være kjent med en nøyaktighet på 0.05 m (95%). For fartøy hvor hastighetsindusert dypgående varierer så mye at det vil ha betydning for målenøyaktigheten, må det være etablert et system for å korrigere for dette. Krav til måling av dypgående frafaller dersom kartleggingen baseres på bruk av Ellipsoidisk Referert Sjømåling (ERS).

## 2.6. Lydprofil og absorpsjonskoeffisient-profil

Det skal måles lydprofiler i hele dybdeintervallet og profilene skal lastes inn i og benyttes av ekkoloddet uten unødig forsinkelse. For å sikre at det ikke er grove feil i profilene skal alle profiler sjekkes visuelt før de lastes inn i ekkoloddet. Krav om alder på lydprofil og avstand fra lydprofil til måling vil variere. Det skal måles ny profil dersom lydfart ved svinger stabilt avviker mer enn 3 m/s i forhold til profilen (for spesialmåling og kaimåling er kravet strengere), eller dersom problemer med lydprofilen fører til redusert datakvalitet. Det skal brukes en representativ lydprofil for måleområdet (se detaljer i Kapittel 6).

Lydhastighetsmåleren skal minst ha en nøyaktighet på 0.05 m/s RMS og trykkmåleren skal minst ha en nøyaktighet på 0.05 % RMS av maksimalt dybde for måleren. Trykksensorens dybdeområde må være tilpasset aktuelt måledyp.

Dersom det samles inn reflektivitets-data, skal det også beregnes absorpsjonskoeffisient-profiler som dekker hele dybdeintervallet. Profilene skal umiddelbart lastes inn i ekkoloddet.

Det skal enten brukes en CTD-måler eller en karbonfiberstangbasert ekkomåling for lydhastighet. Ved bruk av CTD-måler skal formler fra [*Del Grosso*] eller [*Chen and Millero*] brukes til utregning av lydfart. [*Francois and Garrison*] sine formler skal brukes for utregning av absorpsjonskoeffisientene.

Alternative formler kan benyttes dersom det kan dokumenteres at de gir bedre resultat.

## 2.7. Lydfart kontinuerlig målt ved ekkolodd-svinger

Lydfart ved svinger skal måles kontinuerlig og denne målingen skal anvendes av ekkoloddet. Det stilles samme nøyaktighetskrav til denne måleren som for lydprofil-måleren.

## 2.8. Vannstandsmåler

Krav til måling av vannstand faller bort dersom kartleggingen kun baseres på Ellipsoidisk Referert Sjømåling (ERS).

Ved tradisjonell sjømåling, ikke ERS basert, så skal vannstandsdata fra Kartverket brukes med mindre det er for stor avstand til nærmeste vannstandsmåler.

Kartverket vil avgjøre behovet for vannstandsmåling, basert på henvendelse og oppgavebeskrivelse mottatt fra oppdragsgiver. Vannstanden i området skal være målt slik at den er kjent med en nøyaktighet bedre enn 0.05 meter (95 %) i forhold til sjøkartnull.

### 3. Referansesystem for innsamlede data

#### 3.1. Horisontalt

Euref89 skal brukes som horisontalt referansesystem. Koordinater skal oppgis som geografiske koordinater (desimalgrader nord og øst).

Ved bruk av ITRF-koordinater skal disse transformeres til Euref89 ved hjelp av en transformasjon godkjent av Kartverket.

#### 3.2. Vertikalt

Alle dybder skal oppgis til sjøkartnull, definert av Kartverket.

Ved Ellipsoidisk Referert Sjømåling (ERS) skal det dokumenteres hvordan vertikalt nivå er håndtert. I slike tilfeller ønsker vi i tillegg til dybder relativt sjøkartnull, også data levert som ellipsoidiske høyder i Euref89 datum.

Ved måling i elver skal vertikalt datum avklares med Kartverket før måling starter.

#### 3.3. Tid

Alle målinger tidsmerkes i UTC. For tidskritiske data skal tidsstempling ha en nøyaktighet på 1 ms (95 %).

### 4. Kvalitetskrav

Kravene gitt i dette kapitlet skal tolkes på følgende måte:

- 1) Kravene gjelder kun for **godkjente** målinger (dvs. kvalitet på data som er rensset vekk vurderes ikke).
- 2) Kravene gjelder for **alle** godkjente målinger (**ikke** 95 %).
- 3) Enhver godkjent måling skal tilfredsstillende **alle** kvalitetskrav.
- 4) Nøyaktighetskravene er dybdeavhengige. Dybdeverdien brukt i formlene er referert til sjøkartnull.

#### 4.1. Krav til horisontal posisjon

Dybdepunktens horisontale posisjon på sjøbunnen skal være innenfor  $\pm(0.5\text{m} + 0.016 \cdot \text{dybde})$  fra sann<sup>1</sup> verdi.

