
Utfärdad:	Träder i kraft:	Giltighetstid:
20.4.2021	22.4.2021	tills vidare

Lagstiftning, som anvisningen baserar sig på:
Lag om Transport- och kommunikationsverket (935/2018), 2 §

Ändringsuppgifter:

Anvisning för sjömätning för att trygga säkerheten i allmänna farleder.

Förord

Detta är Transport- och kommunikationsverket Traficoms anvisning för sjömätning för att trygga säkerheten i allmänna farleder.

Uppgifterna om allmänna farleder på sjökort som Traficom publicerar måste basera sig på sjömättningsresultat som utförts enligt instruktionerna i denna anvisning. I Finland ska mätningar i avsikt att trygga farledens säkerhet grunda sig på multi-beam-lodning, och i områden där vattendjupet är av kritisk betydelse i farleden på mekanisk avkänning (ramning).

Anvisningen grundar sig på de tekniska kraven på sjömätning som utarbetats i Traficoms Sjömätningstjänster, där man beskrivit de tekniska kraven på sjömätning som utförs på den nationella sjökartläggningsmyndighetens vägnar. De tekniska kraven har utarbetats med beaktande av den gällande sjömätningsstandarden IHO S-44, samt kraven i Finlands nationella tillämpning FIS44/2021 som grundar sig på standarden. De tekniska kraven utvecklas regelbundet.

Anvisningen har beretts som tjänstearbete inom Transport- och kommunikationsverket.

Ibruktagningen av anvisningen har godkänts genom en skild underskriftsblankett.

Ändringshistoria

Version	Datum	Handläggare	Ändring
0.2	21.10.2020	Kim Lampinen	Verksamhetsstyrningen på remiss
0.3	2.11.2020	Kim Lampinen	Korrekturläsning observerad
0.4	28.1.2021	Kim Lampinen	Stilisering och bilagor
1.0	20.4.2021	Kim Lampinen Seppo Mäkinen	Version som publiceras på finska
1.3	3.8.2021	Seppo Mäkinen	granskning av svenskspråk version

Förkortningar och termer

EUREF-FIN	Finlands realisering av det sameuropeiska koordinatsystemet ERTS89.
FIS44/2021	Nationell realisering av mätklasserna i S44 ed6.
GNSS	Det globala satellitpositioneringssystemet, global navigation satellite system.
IHO S-44	IHO Standards for Hydrographic Surveys 6 th Edition, September 2020.
ITRF2014	International terrestrial reference systems (ITRS) realisering, publicerad 1/2016. Motsvarar bäst WGS84.
JHS	Rekommendationerna för den offentliga förvaltningen.
Sjömätning	Mättningsverksamhet som producerar material eller information om vattenområdenas djupförhållanden, bottenformationer och rutter och områden som är lämpliga för navigering. Sjömättningsmetoder är bl.a. multibeamlodning och ramning.
Multibeamlodning	Av engelska Multibeam echosounding (MBES). Ekolodningssystem som skapar en "komplett" bild av botten.
N2000	Det höjdsystem som används i Finland enligt JHS-rekommendationerna
PPK	En positioneringsmetod som baserar sig på efterprocesseringsteknik där man använder observationsdata från en fast GNSS-basstation för att korrigera positioneringen. (Post Processing Kinematic)
PPS	Synkroniseringssignal som produceras av en GPS-mottagare (Pulse Per Second).
Ramning	En mekanisk mätmetod där en ramstock bogseras på önskat djup.
Beställare	I denna anvisning farledshållaren.
Leverantör	Här den aktör som producerar sjömätningstjänster.
RINEX	Dataöverföringsformatet för observationsdata för positioneringen, Receiver Independent Exchange Format.
RTK	En kinematisk metod för positionering i realtid där positioneringstjänstens basstation skickar ut korrektionsuppgifter för positionsbestämning.

Allmän farled

En allmän farled är en farled som enligt bestämmelserna i vattenlagen (587/2011) fastställts vara en allmän farled. Traficom fastställer för varje enskild allmän farled det dimensionerade djupgåendet och det ramade djupet.

Innehållsförteckning

Förord	1	
1	Syftet med anvisningen.....	8
2	Internationella och nationella normer och anvisningar.....	8
3	Kvalitetskrav för sjömättningsprojekt och verifiering av mätsystemets lämplighet	10
4	Kvalitetshantering inom sjömättningsprojekt.....	10
5	Koordinatsystem, referensnivå, transformationer, tid.....	12
5.1	Koordinatsystem.....	12
5.2	Djup- och höjdderferenssystem samt tillhörande geoidmodell	12
5.2.1	Uppgifter om vattenstånd och upprättande av en projektspecifik pegelskala	13
5.2.2	Leverantörer av vattenståndsuppgifter	13
5.2.3	Upprättande av pegelskala	13
5.2.4	Kontroll av kvaliteten på vattenståndsobservationer och bortfiltrering av felaktiga observationer ur vattenståndsuppgifterna	14
5.2.5	Användning av en existerande "arbetspegel"	15
5.3	Koordinattransformationer	16
5.4	Tid.....	16
6	Allmän beskrivning av mätarbetet	17
7	Multibeamlodning	19
7.1	Djupnoggrannhet.....	19
7.2	Objektdetektion.....	20
7.3	Planering av mätområden	21
7.3.1	Planering av mätlinjer	21
7.3.2	Kompletterade mätlinjer.....	22
7.3.3	Mätning av korskurser	22
7.4	Avvikelse i mätningen på grund av omständigheterna	22
7.5	Backscatter.....	23
7.6	Efterbehandling av mätmaterial	24
7.7	Kvalitetskontroll av slutresultatet som levereras	24
7.8	Punkttäthet vid djupmätning	25
7.9	Positionering och mätsystemets interna koordinatsystem.....	25
7.9.1	Mätsystemets interna koordinatsystem och sensorernas läge	25
7.9.2	Primärt positioneringssystem	26

7.9.3	Sekundärt positioneringssystem	26
7.9.4	Kvalitetskontroll av positioneringen	26
7.9.5	Kvalitetskontroll av positioneringen med observerade objekt	28
7.9.6	Gränsvärden för GNSS-positioneringen	28
7.9.7	Synkronisering av tid i mätsystemet	28
7.9.8	Efterprocessering av positioneringen	28
7.10	Ljudhastighet	29
7.10.1	Ljudhastighetsprofilernas observationsställen	29
7.10.2	Kvalitetskontroll av ljudhastighetsobservationer	29
7.10.3	Ljudhastighetsobservationer och metadata	30
7.11	Höjd, dynamisk sättning och djupgående.....	30
7.11.1	Sättning	30
7.11.2	GNSS höjder	31
7.11.3	Djupgående och dynamisk sättning	31
7.12	Kalibrering och kontroll av multibeamlodsomet	32
7.12.1	Mätsystemets totalkalibrering	32
7.12.2	Dynamisk testning med referensmål av positioneringen	32
7.12.3	Testning av statisk och intern positionering	33
7.12.4	Testområde	33
7.13	Mätmaterial som lämnas in som resultat.....	34
8	Anvisning för ramning	36
8.1	Djupmätning med ramning	36
8.2	Ramstockens egenskaper och fastställandet av mätosäkerheter	37
8.2.1	Fastställande av ramstockens konstruktion och egenskaper	37
8.2.2	Positioneringens mätosäkerhet	40
8.2.3	Beaktande av omständigheterna kring mätningen	40
8.2.4	Mätosäkerhet kring vattenståndsobservationer	41
8.2.5	Djuptolerans för ramning	41
8.3	Test av positionering och kvalitetskontroll vid ramning	41
8.3.1	Test av positionering	41
8.3.2	Kvalitetskontroll av positioneringen	42
8.4	Fastställande av ramningsområdet.....	42
8.5	Utförande av ramningen	43
8.6	Presentation av ramningsresultaten	44
8.7	Kvalitetskontroll av ramning.....	44

9	Kvalitetskontroll för sjömättningsmaterial	45
9.1	Mottagningskontroll av nytt material	45
9.1.1	Kontroll av leveransens innehåll	45
9.1.2	Undersökning av bottenens täckning och punkttäthet	45
9.1.3	Systematiska fel och slumpmässiga avvikelser	46
9.1.4	Jämförelse av korskurser i djuppunktdata	46
9.1.5	Analys av min/maxyta i djuppunktdata	46
9.1.6	Behandling av materialet	47
10	Fastställandet av farledsområdets verifierade vattendjup	48
10.1	Fastställande av vattendjupet utgående från multibeamlodning	48
10.1.1	Djuptolerans för multibeamlodningsmaterial	49
10.1.2	Positioneringstolerans för multibeamlodningsmaterial	49
10.2	Fastställande av vattendjupet utgående från ramning	49
10.2.1	Djuptolerans för ramning	50
10.2.2	Positioneringstolerans för ramning	50
10.3	Hur mätningarnas aktualitet påverkar verifieringen av vattendjupet	50
11	BILAGOR 51	

1 Syftet med anvisningen

Syftet med anvisningen är att beskriva för farledshållaren de åtgärder som ska tas i beaktande för att i efterhand kunna säkerställa att farledens bekräftade vattendjup grundar sig på tillförlitlig sjömätning. På så sätt tryggas säker navigering.

Farledshållaren ska när sjömätningssuppgifter inhämtas fastställa kvalitetskrav på de mätuppgifter som produceras och basera kraven på de gällande standarderna för sjömätning. Kvalitetskraven i denna anvisning grundar sig på den gällande IHO S-44-sjömätningssstandard, och dess nationella realisering FIS44/2021. Valet av standard är nationellt ändamålsenligt eftersom sjökortet används för att förmedla farledsuppgifter till sjöfarare. Finland har förbundit sig till IHO:s standarder i sin sjökartläggningsverksamhet.

Noggrannheten för de olika mätklasserna i standarden utgör minimikravet för det mätsystem som används. Utvärderingen av mätsystemets lämplighet samt genomförandet av kvalitetskontrollen under mätningen och då mätresultaten behandlas är en viktig del av standarden. Huruvida mätmaterial överensstämmer med kraven går inte att bedöma endast utifrån statistiska analyser som härleds ur mätmaterial, utan en del av utvärderingen baserar sig på testningar av mätsystemet och på rapportering av kvalitetssäkringen i arbetsfaserna.

Att sjömätningarna som fastställer vattendjupet i farlederna håller den kvalitet som krävs och är aktuella är centrala faktorer för sjöfartens säkerhet. Principerna för att fastställa vattendjupet i denna anvisning baserar sig på tidigare praxis och preciserar djuptoleransen med hjälp av material som samlats in med multibeamlodning.

Sjömätningar som utförs enligt anvisningarna uppfyller kraven i S-44 samt noggrannhetskraven för sjömätningens mätklasser enligt FIS44-2021. Därmed kan de utnyttjas också för att uppdatera sjökortsuppgifter. Att framställa de uppdaterade sjömätningarna i farlederna på sjökort betjänar därmed också sjöfararna, det vill säga kunderna.

2 Internationella och nationella normer och anvisningar

IHO S-44

International Hydrographic Organization (IHO), IHO Standards for Hydrographic Surveys 6th Edition, September 2020 Special Publication No. 44, (IHO S-44)

IHO:s sjömätningssstandard S-44 är en del av en större uppsättning av IHO-standarder, som har som mål att främja säker sjöfart. Den första upplagan av S-44 ed 1 publicerades år 1968, medan S-44 ed 6 publicerades i september 2020. S-44 har utvecklats regelbundet i och med att kraven på säkerhet i sjöfarten ökat och mättekniken utvecklats kraftigt.

IHO S-44-standarderna kompletteras av IHO:s C-13, Manual on Hydrography samt IHO:s S-5a och S-5b standarder för sjömätarnas behörigheter.

FIS44/2021

FIS44/2021 (1.2.2021) är en realisering av IHO S-44 ed 6-sjömättningsstandard, utarbetad av Finlands sjökartläggningsmyndighet. FIS44/2021 ersätter inte kraven i S-44, utan kraven i mätklasserna preciseras så att de bättre passar förhållandena i Finland. I den nationella rekommendationen har man gjort djupzonerna snävare i områden där det är kritiskt att det finns tillräcklig bottenklarning. Å andra sidan har även kraven på objekt-detektion i samma områden skärpts. I den nationella rekommendationen beaktas dessutom ramning som en mätmetod.

JHS-rekommendationerna

Den nationella anvisningen om de koordinatsystem och referensnivåer som används i Finland beskrivs i JHS-rekommendationerna. Inom sjömättningsverksamheten används koordinatsystemet EUREF-FIN samt höjdsystemet N2000 i enlighet med JHS-rekommendationerna. Delegationen för informationsförvaltningen inom den offentliga förvaltningen avslutade sin verksamhet den 31 december 2019, i samband med vilket även uppdateringen av JHS-rekommendationerna upphörde. I sjömättningsverksamheten beaktas även i framtiden de nationella anvisningarna och rekommendationerna beträffande användningen av koordinatsystem och referensnivåer.

Nationella rekommendationer och anvisningar upprätthålls bl.a. av Lantmäteriverket, Meteorologiska institutet och Finlands miljöcentral.

3 Kvalitetskrav för sjömättningsprojekt och verifiering av mätsystemets lämplighet

Genom att fastställa kvalitetskraven på ett sjömättningsprojekt ser man till att sjömättningsuppgifterna är lämpliga för sitt syfte. Kvalitetskraven på sjömättningsmaterialet kan vara annorlunda beroende på syftet, t.ex. för att trygga säkerheten eller bygga i vatten.

I avsikt att trygga säkerheten i farlederna har kvalitetskrav för sjömätning fastställts i IHO S-44 och den nationella realiseringen FIS2021. Ett sjömätningssystem som används för att trygga säkerheten ska uppfylla minst kraven för mätklassen Special Order i FIS44/2021. För delar av farleden vars säkerhet inte kan kontrolleras med mätningar enligt Special Order-mätklassen, ska mätsystemet uppfylla kraven för mätklassen Exclusive Order i FIS44/2021. Exclusive Order-mätklassen gäller i första hand för ramning.

Hur väl mätsystemet motsvarar kraven i mätklassen grundar sig på den uppskattade felbudgeten för mätsystemet. IHO S-44 förutsätter att mätningarna uppfyller de geometriska noggrannhetskraven inom den angivna konfidensintervallen. Vid fastställandet av noggrannhetsuppskattningar och konfidensintervallerna följs Total Propagated Uncertainty (TPU)-principerna, som finns i IHO S-44. Eftersom det inte i praktiken är möjligt att helt verkställa noggrannhetsuppskattningarna vid varje mätuppdrag, förutsätts det för att minimera systematiska och slumpmässiga fel att man omsorgsfullt kalibrerar all utrustning, kontrollerar deras funktion, kontrollerar att övrig tillhörande data är korrekt, samt att man utför statistiska och referensbaserade kvalitetskontroller på mätresultaten.

Den faktiska mätosäkerheten som fastställts för mätsystemet får inte överskrida den totala mätosäkerheten enligt felbudgeten. Kalibrering och kontroll av den mätutrustning som hör till mätsystemet ska verifieras, varefter mätsystemets prestanda testas innan själva mätningen inleds, för att se till att inga okända systematiska eller slumpmässiga fel förekommer i mätresultaten.

4 Kvalitetshantering inom sjömättningsprojekt

Kvalitetshantering inom ett sjömättningsprojekt syftar till att se till att slutresultatet motsvarar kvalitetskraven på sjömättningsprojektet. Det finns inga helt entydiga praxis för att verifiera att mätresultaten är felfria och att kraven uppfylls. Vid kontrollen av mätresultatens överensstämmelse med kraven ska det utöver själva mätresultaten och de statistiska analyser som utförts på dem även finnas rapporter och dokumentering som uppkommit genom kvalitetshandlingen inom sjömättningsprojektet.

Förutom mätsystemets teoretiska prestanda påverkas mätresultaten även av väderleken, utförandet av mätarbetet, kvaliteten på utomstående data samt efterbehandlingen av mätmaterialet. Ofta försämrar dessa faktorer kvaliteten på slutresultatet, vilket kan leda till att uppfyllandet av kvalitetskraven för sjömättningsprojektet äventyras.

Sjömättningsprojektets leverantör ska redan på förhand visa att mätsystemet, genomförandet av mättningsarbetet, efterbehandlingen av data och leverantörens interna kvalitetskontroll uppfyller kvalitetskraven för sjömättningsprojektet. Beställaren bedömer utgående från handlingar, rapporter och tester om leverantören uppfyller de uppställda kvalitetskraven. Åtgärder inom och resultaten på leverantörens kvalitetskontroll är en del av mätmaterial som ska levereras.

I leverantörens interna kvalitetskontroll ska bl.a. ingå

- anvisningarna för mätarbetet, för att uppfylla kvalitetskraven bl.a. vad beträffar mätosäkerheten, objekt-detektion samt täckningen.
- testning av prestandan i mätsystemet och den utrustning som ingår i systemet i början av projektet samt andra åtgärder under projektet, för att kontrollera att inga ändringar skett i mätsystemet eller tillhörande utrustning.
- kvalitetskontrollåtgärder som utförs i samband med mätningarna, för att se till att kvalitetskraven uppfylls.
- åtgärder för efterbehandling av mätmaterial, genom vilka man verifierar att datakällorna är korrekta och att kvalitetskraven uppfylls.
- beskrivning av kontrollen av materialet och bilagor till materialet som levereras.