---

<sup>1</sup> Sann verdi er ikke kjent. I praksis brukes referanseflatens verdi som sann verdi, men referanseflatens usikkerhet må vurderes når det sjekkes mot kravene.

## 4.2. Overordnet krav til dybdenøyaktighet

Alle dybder skal være innenfor en verdi  $\pm(0.20\text{m} + 0.004*\text{dybde})$  fra sann<sup>1</sup> verdi.

## 4.3. Krav til vertikal presisjon (konsistens i data)

Vertikal presisjon (som definert i kapittel 4.6) skal være innenfor  $(0.20\text{m} + 0.004*\text{dybde})$ . Vertikal presisjon er en punkt-til-punkt vertikal avstand og *ikke* en  $\pm$  verdi.

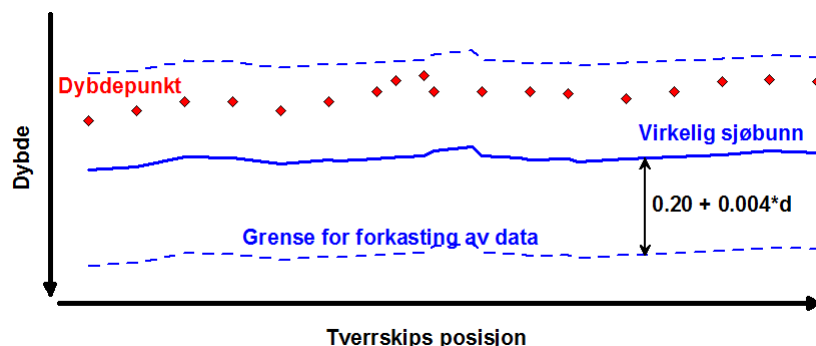
## 4.4. Kontroll av nøyaktighetskrav

Nøyaktighet på målingene kontrolleres på to måter:

1. Måling av et testområde
2. Sjekk av konsistens mellom målelinjene

## 4.5. Måling av testområde

Det fartøyet som skal gjennomføre sjømålingen må på forhånd kontrolleres ved at det sjømåles i et særlig godt kartlagt testområde (referanseflate) som angis av Kartverket, i samarbeid med søker/organisasjon. Målingene prosesseres og godkjente data sammenlignes med referanseflaten. Resultatet må være innenfor kravene i dette kapitlet.

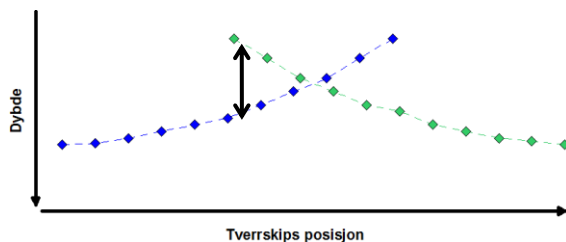


Figur 1 Både horisontalt og vertikalt avvik fra referanseflaten kontrolleres

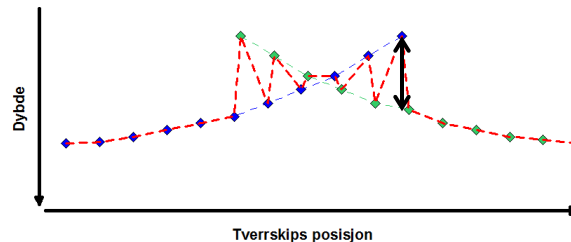
## 4.6. Sjekk av konsistens mellom målelinjene

Den interne konsistensen av målingene kontrolleres både ved å se på overlappende linjer og dybdepunkt som ligger i nærheten av hverandre. Dette gir et mål for hvor godt nabopunkt og overlappende linjer passer til hverandre. Vertikal presisjon defineres som den vertikale avstanden mellom nabodybder. Da det vanligvis vil være en viss avstand mellom de dybdepunktene som skal sammenlignes, må det ved kontrollen tas hensyn til fysisk terrengvariasjon over den horisontale avstanden mellom dybdepunktene.

## Overlapp



**Figur 1** Overlappen mellom to linjer viser en dybdeforskjell mellom linjene. Vertikal presisjon gjenspeiler denne dybdeforskjellen.



**Figur 2** Vertikal presisjon beregnes som punkt-til-punkt dybdevariasjon (rød linje). Det gis en viss toleranse på grunn av naturlig terrengvariasjon.

Vertikal presisjon sjekkes både i overlappen mellom linjer og i dybdeforskjell mellom nabopunkt. Objekter på bunnen i overlappende områder brukes til å sjekke horisontal nøyaktighet.

#### 4.7. THU og TVU

Usikkerhet i posisjon og dybde skal angis som 95% verdier for THU og TVU som definert i [IHO S-44]. THU og TVU skal beregnes og oppgis for alle dybdepunkt. Verdiene skal beregnes ut fra den best tilgjengelige informasjon om sjømålingssystemet. Det skal ikke gjøres noen tilpasninger av parametere for å få verdiene til å samsvare med spesifiserte nøyaktighetskrav.