Leverantören ansvarar för att mätresultaten är korrekta, och leverantörens interna kvalitetskontroll ska producera tillräckligt med dokumentation för att man ska kunna kontrollera att mätuppgifterna uppfyller kvalitetskraven, också med tanke på mätuppgifternas spårbarhet.

5 Koordinatsystem, referensnivå, transformationer, tid

5.1 Koordinatsystem

Koordinatsystemet som används i Finland är EUREF-FIN, som är den finska realiseringen av ETRS89-referenssystemet.

Referensellipsoid: GRS 80

Projicerat koordinatsystem: ETRS-TM n , där n är projektionszonen.

Kartprojektion: UTM-zon 34, medelmeridian är 21° E eller
 UTM-zon 35, vars medelmeridian är 27° E.

Samma UTM-zon ska användas inom hela området för mättingsprojektet.

Medelmeridianen som är närmast farledsområdet bestämmer UTM-zonen.

I fall där användningen av zonerna UTM-34 eller UTM-35 inte lyckas, kan man enligt rekommendationen JHS-197 använda den snävare projektionszonen enligt det projicerade koordinatsystemet ETRS-GKn.

Närmare information om koordinatsystemet finns i följande JHS-rekommendationer:

<https://www.suomidigi.fi/sites/default/files/2020-07/JHS196.doc>

<https://www.suomidigi.fi/sites/default/files/2020-07/JHS197.doc>

Geografiska koordinater (latitud och longitud) ska anges i grader och minuter, minuterna med en noggrannhet på sex decimaler, medan koordinater i UTM-projektionen ska anges i meter med en noggrannhet på två decimaler.

5.2 Djup- och höjdreferenssystem samt tillhörande geoidmodell

I Finland används djup- och höjdreferenssystemet N2000. För insjöars del ska man observera att varje insjöbäcken har en egen referensnollnivå i N2000-höjdsystemet.

I Finland används geoidmodellen FIN2005N00.

Mer information finns i JHS rekommendationer och i Lantmäteriverkets Geodata-centrals (FGI) koordinattransformationsstjänst.

<https://www.suomidigi.fi/sites/default/files/2020-06/JHS163.doc>

FIN2005N00-geoidmodell <http://coordtrans.fgi.fi>.

5.2.1 Uppgifter om vattenstånd och upprättande av en projektspecifik pegelskala

Resultaten av sjömätningar reduceras till referensnivån enligt N2000-höjdsystemet. Reduceringen sker utgående från timvisa observationer av vattenståndet, bundna till referensnivån, i mätområdet.

Vattenståndet kan ha lokala variationer som innebär att de vattenståndsstationer som är tillgängliga inte producerar tillförlitlig information om vattenståndet i mätområdet. I detta syfte upprättas en pegelskala för att få till stånd tillförlitliga vattenståndsobservationer.

Insamling, behandling och kvalitetskontrollen av vattenståndsdata beskrivs i dokumentationen som görs upp innan mätningarna.

Inom vattenståndsdata dokumenteras följande:

- vattenståndsmätare, skalor som används.
- referensnivå; för insjöar referensnivåerna för insjöbäcken.
- en redovisning av mätskalan jämte observationer.
- en referenstabell för tillförlitligheten i data om vattenståndet.

Mätosäkerheten för vattenståndsobservationer får inte överskrida osäkerhetsvärdet i mätsystemets felbudget. Den som utför mätningen ansvarar för korrektheten i och kvalitetskontrollen av vattenståndsdata.

5.2.2 Leverantörer av vattenståndsuppgifter

På **havsområden** används i första hand Meteorologiska institutets mareografer som ger timspecifika vattenståndsobservationer. Interpolering av två eller fler mareografer rekommenderas inte vid farledsmätningar, eftersom Meteorologiska institutet har meddelat att osäkerhetsintervallen för interpolerade observationer är 10 cm.

För **insjöar** är de vattenståndsuppgifter som används i första hand vattenståndsobservationer från Finlands miljöcentrals vattenståndsmätare.

5.2.3 Upprättande av pegelskala

I flera områden i Finland räcker inte observationerna från de befintliga mareograferna eller vattenståndsmätarna för att tillräckligt noggrant mäta de lokala variationerna i vattenståndet i mätområdet. Det här händer till exempel när mätområdet är långt ifrån observationsplatsen för vattenståndet eller om det förekommer något annat lokalt fenomen som påverkar vattenståndet. I detta fall upprättar man inför mätningen en lokal pegelskala.

Man upprättar pegelskalan genom avvägning enligt det nationella N2000-höjdsystemet med två skilda avvägningslinjer. I pegelskalans omedelbara närhet fastställs en fast höjdpunkt, så att man med hjälp av den avvägda höjden kan kontrollera pegelskalans höjdposition under mätningarna.

Användning av en automatisk vattenståndsmätare förutsätter att man regelbundet kontrollerar utrustningen för att garantera felfri drift.

Ett dokument ska utarbetas om monteringen av pegelskalan, som innehåller minst:

- en allmän beskrivning av monteringen av pegelskalan
 - vem som utför mätningen
 - mätutrustning
 - tid
- avvägningsprotokoll och avvägningsresultat
- beskrivning av pegelskalan, som innehåller minst:
 - positionsuppgifter (karta, koordinater)
 - uppgifter om apparattyp eller mätskala
 - uppgifter om de fasta höjdpunkterna som används för att kontrollera vattenståndsmätaren eller -skalan
 - utgångspunkter för att binda utgångspunkterna för avvägningen, avvägningskalkylen och resultatet till höjdsystemet
 - fastställande av nollpunkt, bindandet av mätaren till projektets referensnivå
 - kontroll av funktionen hos den automatiska vattenståndsmätaren innan i bruktagning
 - en beskrivning av hur resultaten behandlas vid reduceringen av djupdata till referensnivån

På en plats som regelbundet har behov av tillförlitliga vattenståndsuppgifter lönar det sig att bygga en fast vattenståndsstation. Om grundandet av en vattenståndsstation finns anvisningar i Finlands miljöcentrals publikation *Hydrologisen seuran nan kenttätöiden TOIMINTAKÄSIKIRJA versio 1.4.*

5.2.4 Kontroll av kvaliteten på vattenståndsobservationer och bortfiltrering av felaktiga observationer ur vattenståndsuppgifterna

Med kontroll av tillförlitligheten av vattenståndsobservationer i sjömätning kan man förhindra risken för systematiska fel. Vattenståndsobservationernas tillförlitlighet kontrolleras genom att åtminstone det mätmaterial som används för reducering jämförs med observationer från närmaste mareografer eller vattenståndsstationer.

Vattenståndsuppgifternas tillförlitlighet presenteras i form av en jämförelsetabell och ett diagram, där man visar observationsserier och skillnader mellan observationsserierna. Tydliga avvikelser ska kontrolleras och uppdagade brister ska korrigeras och dokumenteras.

Om man observerar en klar enskild avvikelse i vattenståndsobservationerna ska avvikelsen ersättas genom interpolering mellan de omgivande timobservationerna.

Om vattenståndsuppgifterna filtreras eller bearbetas, ska både de ursprungliga och de bearbetade uppgifterna inkluderas i leveransen av mätmaterial.

5.2.5 Användning av en existerande "arbetspegel"

Vid sjömätning som utförs för att trygga säkerheten i farlederna kan man använda s.k. arbetspeglar för att samla in vattenståndsobservationer.

Användning av en befintlig arbetspegel förutsätter att dess höjdposition har kontrollerats med avvägning och bundits till det nationella N2000-höjdsystemet. Ett liknande dokument som när man monterar en ny pegelskala ska göras upp över kontrollen.

5.3 Koordinattransformationer

Koordinattransformationer ska grunda sig på en 7-parameters transformation om positioneringen grundar sig på koordinatsystemet WGS84 (ITRF2014). Transformationsparametrarna mellan ITRF2014-koordinater och EUREF-FIN-koordinater är tidsberoende, och transformationen ska använda parametrarna som fastställts för Finlands territorium.

Valid	TX	TY	TZ	D	RX	RY	RZ
year	[m]	[m]	[m]	[ppb]	[mas]	[mas]	[mas]
2021.5	1.000	1.501	-0.860	-21.1	50.540	-21.684	-38.164

Tabell 1: Utdrag: Hakli-Traficom-muunnosraportti2020.pdf

Ovanstående transformationsvärden har fastställts av Lantmäteriverkets Geodata-central på uppdrag av Traficom, och transformationsparametrarna för epoken 2021.5 är i kraft tills vidare.

Att transformationen genomförts korrekt ska kontrolleras, och kontrollen ska dokumenteras. Rapporten om fastställandet av transformationsparametrarna samt testpunkter för transformationen finns i bilaga 3.

5.4 Tid

När man hanterar tidsinformation i multibeamlodssystem måste man se till att alla mätinstrument som hör till mätsystemet fungerar i samma tidszon.

Det rekommenderas att mätsystemet och alla apparater samt alla anteckningar som görs under mätningarna utförs i UTC-tid, för att förhindra oavsiktliga fel.

6 Allmän beskrivning av mätarbetet

Sjömätning som utförs för att trygga säkerheten i farlederna ska utföras med ett professionellt grepp och omsorgsfullt enligt instruktionerna i denna anvisning. Arbetet och slutresultatet kan på så sätt uppfylla minimistandarden för sjömätning enligt IHO S-44 ed 6 och kraven i Finlands realisering av den, FIS44/2021. FIS44/2021 innehåller noggrannhetskrav för olika djupzoner inom farledsområdena.

Systematiska fel och fenomen ska minimeras innan mätningen inleds så att deras effekt är mindre än storleken på systemets slumpmässiga fel. Om man uppdagar systematiska fel eller fenomen ska orsakerna till dem utredas och avlägsnas eller effekten av dem minimeras, för att sjömningsarbetets noggrannhetskrav ska uppfyllas. Systematiska fel tillsammans med slumpmässiga fel får inte till sin omfattning överskrida värdena i felbudgeten. Ansvar för att mätsystemet och dess enskilda apparater fungerar korrekt ligger hos mätaren.

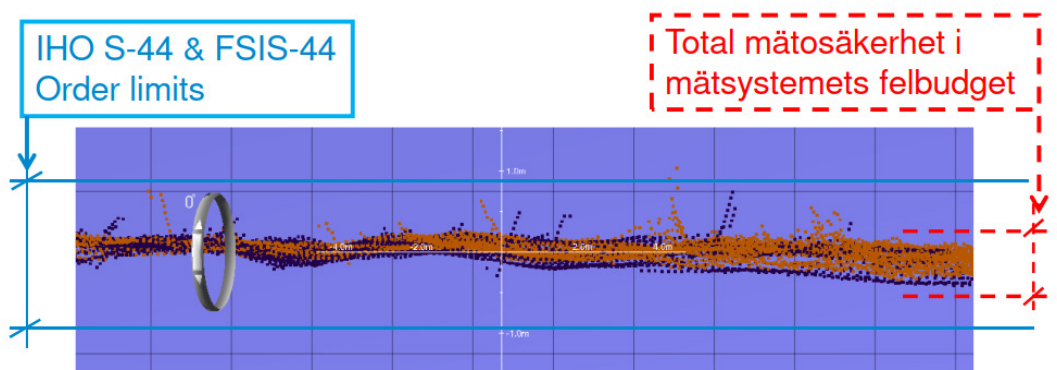


Bild 1: Mätklasserna och felbudgetens mätosäkerhet.

Mätklasserna för farledsmätning enligt djupzon är följande:

- Farledsmätning i **havsområden** på djupzonen 3–20 m och farledsmätning i **insjöar** på djupzonen 2,5–12 m har som krav minst Special Order enligt FIS44/2021.
- För farledsmätning vid djupzoner som är djupare än ovan beskrivna är kravet Order 1a enligt FIS44/2021.
- Vid farledsmätningar lämpar sig Exclusive Order enligt FIS44/2021 för mätning med ramning, när djupet inte kan fastställas med multibeamlodning utförd inom Special Order-mätklassen.

Mätverksamheten och kvalitetskontrollen ska ha beskrivits innan mätningen inleds.

- Mätssystemet
- Kalibrering, kontroll och testning av mätssystemet jämte tillhörande utrustning.
- Kvalitetskontroll under mätningen (kvalitet, punkttäthet, täckning, positionering, rörelsetillstånd osv.)
- Genomföring av mätningen (planering av mätning, mätthastighet, linjeavstånd, ljudhastighet, vattenstånd, positionering osv.)
- Kvalitetskontroll efter mätningen (kvalitet, punkttäthet, täckning, omfattning, positionering osv.)
- Efterbehandling av mätmaterialet (skedena i efterbehandlingen och beskrivning av åtgärder)
- Kvalitetskontroll av materialet som levereras (beskrivning av hur kvalitetskontrollen genomförs)

Vid farledsmätning ska mätssystemet uppfylla minst kraven för mätklassen Special Order. I områden enligt mätklassen Order 1a ska mätssystemet fungera på samma sätt som i områden av mätklass Special Order, även om de geometriska noggrannhetskraven är slappare. Systematiska fel och användarfel är inte godtagbara, trots lägre mätklass.

Inverkan av väderlek, häftig sjögång m.m. ska beaktas vid tidpunkten för mätningen för att bedöma huruvida mätmaterialet som samlas in uppfyller kvalitetskraven. Mätningen ska avbrytas om någon omständighet, till exempel glapp eller andra störningar i mätmaterialet, verkar tyda på att kvalitetskraven inte kommer att uppfyllas.

7 Multibeamlodning

I detta stycke beskrivs hur omsorgsfull mätning med multibeamlodning för att trygga farledernas säkerhet ska utföras, samt hur mätresultatens spårbarhet kan realiseras. Akustiska mätresultat påverkas alltid av mätosäkerhet och av multibeamlodningssystemets förmåga att detektera objekt på botten.

Storleken på de statistiska resultaten, som beskriver precisionen på resultaten från sjömätningen, får inte väsentligen avvika från mätosäkerheten enligt mätsystemets felbudget, och får inte överskrida kvalitetsvärdena som fastställts enligt mätklassen i FIS44/2021.

Frekvensen för multibeamlodens mätsignal ska vid mätningar enligt Special Ordermätklassen i FIS44/2021 vara minst 400 kHz. Öppningsvinkeln för multibeamloden får inte vara högre än $\pm 65^\circ$.

Vid farledsmätning i havsområden ska multibeamloden vara fast monterad i fartygets botten. I insjöar och skyddade havsområden (Trafikeringsområde I) kan man godkänna monteringen av en fast multibeamlodsensordär sensorn inte sitter i farkostens botten och sensorns läge/ställning kan justeras.

Sensorn ska alltid monteras så att sensorns läge/ställning inte ändras under mätningen på grund av farkostens rörelse, vattentryck eller sjögång.

En apparat som mäter ljudhastighet i realtid och som behövs för multibeamlodet ska vara fast monterad i farkostens skrov/ett sensorställ.

7.1 Djupnoggrannhet

Djupnoggrannheten för farledernas sjömätning i olika djupzoner har fastställts i FIS44/2021. Djupobservationer sparas i meter från referensnivåns nollpunkt med en noggrannhet på två decimaler.

7.2 Objektdetektion

I FIS44/2021 fastställs kraven på objektdetektion efter mätklass. Utöver att kravet på 100 procents täckning vid djupmätning ska uppfyllas ska mätsystemet också ha förmågan att åtminstone detektera objekt med den storlek som fastställs i FIS44/2021. Mätsystemets förmåga att detektera objekt påverkas dessutom av mätfarkostens hastighet, positioneringens tillförlitlighet samt djupmätningens täckning.

Vid multibeamlodning anses ett objekt ha detekterats när objektet detekteras med minst tre godtagbara observationer per en scanningpuls och vid tre på varandra följande scanningsvep.

Vid multibeamlodning som utförs för att trygga farledernas säkerhet är kravet på objektdetektion av kritisk betydelse för farkostsäkerheten i områden där botten är nära den s.k. ramningsnivån. Objekt i farlederna ska genom multibeamlodning inom ett område med en öppningsvinkel på $\pm 45^\circ$ på minst en mätlinje kunna detekteras 3 meter djupare än ramningsdjupet för farledsdelen som mäts. Avståndet mellan mätlinjerna grundar sig då på scannerns öppningsvinkel $\pm 45^\circ$.