#### 4.8. Tetthet på dybdemålinger

For å vurdere tetthet på dybdemålinger etableres det et «Data Gap Grid» (DGG) for området, i henhold til Tabell 1. Celler i gridet med mindre enn fire loddsudd anses for å være mangelfulle. Celler uten loddsudd anses for å være tomme.

Krav til DGG vil være forskjellig avhengig av sjømålingstype (se kapittel 6) og område innenfor et måleoppdrag. To eller flere DGG-celler som deler en sidekant anses for å være sammenhengende.

#### 4.9. Digitale valideringsverktøy

Kartverket har utviklet noen digitale verktøy som kan benyttes for å identifisere og klassifisere hull og støy i måledataene. Dette er nye moderne verktøy som er og fortsatt vil være i videreutvikling, men ansees å kunne tilføre verdi for operatøren mtp. automatiske funksjoner for deteksjon av hull i måleområdet og gradering/klassifisering av støy i måledataene.

Dette er verktøy som kan kunne avhjelpe prosesseringsoppgaven på måledataene, men vil ikke fjerne behovene for annen (manuell) prosessering, validering og kvalitetskontroll.

Disse verktøyene vil gjøres tilgjengelig for søker og kvalifisert organisasjon slik de kan kjøres på egne oppmålte data, i forkant av leveranser til og gjennomgang og godkjenning av Kartverket.



Dette er digitale verktøy som eies og vedlikeholdes av Kartverket, men stilles vederlagsfritt til rådighet til sjømålere.

## 5. Dokumentasjon

Den som utfører målingene skal dokumentere at denne spesifikasjonen er oppfylt. Det skal utføres kontinuerlig kvalitetskontroll i henhold til dokumenterte prosedyrer. Feilbudsjett for det totale sjømålingssystemet skal leveres. Feilbudsjettet skal dokumentere at kravene i kapittel 4 er tilfredsstillt.

Valideringen skal dokumenteres med en rapport som beskriver resultatene og sannsynliggjør at målesystemet møter kravene.

Dokumentasjon skal utformes på en slik måte at den er etterprøvbart av en tredjepart. Dette betyr blant annet at datafiler som danner grunnlag for rapporten skal være tilgjengelige.

Målingene skal også utføres på en slik måte, og med detaljer nødvendig, for å levere utførlige og detaljerte metadata som beskriver de hydrografiske dataene, dekningsinformasjon, nøyaktighetsverdier, målemetodikk, -system m.m..

### 5.1. Kalibrering

Sensorer som brukes skal være kalibrerte. Det samme gjelder totalsystemet. Kalibreringsrapporter skal være tilgjengelige. Følgende er minstekrav:

Enkeltkomponenter eller sensorer	Skal være kalibrert av leverandøren eller av annen kvalifisert instans. Kalibreringen skal revideres i henhold til sensorleverandørens spesifikasjoner. Rapport skal foreligge. Mellom kalibreringer skal tilsyn og vedlikehold av sensorer utføres i henhold til leverandørens spesifikasjoner.
Installasjon	Alle systemparametre skal være bestemt etter installasjon. Dette betyr at komponenters plassering og orientering skal dokumenteres.
Ved bytte, skade eller reparasjon av komponenter	Endringer skal dokumenteres. Om nødvendig skal ny innmålingsrapport lages.

### 5.2. Verifikasjon

Det skal verifiseres at utstyret fungerer i henhold til spesifikasjonen. Verifikasjonen skal dokumenteres. Ved avvik skal ny kalibrering foretas og dokumenteres. Følgende er minstekravet til verifikasjon:

Ved mobilisering	Feltverifikasjon skal utføres ved at en samler inn data i et bestemt mønster, og på nøye utvalgt bunnområde, for å avsløre feil i rull, stamp, kurs og tid.
Ved godkjenning eller ved bytte av fartøy	Skal dokumentere absolutt nøyaktighet ved å utføre målinger i områder med kjent dybde. Område utpekes av Kartverket

Etter bytte av utstyr eller komponenter	Som ved mobilisering.
Månedlig	Som ved mobilisering (dersom utstyret er i jevnlig bruk)
Hvert 5. år	Verifikasjon av at installasjonen er ok ved kontrollmåling av sensorenes plassering og orientering

## 6. Sjømålingskategorier

Kategoriene er hierarkisk oppbygget. Krav til generell sjømåling gjelder også som minstekrav for de andre sjømålingskategoriene.

Innenfor et område som er definert som generell sjømåling kan det ligge områdetyper med andre krav. Et generelt sjømålingsområde kan inneholde en havnemåling som igjen inneholder en kaimåling. Kravene endres avhengig av området.