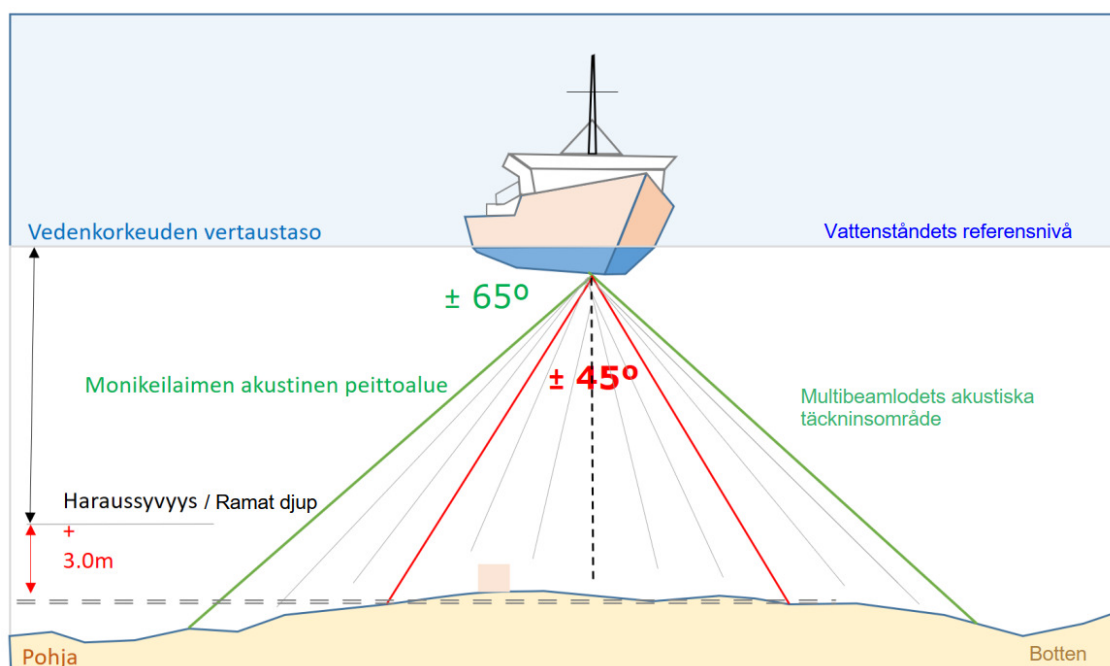


Bild 2: Påverkan av det höjda detektionskravet på multibeamlodets öppningsvinkel.

När man opererar mätsystemet och vid efterbehandlingen av mätmaterialet ska systemens, apparaternas och programvarans funktion ställas in så att objekten inte i misstag försvinner eller räknas som raderade.

7.3 Planering av mätområden

Vid multibeamlodningar som utförs för att trygga farledernas säkerhet indelas farleden vid behov i mindre mätområden (celler) för att göra det smidigare att utföra mätningen och behandla materialet. Ett enskilt mätområde omfattar hela farledens bredd. När man avgränsar mätområdet i längdriktning ska man beakta att vådrets och sjögångens inverkan inom ett enskilt mätområde ska vara så homogen som möjligt. Multibeamlodning i mätområdet utförs alltid med samma måtenhet.

När mätmaterialen behandlas fungerar indelningen i mätområden och deras individuella beteckningar som kategoristrukturen när materialet levereras och under kvalitetshandlingen.

7.3.1 Planering av mätlinjer

Vid multibeamlodning ska mätlinjerna uppfylla djuptäckningskravet på minst 100 procent. För att djuptäckningskravet ska uppfyllas måste man vid överlappningen mellan parallella djuptäckningsområden förutom positioneringsosäkerhet också uppmärksamma kraven på punkttäthet, objekt-detektion och djupmätningens precision. Glapp kompletteras med en kompletterande mätlinje. Överlappningen i djuptäckningsområden mellan mätlinjer ska vara minst två gånger positioneringsosäkerheten enligt mätklassen i FIS44/2021.

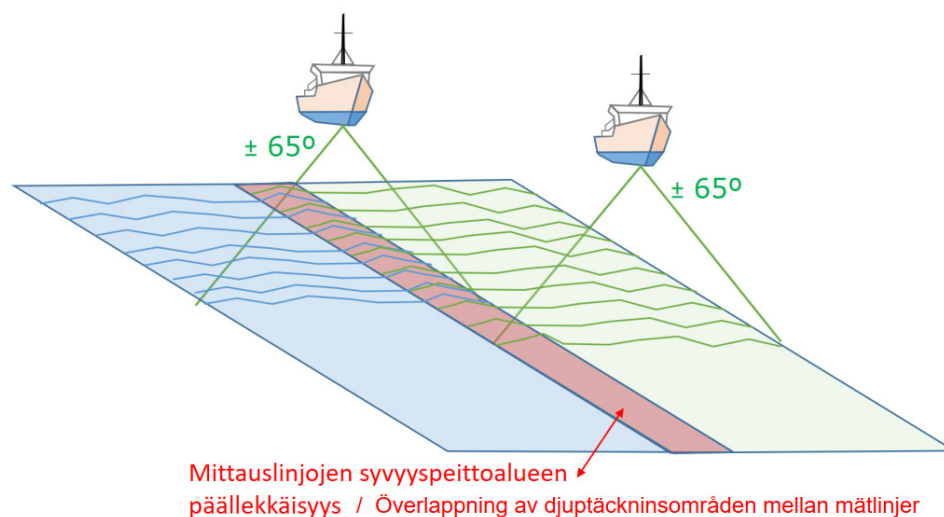


Bild 3: Överlappning av djuptäckningsområden mellan mätlinjer.

Mätlinjerna ska vara raka, om det inte är fråga om ett område utanför farleden, som är klart grundare än farledens ramningsnivå. Man ska avbryta loggningen av mätuppgifter innan man vänder på mätfarkosten. Man ska inte fortsätta logga mätningar innan mätsystemet har stabiliserats efter rörelsen som vändningen orsakade.

7.3.2 Kompletterade mätlinjer

Kompletterande mätlinjer mäts om antalet underkända punkter, den systematiska spridningen eller omständigheterna på botten orsakar ett glapp i djuptäckningen i mätmaterial.

Vid mätningar med kompletterande mätlinjer ska man uppmärksamma att loggningen av mätningarna inte ska inledas innan mätsystemet stabiliserats efter rörelsen orsakad av svängen. Kompletterade mätlinjer ska mätas med samma mätfar-kost och med samma mätsystem som områdets huvudmätlinjer mätts.

7.3.3 Mätning av korskurser

Korskurser mäts i kvalitetskontrollssyfte. Vid mätning och behandling av dem ska följande anvisningar följas:

- Korskursen ska köras så vinkelrätt som möjligt mot de egentliga mätlinjerna.
- Korskursen ska mätas i områden med jämn bottentopografi, med så få objekt som möjligt.
- Vid farleds- och båtrutter med ett mellanrum på högst 10 km.
- När man mäter korskurser får öppningsvinkeln för multibeamloden minskas till $\pm 45^\circ$.
- Korskursen behandlas på samma sätt som huvudmätlinjerna.
- För att göra det lättare att känna igen dem bland filerna, ska deras namn till exempel inkludera bokstavskombinationen CR.
- När materialet levereras inkluderas korskursen i samma mapp som huvudmätlinjerna.

7.4 Avvikelser i mätningen på grund av omständigheterna

För att verifiera att misstänkta objekt/fenomen stämmer ska man vid behov utföra kompletterande mätlinjer genom vilka man kan verifiera detektionerna.

Vid mätningar som utförs enligt kraven i Special Order i FIS44/2021 godkänns inte situationer där ekolodets signal tränger in i områden med mjuka sediment.

Vid mätningar enligt kraven i Order 1a i FIS44/2021 kan situationer där ekolodets signal tränger in i mjuka sediment godkännas, men inverkan på djupdata får inte överskrida kraven på osäkerhet för djupmätning enligt Order 1a i FIS44/2021.

För att minimera effekten av spridningen och bruset från de yttersta kanterna vid multibeamlodning kan öppningsvinkeln vid behov minskas.

7.5 Backscatter

Backscatter-observationer från multibeamlodning ska loggas, eftersom de kan användas för preliminär tolkning av farledens bottenmaterial. Av observationerna bildas under behandlingen av mätaterialet en georefererad bildmosaik, vars resolution är 0,5 m och där histogrammet utjämnats.

Om man använder ett multibeamsystem med dual head-funktion ska man på förhand visa att den loggade, medelvärdesbildade amplituden från bägge mätsensorer sänder ut en signal av samma styrka. Eventuella skillnader ska redas ut i samband med kalibreringen eller i övrigt kompenseras för.

7.6 Efterbehandling av mätaterialet

Djupdata och andra observationer av sensorerna analyseras, korrigeras och städas upp enligt följande principer.