Navigasjonskritisk dybdeområde defineres ned til 40 meter, dersom det ikke foreligger andre opplysninger som skulle tilsi en annen dybde.

Tabell 1 Oversikt over nøyaktighetskrav for ulike sjømålingskategorier

	Generell sjømåling	Høyere gradert sjømåling	Måling av Havner, hoved- og bileder, innenfor navigasjons-kritisk dybdeområde	Kaimåling og spesialmåling																																																						
Objektdeteksjon (sidekant kube) Gjelder kun i navigasjonskritisk dybdeintervall	$1.0 m + 0.025 * dybde$	$0.5 m + 0.025 * dybde$	$0.5 m + 0.025 * dybde$	$0.25 m$ ned til $12.5 m$ $0.02 * dybde$ for dypere områder																																																						
DGG-cellestørrelse	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Dybde område [m]</th> <th>Cellestørrelse [m] sidekant</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0-40</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>40-100</td><td>4.0</td></tr> <tr><td>100-500</td><td>15.0</td></tr> <tr><td>500-dypere</td><td>50.0</td></tr> </tbody> </table>	Dybde område [m]	Cellestørrelse [m] sidekant	0-40	1.0	40-100	4.0	100-500	15.0	500-dypere	50.0	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Dybde område [m]</th> <th>Cellestørrelse [m] sidekant</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.5-10</td><td>0.5</td></tr> <tr><td>10-20</td><td>0.7</td></tr> <tr><td>20-40</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>40-70</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>70-100</td><td>2.2</td></tr> <tr><td>100-200</td><td>4.3</td></tr> <tr><td>200-300</td><td>6.5</td></tr> <tr><td>300-400</td><td>8.7</td></tr> <tr><td>400-500</td><td>10.9</td></tr> <tr><td>500-600</td><td>13.0</td></tr> <tr><td>600-700</td><td>15.2</td></tr> <tr><td>700-800</td><td>17.4</td></tr> <tr><td>800-900</td><td>19.5</td></tr> <tr><td>900-1000</td><td>21.7</td></tr> <tr><td>1000-1100</td><td>23.9</td></tr> <tr><td>1100-1200</td><td>26.0</td></tr> <tr><td>1200-1300</td><td>28.2</td></tr> </tbody> </table>	Dybde område [m]	Cellestørrelse [m] sidekant	0.5-10	0.5	10-20	0.7	20-40	1.0	40-70	1.5	70-100	2.2	100-200	4.3	200-300	6.5	300-400	8.7	400-500	10.9	500-600	13.0	600-700	15.2	700-800	17.4	800-900	19.5	900-1000	21.7	1000-1100	23.9	1100-1200	26.0	1200-1300	28.2	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Dybde område [m]</th> <th>Cellestørrelse [m] sidekant</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0-10</td><td>0.5</td></tr> <tr><td>10-20</td><td>0.75</td></tr> <tr><td>20-40</td><td>1.0</td></tr> </tbody> </table>	Dybde område [m]	Cellestørrelse [m] sidekant	0-10	0.5	10-20	0.75	20-40	1.0	0.25 m ned til 12.5 m $0.02 * dybde$ for dypere områder
Dybde område [m]	Cellestørrelse [m] sidekant																																																									
0-40	1.0																																																									
40-100	4.0																																																									
100-500	15.0																																																									
500-dypere	50.0																																																									
Dybde område [m]	Cellestørrelse [m] sidekant																																																									
0.5-10	0.5																																																									
10-20	0.7																																																									
20-40	1.0																																																									
40-70	1.5																																																									
70-100	2.2																																																									
100-200	4.3																																																									
200-300	6.5																																																									
300-400	8.7																																																									
400-500	10.9																																																									
500-600	13.0																																																									
600-700	15.2																																																									
700-800	17.4																																																									
800-900	19.5																																																									
900-1000	21.7																																																									
1000-1100	23.9																																																									
1100-1200	26.0																																																									
1200-1300	28.2																																																									
Dybde område [m]	Cellestørrelse [m] sidekant																																																									
0-10	0.5																																																									
10-20	0.75																																																									
20-40	1.0																																																									
Maks god tatt antall tomme eller mangelfulle celler som henger sammen	3 I skrenter på dyp større enn 40 m tillates hull på maks 10% av dybden	3 ned til 40 m dyp 5 for større dyp	2	Ingen tomme celler godtas																																																						
Maks prosentandel tomme eller mangelfulle celler	0.5 %	0.1 %	0.1 %	0%																																																						
THU Tørrfall	10 m	10 m	2 m	2 m																																																						
THU Kystkontur - Molo - Kai - Pir	20 m	5 m	5 m	2 m generelt 0.5 m for kaifront																																																						

## 6.1. Generell sjømåling

Dette er minimumskrav til alle typer sjømåling.

Grunnerrapportering	Grunner skal rapporteres i henhold til Kartverkets dokument: <i>Krav til rapportering av farlige grunner.</i>
Frittliggende grunner	<ul style="list-style-type: none"><li>• Alle grunner skal måles slik at en er sikker på at minstedybde er bestemt.</li><li>• Det tillates ikke mangelfulle eller tomme DGG-celler på grunner som ligger 2 meter under sjøkartnull eller dypere. Kravet fravikes der det av sikkerhetsmessige årsaker ikke lar seg gjøre å måle grunnen.</li><li>• På grunner mellom tørrfall og 2 meter under sjøkartnull kan om nødvendig minstedybden måles med håndlodd.</li><li>• Frittliggende grunner som er grunnere enn tørrfallsgrensen, skal ha minst én dybderegistrering. Dybderegistreringen skal være gjort med ekkolodd eller håndlodd. Dersom det ikke er sikkerhetsmessig forsvarlig å måle en dybde, selv ved høyvann, skal anslag for dybde registreres.</li></ul>
Grunnflak	Grunnflak er sammenhengende mindre områder med mange grunner som umuliggjør normal navigasjon, selv med fritidsbåter, men hvor dybden mellom grunnene er dypere enn tørrfallsgrensen. Der hvor avstanden mellom tørrfallsområdene er mindre enn 10 m kan disse slås sammen til ett tørrfallsområde.
Grunne områder: Dybdeområde 0-2 meter, unntatt frittliggende grunner	Dette gjelder kun områder der det av sikkerhetsmessige årsaker ikke er forsvarlig å måle, selv ved høyvann. Mellom innerste linje og land tillates det enkelte hull i data som skyldes skygge bak objekter. For objekter av betydning for navigasjon må grunneste punkt være bestemt. Det aksepteres mangelfull dekning innenfor 10 m fra tørrfallslinjen – forutsatt at tørrfallslinjen er bestemt.
Objekt-typer	Objekter som skal registreres i felten innenfor måleområdet: <ul style="list-style-type: none"><li>• Tørrfall</li><li>• Grunner som ikke lar seg måle med ekkolodd</li><li>• Grunne innenfor frittliggende tørrfall med mindre området er dekket av dybde data</li><li>• Kaifront registreres og påføres metadata (fendertykkelse, tilstand og konstruksjon).</li><li>• Vrak</li></ul> Objekter som ikke finnes i bakgrunnsdata skal registreres: <ul style="list-style-type: none"><li>• Store flytebrygger (eksklusive utstikkere)</li><li>• Kai, pir og molo</li></ul> Andre objekter: <ul style="list-style-type: none"><li>• Grense måleoppdrag (både ytre og indre grense)</li><li>• Revisjonslinjer</li></ul> Grenser må ikke legges av på en måte som kan skape fare for sjøfarende. Det må ikke være gap av betydning mellom reelle målinger og grense måleoppdrag eller tørrfall. Største avstand mellom loddskudd og grense settes til 1×DGG.  Sjømerker som ikke finnes i sjøkart eller har vesentlige feil (slik at de kan utgjøre en fare for sikker seilas) skal alltid registreres med posisjon og karakter og innrapporteres til Kystverket ( <a href="mailto:navco@kystverket.no">navco@kystverket.no</a> ) med kopi til EFS ( <a href="mailto:efs@kartverket.no">efs@kartverket.no</a> ).
Lydprofil	Lydprofil skal være tilstrekkelig representativ til å møte kravene til dybdenøyaktighet. Maksimal alder på profilen er 6 timer.

## 6.2. Høyere gradert sjømåling

Kravene i denne kategorien gjelder i situasjoner der det er behov for nøyaktig dybdeinformasjon også i områder som er dypere enn navigasjonskritisk dybdeområde, og i grunnere områder hvor det er strengere krav til datatetthet.

## 6.3. Måling av Havner, hoved- og bileder

Disse kravene gjelder for måling av havner. Som hovedregel omfatter dette måling innenfor havnekart og losskisser eller områder som normalt defineres som en havn.

En definisjon av havn kan finnes i **Ot. Prp. Nr. 75 (2007-2008) Om lov om havner og farvann** kap. 8.3.4: "... Alle havner som har en funksjon i forbindelse med lasting, lossing, betjening av passasjerer, eller havner som fungerer som landings- eller liggeplasser i forbindelse med utøvelse av fiske og akvakulturnæringen, samt alle havner som for øvrig betjener fartøy som har behov for oppankrings- eller liggeplasser eller lignende, må derfor som et utgangspunkt være omfattet av definisjonen. Det er altså havner som ivaretar interesser i det samlede transportnettverket, eller havner som bidrar til å ivareta nærmere bestemte offentlige interesser, som er omfattet av lovens definisjon av havn."

Deler av havnemålingen vil måtte møte kravene til kaimåling (se Kapittel 6.4).