- Efterbehandlade djupdata innehåller alla djupobservationer samt de statusmarkerade godkända och underkända punkter som samlats in under mätningen.
- Under efterbehandlingen ska man i de loggade positioneringsdata samt i rörelsegivaren radera eller markera som raderade alla uppenbara felobservationer (spikar).
- Identifierbarheten för objekt och grund får inte försämrats av materialbehandlingen. Den grundaste djupobservationen ska ha status som godkänd.
- Den verkliga bottentopografin eller objekt på botten får inte markeras som raderade vid efterbehandlingen.
- Tillåtna automatiserade metoder för att markera djuppunkter som raderade i multibeamlodmaterialet är att minska på multibeamlodens öppningsvinkel och avkorta minimi/maximidjupet.
- Behandling av djupdata med statistiska metoder, där metoden enbart baserar sig på storleken av standardavvikelsen för arealenheten, är inte tillåten.
- Fastställande av felaktiga mätobservationer i samband med den manuella databehandlingen med statistiska metoder ska dokumenteras och testas.
- Alla systematiska fel och fenomen ska observeras i efterbehandlingen, och deras inverkan ska avlägsnas ur materialet.
- Felekon som mätts ovanför och nedanför den mätta botten ska markeras som raderade.
- Alla observationer vars avvikelse är större än vad som framställs i mätsystemets felbudget (men som kan ligga inom de beräknade gränsvärdena för IHO S-44 eller FIS44/2021) ska undersökas som misstänkta observationer, och orsaken till avvikelsen ska utredas och dess effekt minimeras.

7.7 Kvalitetskontroll av slutresultatet som levereras

Leverantören ska utföra en kvalitetskontroll på mätaterialet och tillhörande metadata på slutresultatet som levereras. Genom kvalitetskontrollen bevisar den som utfört mätningen att mätaterialet uppfyller de kvalitativa kraven på noggrannhet och täckning, och att materialet som levereras innehåller alla dokument och rapporter om mätsystemet, genomförandet av mätningen och kvalitetskontroller.

Rapporten över kvalitetskontrollen av slutresultatet som levereras är en del av mätaterialet som levereras. Rapportmallar finns i bilaga 4.

7.8 Punkttäthet vid djupmätning

Vid djupmätning är minimikravet att punkttätheten för godkända observationer per arealenhet uppfylls. Vid farledsmätning är minimikravet på punkttäthet 5 godkända observationer per arealenhet, som bestäms enligt djupet.

Djupzon	arealenhet	godkända observationer
djup < 10m	0,5 x 0,5 m	5
djup 10-20 m	1 x 1 m	5
djup 20-40 m	2 x 2 m	5
djup 40-50 m	4 x 4 m	5
djup 50-60 m	5 x 5 m	5
djup 60-70 m	6 x 6 m	5
djup 70-80 m	7 x 7 m	5
djup 80-90 m	8 x 8 m	5
...
+ analogt +		

Tabell 2: Punkttätheten för godkända djuppunkter i olika djupzoner

7.9 Positionering och mätsystemets interna koordinatsystem

För multibeamlodningens primära positioneringssystem rekommenderas att man använder GNSS-positioneringssystemet som grundar sig på efterprocesseringsteknik. Inverkan på en GNSS-korrektions/positioneringstjänst som utnyttjar positionering i realtid på positioneringsosäkerheten får inte överskrida den positioneringso-säkerhet som framställts i felbudgeten. När man bedömer storleken på positioneringsosäkerheten ska man beakta att positioneringsosäkerheten kan variera regionalt.

7.9.1 Mätsystemets interna koordinatsystem och sensorernas läge

Mätosäkerheten vid fastställningen av mätsystemets interna koordinatsystem ska beaktas i mätsystemets felbudget. Vid fastställandet av det interna koordinatsystemet fastställs positionen för alla fast monterade mätinstrument, såsom multibeam-loden, rörelsetillståndssensor, positioneringsantennor, märken för djupgående, trycksensor för djupgående och andra mätpunkter.

Rörelsetillståndssensornas läge fastställs i relation till det interna koordinatsystemets tre axlar med tillräckligt noggrannhet.

Läget på sensorn som ger riktningsdata fastställs i relation till det interna koordinatsystemets tre axlar med tillräckligt noggrannhet.

7.9.2 Primärt positioneringssystem

Det primära positioneringssystemet ska kunna erbjuda positionering enligt kraven i FIS44/2021.

7.9.3 Sekundärt positioneringssystem

Det sekundära positioneringssystemet ska kunna erbjuda positionering enligt kraven i FIS44/2021.

Det sekundära positioneringssystemet kan motsvara det primära positioneringssystemet, men får inte använda samma positioneringstjänst för att korrigera GNSS-positioneringen.

Det sekundära positioneringssystemet ska vara en del av mätsystemet och ska användas för att jämföra positioneringen som fås ur det primära positioneringssystemet. Kvalitetskontroll av positioneringen rapporteras som en del av leveransen av mätmaterial.

7.9.4 Kvalitetskontroll av positioneringen

Positioneringssystemen ska hela tiden producera följande uppgifter:

- Positioneringsnoggrannhet eller uppgifter om positioneringsosäkerhet. Om positioneringsutrustningen inte kan ge dessa uppgifter kan kvalitetskontrollen av positioneringen grunda sig på en jämförelse mellan uppgifterna som producerats av det primära och sekundära positioneringssystemen eller på standardavvikelsen mellan positioneringsobservationerna.
- GNSS-positioneringssystemet ska producera följande uppgifter
 - Antalet satelliter
 - DOP-värden
 - GNSS-höjddata, om tillgängliga, för att observera avvikelser i positionering samt osäkra och felaktiga positioneringsresultat.
 - GNSS rådata (sparas i RINEX-format)
 - Observationsdata från referensbasstationen (om positioneringen grundar sig på efterprocesseringsteknik)

Värdena i anknytning till kvalitetskontrollen av positioneringen ska kunna fastställas av användaren, och de ska uppföljas under mätningen. Systemet ska ge en varning om den positioneringstjänst eller den basstation för positioneringstjänsten som används för korrigering av positioneringen ändras under mätningen.

Om man bedömer att GNSS-positioneringens kvalitet försämras på grund av avståndet till basstationen, ska man grunda en basstation med en känd EUREF-FIN-fixpunkt (minst en fixpunkt av klass E3).

7.9.5 Kvalitetskontroll av positioneringen med observerade objekt

Med hjälp av flera objekt som observerats under mätlinjen kan man verifiera att mätsystemets prestanda uppfyller kraven som fastställts för mätningen.

Om man under mätningen eller behandlingen av mätmaterial märker motsägelser i positioneringen av objektet, ska man kontrollera att mätsystemet fungerar och eventuella källor till fel utredas.

7.9.6 Gränsvärden för GNSS-positioneringen

För GNSS-positionering ska man använda minst fem satelliter. Höjdvinkeln för satelliter som används för positioneringen ska vara minst 10 grader från horisonten.

Positioneringens PDOP-värde får inte vara högre än fyra (4).

7.9.7 Synkronisering av tid i mätsystemet

Mätsystemet med tillbehör ska använda samma tidssystem och en PPS-puls för att synkroniseras till mätsystemets tid.

7.9.8 Efterprocessering av positioneringen

När positioneringslösningen baserar sig på efterprocesseringsteknik hör observationsdata för positionering och referensbasstationernas observationsdata till mätmaterial som överlämnas som slutresultat. Observationsdata sparas i formatet RINEX.

7.10 Ljudhastighet

Under mätningen ska man utföra observationer av ljudhastighetsprofil tillräckligt ofta för att säkerställa att noggrannhetskraven enligt FIS44/2021 uppfylls.

Användningsprinciperna för apparaten som används för att observera ljudhastighetsprofilerna ska grunda sig på mätning av ljudhastighet i olika djup. Under mätprojektet ska man kontrollera funktionen av apparaterna som används för att observera ljudhastighetsprofilerna en gång per 14 dagar. Kontrollen utförs genom att jämföra observationerna från apparaten som mäter ljudhastighetsprofiler med observationer från en annan motsvarande apparat som har samma användningsprincip. Kontrollen ska dokumenteras och rapporterna ska bifogas till leveransen av mätmaterial. Om man upptäcker alltför stora skillnader i observationerna under kontrollen, ska orsakerna till dem utredas och korrigeras innan mätningarna fortsätter.

I samband med observationen av ljudhastighetsprofiler under mätningarna ska man alltid jämföra observationerna från ljudhastighetsprofilen och ljudhastighetsmätningarna i realtid med varandra. Skillnaderna i ljudhastighet får inte i samma vattendjup överstiga 3 m/s. Om skillnaderna mellan ljudhastighetsobservationerna är större än 3 m/s ska orsaken utredas och korrigerande åtgärder utföras innan mätningarna fortsätter. Ljudhastighetsprofiler ska inte utjämnas och man ska inte använda en kalkylerad ljudhastighetsprofil.

7.10.1 Ljudhastighetsprofilernas observationsställen

Vid multibeamlodning påverkar ljudhastighetsobservationerna i stor grad kvaliteten på mätmaterial. Variationer i ljudhastigheten är i Finland lokala och även på observationsplatser som ligger nära varandra kan det finnas stora växlingar i ljudhastigheten.