Krav til måling er gjengitt i Tabell 1.

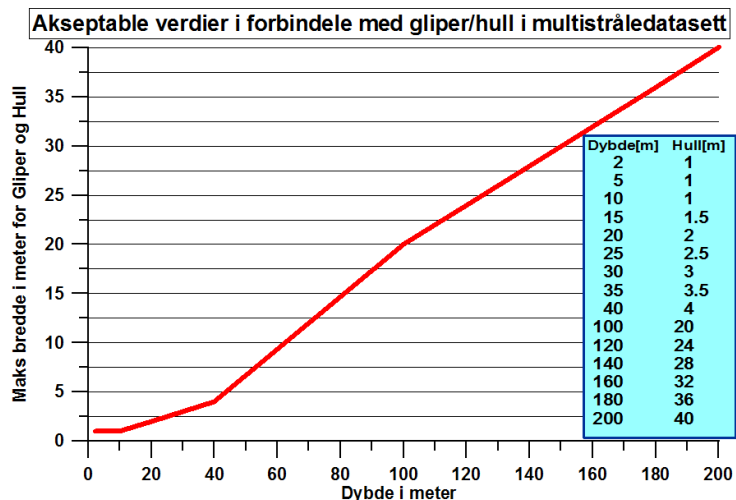
#### 6.4. Kaimåling og spesialmåling

Dette gjelder alle kaier som anløpes av flere fartøy, slik at offisiell dybdeinformasjon må være tilgjengelig. Dette gjelder også måling i andre områder der det stilles særlig strenge krav til nøyaktighet. For denne type måling skal beste oppløsning og mest nøyaktige målemodus brukes for ekkoloddet.

Baserer seg på havnemåling og kravene derfra gjelder med følgende endringer	
Område som skal måles	Kai og lignende med tilhørende manøvreringsområde. Manøvreringsområdet defineres som det området der fartøy som skal anløpe kaien må forventes å benytte. Størrelsen på fartøyene som anløper kaien skal vurderes. Området skal måles med god margin. For annen spesialmåling defineres området i hvert enkelt tilfelle.
Særlige nøyaktighetskrav (jfr kap. 4)	Absolutt dybdenøyaktighet: $\pm(0.12m + 0.002*dybde)$ Vertikal presisjon: $(0.08m + 0.002*dybde)$
Vinkler og overlapp	Snevre inn vinklene og kjør flere linjer med stor overlapp. Maks 60 grader åpningsvinkel, 3 ganger dekning. Om mulig skal linjene kjøres i forskjellige retninger (dette går ikke for kaimåling). Krav til objekt-deteksjon kan medføre at åpningsvinkel må snevres ytterligere inn for å sikre at fotavtrykket ikke blir mer enn 2 ganger arealet av objektet.  <b>Unntaksbestemmelse:</b> <i>Hvis det er hindringer (typisk båter ved kai) slik at en ikke får målt inn til kaifronten ved å bruke åpningsvinkel på 60 grader kan vinkelen økes opp til 75 grader forutsatt at en har god lydprofil. Kvaliteten på lydprofilen kontrolleres ved å kjøre en krysslinje. Krav til objekt-deteksjon gjelder fortsatt.</i>
Andre registreringer	Kaifront registreres og påføres metadata (fendertykkelse, tilstand og konstruksjon). Kaidybder legges av i henhold til prosedyre <b>XXXX</b>
Lydprofil	Lydprofil skal tas i måleområdet. Maksimal alder på profilen er 2 timer. Ny lydprofil bør tas dersom avvik mellom lydfart ved svinger og lydprofil er større enn 1 m/s. Mål alltid mer enn 1 profil. Noen steder er forholdene slik at avviket uansett blir for stort. I slike tilfeller snevres åpningsvinkel inn til 45 grader, og lydfart ved svinger kan unntaksvis hentes fra profilen.
THU for fendertykkelse	0.1 m

## 7. Revisjonslinjer

Der hvor datatettheten ikke er tilfredsstillende skal det legges av en revisjonslinje. Dette er et lukket polygon som avgrensner det området som er utilstrekkelig målt. For å unngå urimelig ressursbruk kan revisjoner avlegges etter et noe slakkere tetthetskrav enn krav til datatetthet gitt i Tabell 1. Det må brukes noe skjønn i forhold til avlegging av revisjoner. Vurdering av mulige navigasjonsfarer skal vektlegges.



Årsak og viktighet for revisjonen skal angis.

- Høy viktighet: Områder som er viktige for navigasjonssikkerheten.
- Middels viktighet: Mindre kritiske områder innenfor navigasjonskritisk dybdeintervall. For eksempel: Grunnemulighet utenfor farled.
- Lav viktighet: Områder dypere enn navigasjonskritisk dybdeintervall.