Ljudhastighetsprofilen ska åtminstone mätas då mätningen börjar och när den avslutas. Ljudhastighetsprofilens inverkan på mätmaterialens kvalitet ska aktivt övervakas under mätningen, för att se till att en ljudhastighetsprofil som inte lämpar sig för mätområdet eller tidpunkten för mätningen inte har en effekt på mätmaterial som överskrider värdena i felbudgeten.

För att lägga till flera ljudhastighetsprofiler i sina djupdata kan man använda metoden med den närmaste profilen, metoden som baserar sig på observationstid, eller interpoleringsmetoden som kombinerar dessa två.

7.10.2 Kvalitetskontroll av ljudhastighetsobservationer

Det är inte tillåtet att modifiera ljudhastighetsprofilerna förutom enskilda tydliga felobservationer eller djuptillägg som programvaran utfört. Om man modifierar ljudhastighetsprofilerna ska de ursprungliga observationerna sparas och man ska rapportera varför observationerna modifierats. Man ska tydligt separera de ursprungliga och de modifierade ljudhastighetsprofilerna från varandra.

7.10.3 Ljudhastighetsobservationer och metadata

Alla ljudhastighetsobservationers sensorbaserade observationsfiler och filer som är klart läsbara i ASCII-format är en del av mätmaterialiet som levereras som slutresultat.

I filerna ska finnas observationsplats, observationstid (datum och klockslag) och ljudhastighets- och temperaturobservationer för olika djup.

7.11 Höjd, dynamisk sättning och djupgående

7.11.1 Sättning

Mätfarkostens sättning består av det statiska djupgåendet och den dynamiska sättningen.

Den dynamiska sättningen fastställs innan mätningen inleds. Den dynamiska sättningen visas i tabellform, där man beskrivit hur hastighet och djup påverkar farkostens djupgående. Hastighetens effekt visas för de hastighetsintervallen inom vilka mätningarna utförs, och vattendjupets effekt visas med början från mätprojektets grundaste djup ända till ett djup som motsvarar sju gånger mätfarkostens djupgående.

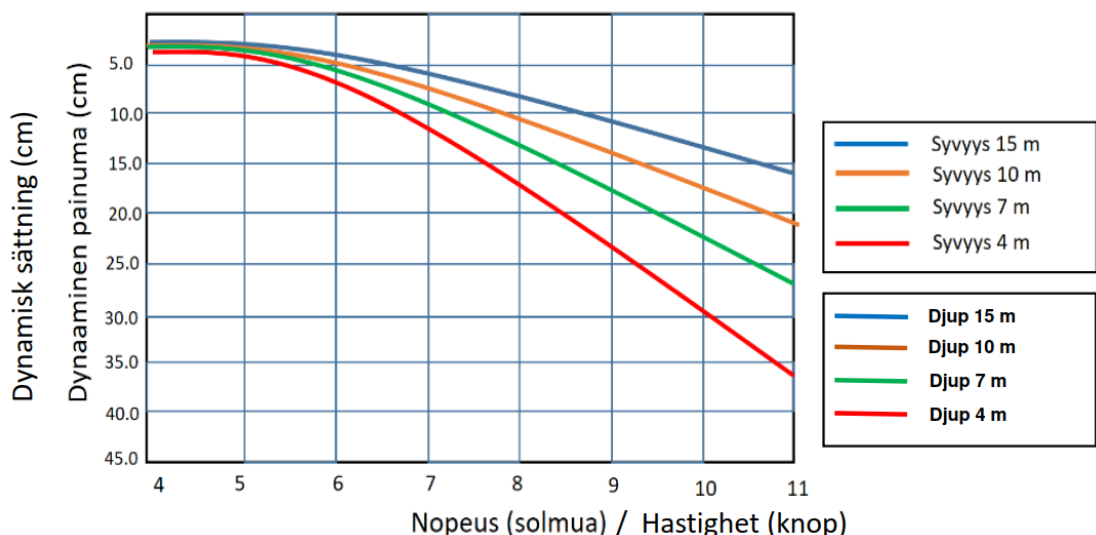


Bild 4: Exempel på dynamisk sättning.

7.11.2 GNSS höjder

Vid mätning med multibeamlodning av farlederna rekommenderas inte att man använder GNSS-höjd förutom för att kontrollera kvaliteten på vattenståndsuppgifterna.

Användning av GNSS-höjd kan vara motiverat vid multibeamlodning i undantagsfall, till exempel i kanaler eller strömmande vattendrag. I så fall lönar det sig att binda höjdobservationerna till mätområdets N2000-höjdsystem.

7.11.3 Djupgående och dynamisk sättnig

Den dynamiska sättnigen beaktas när djupobservationer korrigeras till det egentliga vattendjupet. Metoden som används ska beskrivas.

Det statiska djupgåendet ska observeras regelbundet, minst en gång per dag och när farkostens last förändras. När man anlägger i och avseglar från hamnen ska man observera det statiska djupgåendet. Alla djupvärden och laständringar loggas och alla loggar som har att göra med djupgående är en del av mätmaterialiet som lämnas in som slutresultat.

Djupobservationerna görs genom farkostens åmningar, även om man kunde visa djupgåendet även med andra metoder (t.ex. en trycksensor).

7.12 Kalibrering och kontroll av multibeamlods-systemet

Mätaren ansvarar under hela mätprojektets gång för att mätsystemets prestanda uppfyller kraven och att prestandan motsvarar det som beskrivits i mätsystemets felbudget.

Om det är ändamålsenligt att testa mätsystemets prestanda i mindre mätprojekt måste bedömas från fall till fall. Målet är dock att man ska verifiera mätsystemets korrekta funktionalitet innan mätningen inleds, och att mätsystemets prestanda inte riskerar att försvagas under mätningarna.

7.12.1 Mätsystemets totalkalibrering

Mätsystemets totalkalibrering utförs innan sjömätningen inleds. Systematiska fel ska minimeras. Totalkalibreringen ska utföras på nytt om ändringar görs på mätsystemet eller om det finns orsak att misstänka fel i det.

Totalkalibreringen innehåller åtminstone fastställandet av följande värden:

- Latency bias (latens)
- Pitch bias (avvikelse i farkostens krängning i kölriktning)
- Roll bias (avvikelse i farkostens krängning sidlänges)
- Yaw bias (avvikelse i farkostens färdriktning)
- Optimal sättningsperiod för rörelsetillståndssensorn.
- Farkostens stabiliseringstid för rörelsetillståndssensorn efter en snabb vändning.

Rapporten om kalibreringen, rå observationer från kalibreringen och det efterbehandlade materialet är delar av mätmaterialet som levereras som slutresultat.

För fastställandet av varje enskilt kalibreringsvärde används ett medelvärde som bildas av flera observationsserier. Ingen enskild observationsserie får avvika för mycket från de övriga observationsserierna. Ur de slutgiltiga lodlinjerna kontrolleras att alla avvikelser (kalibreringsvärden) under totalkalibreringen har fastställts korrekt.

7.12.2 Dynamisk testning med referensmål av positioneringen

Innan mätningarna inleds testas multibeamlods-systemets dynamiska positionering genom att använda ett referensmål i havsbotten.

För testandet av den dynamiska positioneringen rekommenderas att man använder ett testobjekt vars form är känd och som tydligt är skapat av människor. För testning av den dynamiska positioneringen kan man använda Traficoms testmål i Hangö och Björneborg. I insjövatten har man använt en prickvikt i närheten av

Nyslott. Uppgifter om testmål i Åbo och Vasa kan efterfrågas hos Trafikledsverket. Naturliga mål såsom stenar/bumlingar rekommenderas inte.

Vid testningen av mätsystemets dynamiska positionering rekommenderas det att man mäter åtta mätlinjer i närheten av objektet. Varje linje ska vara minst 400 meter lång. Det finns två mätlinjer, som ligger an mot varandra i rät vinkel. Varje mätlinje körs med två olika mät hastigheter (normal mät hastighet och hälften av den). Mätlinjerna körs åt båda hållen.

För att verifiera mätsystemets funktion tolkas från var och en av de åtta mätlinjerna tydligt identifierbara "punkter" beträffande läge och djup. Avvikelserna mellan observationerna och spridningen mellan dem ska uppfylla den prestanda som fastställts för mätsystemet i felbudgeten. Om avvikelser som överskrider felbudgeten uppdrag ska orsaken till dem redas ut och korrigeras, varefter testningen av den dynamiska positioneringen förnyas.

För att verifiera att observationerna är korrekta ska den dynamiska testningen alltid utföras i början och i slutet av mätperioden, när en sensor i ett fast installerat system avlägsnats samt när mätplattformen utsätts för mekaniska, fysiska åtgärder. Rapporten om den dynamiska testningen av positioneringen, råobservationer samt det behandlade mät materialet är en del av mät materialet som lämnas in som slutresultat.