## 8. Krav til leveranse

Det skal utarbeides en sjømålingsrapport som beskriver det utførte arbeidet. Minimumskrav til innhold i rapporten er gitt i nedenfor.

Alle sensordata og metadata som er av betydning for kartleggingen skal leveres. Prosesserte dybde data skal i tillegg leveres som målte punktdata (ikke grid). Godkjente og underkjente data skal leveres på en slik måte at de lett kan skilles.

Tørrfallslinjen skal legges av og kystkontur, det vil si objekter i grensen mellom vann og land, skal kontrolleres og avvik skal rapporteres. Spesielt viktige i denne objektclassen, er kaier og pirer. Feil i kystkontur meldes via tjenesten «ENC improver» hos Primar eller via <https://rettikartet.no/>.

Dybde data skal være entydige. Dette betyr at det for hver posisjon kun skal finnes én dybde. Dersom det finnes flere dybder i samme posisjon, skal grunneste dybde leveres i godkjent datasett.

Alle linjeobjekter bør være sammenhengende polygoner. Polygoner som definerer et areal skal være lukket. Linjer av samme type bør være ett objekt når dette er naturlig (ikke delt i mange segmenter).

Relevante attributter skal registreres for alle objekter.

### 8.1. Datatyper:

Leveransen skal inneholde følgende datatyper:

- a Godkjente XYZ-punktdata med horisontal og vertikal usikkerhet for alle dybdepunkt
- b Forkastede XYZ-punktdata med horisontal og vertikal usikkerhet for alle dybdepunkt
- c Horisontal og vertikal usikkerhet for dybder (THU og TVU)
- d Sensordata
  1. Multistråledata (dybder, reflektivitetsdata,...)
  2. Bevegelsessensor (rådatafiler fra sensor)

3. GNSS data (RINEX)
  4. Lydfartsmålinger (lydprofil og lydfart målt ved svinger). Posisjon for lydfartsmålingene skal også leveres.
- e Sjømålingsrapport med signatur.  
Rapporten skal som minimum inneholde følgende informasjon:
- 1) Navn på måleoppdrag
  - 2) Navn og godkjenning for organisasjon som har utført målingen
  - 3) Navn på oppdragsgiver
  - 4) Informasjon om formål med målingen, gjerne med skisse som viser måleområdet
  - 5) Geografiske koordinater for sørvestre og nordøstre hjørne av en boks som omslutter måleoppdraget.
  - 6) Areal av sjømålt område gitt som km<sup>2</sup>
  - 7) Startdato og sluttdato for måling
  - 8) Navn på målefartøy
  - 9) Navn på toktleder
  - 10) Navn på ansvarlig person for prosessering
  - 11) Navn på ansvarlig person for sjømåling
  - 12) Referansenivå for dybder
  - 13) Horisontalt geodetisk datum
  - 14) Utstyr brukt ved datainnsamling. Flere sensorer kan listes for hver observasjonstype.
    - a) Posisjonering (f.eks. CPOS, Fugro Starfix XP, Terrapos, ...)
    - b) Ekkolodd (f.eks. EM2040, Reson 8125, ...)
    - c) Bevegelsessensor (f.eks. Pos MV 320, Seapath 200, ...)
    - d) Lydprofilmåler (f.eks. SAIV sd 204, Sippican XCTD, ...)
    - e) Sensor for måling av lydfart ved svinger (f.eks. AML Minos X, Valeport Ultra SV, ...)
    - f) Loggesystem (f.eks. Kongsberg SIS, Eiva Navipac, QINSy, ...)
    - g) Programvare for datarensing (f.eks. Kongsberg Neptune, Caris, Eiva NaviEdit, ...)
    - h) Eventuelt utstyr brukt til vannstandsmåling
  - 15) Signatur av ansvarlig person for sjømåling
- f Andre data:
1. Grunner
  2. Vrak
  3. Kaifront
  4. Kaidybder
  5. Pir
  6. Molo
  7. Tørrfall
  8. Permanente flytebrygger
  9. Måleoppdragets avgrensning. Grensene skal ha en nøyaktighet som samsvarer med datatettheten. Grensen skal bestå av lukkede polygoner. Umålte områder innenfor måleoppdragsgrensen angis med separate lukkede polygoner.
  10. Revisjonslinjer
  11. Linjer som viser hvor fartøyet har kjørt ("oppdragslinjer" eller "track-linjer")
- g Vannstand brukt til korrigerings av dybder skal være en del av leveransen.
- h Dersom nye grunner er funnet, skal grunner rapport være en del av leveransen.
- i Dersom ekkoloddet har mulighet for å samle inn reflektivitetsdata, så skal dette logges og leveres.
- j Dersom det er samlet inn data fra sedimentekkolodd, skal disse data også leveres.

## 8.2. Dataformat:

Data skal leveres på et format der mest mulig informasjon fra målingene ivaretas. Rådata fra sensorer leveres på et avtalt format. Det kan være aktuelt og motta rådatafiler fra ekkolodd og andre sensorer, men data kan også leveres på GSF-format. Prosesserte data leveres som en punktdatasky (ikke grid).

Enhet og oppløsning for data

- k Dybder (positive nedover) angis med min. 0.01 m oppløsning
- l Posisjoner angis i desimalgrader med oppløsning på 0.0000001°
- m THU og TVU skal være gitt som meter med 0.01 m oppløsning.

### XYZ-filer:

Aksepterte data og forkastede data skilles i forskjellige filer. Filene leveres som ASCII data med følgende format:

Header

Bredde Lengde Dybde THU TVU

Eksempel:

```
#Survey name: TF2-NS05-cell001
```

```
#Survey time reference: 2020.65
```

```
#Horizontal CRS EPSG code: 4937
```

```
#Vertical CRS EPSG code: 4937
```

```
71.5047873 16.4877026 278.3 1.2 0.7
```

```
71.5047728 16.4876353 277.6 1.3 0.6
```

## 8.3. Metadata

Metadata skal inneholde all informasjon som har betydning for de målingene som er gjort og for prosesseringen av datasettet. Metadata skal følge leveransen av datasettet som en del av sjømålingsrapporten.

Kartverkets metadataskjema fylles ut og skal følge leveransen.

Kartverkets spesifikaasjon, krav og struktur for metadata finnes i «1.0 - Kartverkets\_Metadata\_skjema – Dybdedata.xlsx»

Uttevklingsmedium:

Data leveres på ekstern harddisk, DVD eller CD-ROM. Alle data leveres som ASCII dersom ikke annet er avtalt. Sjekksum (sha1sum) for alle enkeltfiler genereres i forkant av kopiering til forsendelsesdisk. Fil med sjekksummene skal følge med leveransen.



## 9. Ordforklaringer

For ordforklaringer henvises det generelt til to publikasjoner:

”Den Norske Los1- Alminnelige Opplysninger”

”Symboler og forkortelser i Norske Sjøkart”

Forklaring på enkelte spesielle uttrykk og noen forkortelser:

ANTEX	“ANTenna EXchange format”. Format for utveksling av informasjon om GNSS antenner.
ARP	“Antenna Reference Point”. Vanligvis innfestingspunktet til en GNSS antenne
Ellipsoidisk Referert Sjømåling (ERS)	Sjøkartlegging hvor ellipsoidiske høyder benyttes som vertikal referanse for kartleggingen.
Grense måleoppdrag	Lukket polygon som omskriver det målte området. Interne hull i målingene innenfor et måleoppdrag markeres også ved å legge av <i>grense måleoppdrag</i> for hullet.
IGS	<i>International GNSS Service</i>
Navigasjonskritisk område	Dybdeområdet 0-40 m relativt sjøkartnull
Revisjonslinje	Et polygon som omskriver et område som burde vært målt, men som var utilgjengelig under måling. Revisjonslinjen skal ha tilknyttet metadata som gir gradering av viktighet av å måle området (høy, middels, lav), samt informasjon om årsak til at området ikke er målt.
RINEX	“Receiver Independent EXchange format”. Format for utveksling av GNSS observasjoner.
THU	“Total Horizontal Uncertainty” Horisontal usikkerhet (95%) som som definert i IHO S-44
TVU	“Total Vertical Uncertainty” Vertikal usikkerhet (95%) som som definert i IHO S-44
Tørrfall	Lukket areal mellom tørrfallslinje og kystkontur
Tørrfallslinje	Farelinje offisielt definert som 0.5 m dybdekurve. I mange områder lar denne kurven seg ikke måle med ekkolodd. Bruk i tilfelle skjønn og trekk linjen til sikker side innenfor angitte toleranser (se Tabell 1).
XYZ-data	Punktdata sky med målte posisjoner og dybder. NB! XYZ-data er målte punkter og <b>ikke</b> en rutenettsmodell over terrenget.

## 10. Referanser

- Chen and Millero** *Algorithms for computation of fundamental properties of seawater*, Unesco technical papers in marine science 44, page 46.
- Del Grosso** *New equation for the speed of sound in natural waters*.  
V.A. Del Grosso. *J. of Acoustical Soc. of America* oct 1974 p1064
- Francois and Garrison** *Francois R. E., Garrison G. R., "Sound absorption based on ocean measurements: Part II: Boric acid contribution and equation for total absorption"*, *Journal of the Acoustical Society of America*, 72(6), 1879-1890, 1982,
- IHO S-44** *International Hydrographic Organization Standard for Hydrographic Surveys, Special publication No 44*.  
[http://www.iho.int/iho\\_pubs/IHO\\_Download.htm](http://www.iho.int/iho_pubs/IHO_Download.htm)