7.12.3 Testning av statisk och intern positionering

Ett test av den statiska positioneringen utförs åtminstone innan sjömätningen inleds och när sjömätning avslutas.

Positioneringstestet utförs genom att jämföra positioneringssystemets "farkostläge" med positioneringsdata som skapas genom en fixpunkt enligt det koordinatsystem och den projektion som används i projektet. Vid positioneringstestet kan man som referens använda en RTK- eller PPK-positions lösning, som är bunden till det nationella nätverket av fixpunkter i EUREF-FIN. Om man använder PPK-positions lösningen ska man med materialet även lämna in observations materialet från de referensstationer som använts.

Vid testning av den interna positioneringen jämförs den icke-centrerade positionen som det primära och sekundära positioneringssystemet skapat med resultatet som härletts från den fixpunkten eller ur en tillförlitlig GNSS-observation.

Med testningen kan man se till att utrustningen fortsättningsvis är tillförlitlig, utan nya källor till fel. Testningen av den statiska och inre positioneringen rapporteras som en del av mät materialet som lämnas in som slutresultat.

7.12.4 Testområde

I större farledsmättningsprojekt rekommenderas att man mäter ett testområde för att garantera kvaliteten på mätningen. När man i början av mätprojektet har utmätt ett testområde i projektområdet, kan det användas för att verifiera den korrekta

funktionen av mätsystemet i fall där man misstänker att mätsystemet utsatts för icke önskvärda förändringar. Om en mätning av testområdet utförs när mätningarna avslutas kan mätaren visa att mätsystemet förblivit oförändrat under hela mätprojektet genom att jämföra åtminstone två olika observationsserier från olika tidpunkter. Genom att mäta testområdet kan man verifiera att mätsystemet förblivit oförändrat i fall där mäthenheten tillfälligt övergår till andra uppgifter under mätprojektets gång.

För multibeamlodssystem ska havsbotten i testområdet vara tämligen jämn och vattendjupet 30–40 meter.

Mätningen av testområdet utförs så att man mäter minst 3 parallella linjer i bägge riktningarna med över 100 procent täckning samt två korskurser över de föregående fram och tillbaka (sammanlagt 10 linjer). Ljudhastighetsprofilen observeras i mitten av testområdet. Under mätningarna inleds inte loggningen innan mätsystemet har stabiliserats efter rörelsen orsakad av vändningen.

Med testningen kan man se till att utrustningen fortsättningsvis är tillförlitlig, utan nya källor till fel. Mätresultaten från testområdet, den sista kalibreringsrapporten, inhämtade rådata samt efterbehandlade djupdata är delar av mätmaterial som lämnas in som slutresultat.

7.13 Mätmaterial som lämnas in som resultat

Innehållet i multibeamlodningsmätningens mätmaterial och resultat:

- Behandlade djuppunktdata (Rekommendation: i FAU-format)
- Rådata (i ett format som är kompatibelt med efterbehandlingsprogram för multibeamloddata).
- Backscatter-observationer (i ett format som är kompatibelt med efterbehandlingsprogram för multibeamloddata).
- En numerisk rapport per mätområde som utöver ett kartutdrag också innehåller metadata om mätningarna och omständigheterna.
- Lodningsprotokoll m.fl. motsvarande loggar.
- Rapport om kvalitetskontrollen av efterbehandlingen av djupdata.
- Ritningar och index över vilka mätlinjer som hör till vilka delområden.
- Indexkarta (i shape-format) över delområdena.
- En bild med färg enligt djupzon av mätområdet i Geo-Tiff-formatet. Pixelstorleken minst enligt den tabell som beskriver punkttäthetskraven.
- Ljudhastighetsobservationer
- Uppgifter om vattenstånd

- Rapport över kvalitetskontrollen av positioneringen
- Vrak- och objektrapporter
- Objekt som är farliga för sjöfarten
- Djupobservationer
- Övriga rapporter och filer (bl.a. beskrivning av mätsystemet, beskrivning av mätarbetet, test- och kalibreringsmaterial, kalibreringar, test)
- Backscatter-bildmosaik i Geo Tiff-format. Pixelstorleken minst enligt den tabell som beskriver punkttäthetskraven.
- GNSS-råobservationer (i RINEX-format) samt observationsmaterial från referensstationerna.

8 Anvisning för ramning

Som bakgrund till anvisningen för ramning tillämpas NAVI-normerna från Sjöfartsverkets tider samt anvisningar som utarbetats vid Trafikverket.

Ramning som utförs för att trygga säkerheten i farlederna är av stor betydelse, eftersom djuptoleransen för den är betydligt mindre än de mer täckande ekolodsmätningarna.

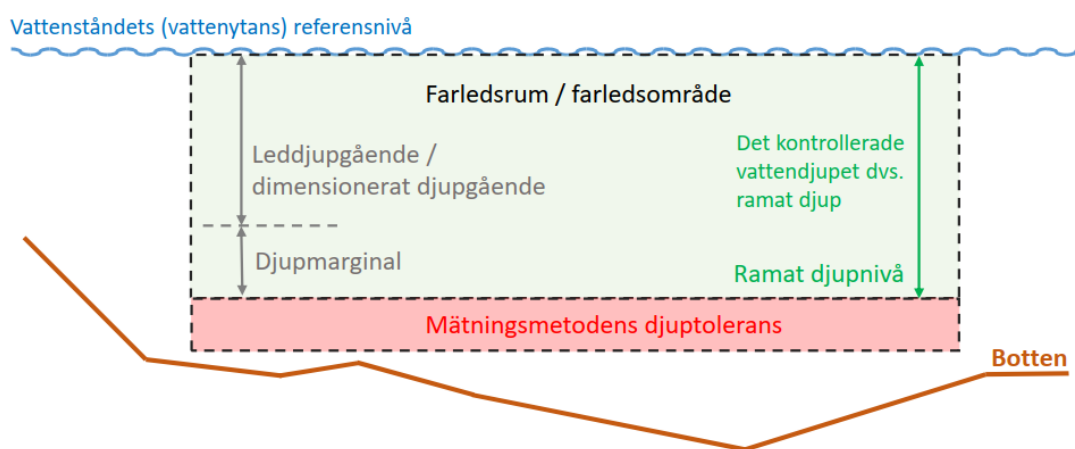


Bild 5: Begrepp

För att kunna verifiera ramning i efterhand förutsätts det att farledshållaren regelbundet utvärderar ramningsaktörernas kompetens, att ramstockarna regelbundet kontrolleras, samt att resultaten från ramningen granskas och jämförs med övrig sjömätning.

Ramning som mätmetod bör utvecklas för att förbättra spårbarheten, särskilt vid verifieringen av djupvariationer för ramstockens bottenbalk.

8.1 Djupmätning med ramning

Kravet för en säker farled är att inga hinder förekommer i farleden ner till den anmälda ramningsnivån. Djupmätning med ramning ska genomföras så att bottenbalken på ramstocken som används inom området som ramningen utförs inte stiger ovanför ramningsnivån.

Vid sänkning av bottenbalken för ramningen ska en djuptolerans fastställas. I djuphetstoleransen ska ingå alla faktorer som påverkar bottenbalkens djup. Faktorer som påverkar djupet är delvis slumpmässiga, vars effekt kan bedömas genom felbudgetmetoden, och delvis systematiska, som ska beaktas som helhet när man sänker bottenbalken.

Positioneringsosäkerhet fastställs genom felbudgetmetoden. För att kravet på 100 procent täckning ska uppfyllas vid ramning förutsätts det att positioneringsosäkerheten beaktas i avståndet mellan ramningslinjerna.

Ramning som utförts enligt anvisningen kan anses uppfylla kraven i mätklasserna Special Order eller Exclusive Order enligt FIS44/2021.

8.2 Ramstockens egenskaper och fastställandet av mätosäkerheter

För att fastställa djuptoleransen för ramningen ska man på förhand mäta/observera mätosäkerheter som har att göra med ramning. Farledshållaren ska se till att ramstocken är funktionell och att djuptoleransen fastställts korrekt på förhand.

Granskning av skicket på ramstocken, fastställandet av egenskaper och mätosäkerheter samt kalkyleringsprinciperna för djuptoleransen ska dokumenteras för kvalitetskontroll i efterhand.

8.2.1 Fastställande av ramstockens konstruktion och egenskaper

Hur ramstockens konstruktion och egenskaper påverkar djupvariationer ska fastställas på förhand. Storleken på faktorerna som påverkar bottenbalkens djup fastställs genom relevanta mätningar och undersökningar. En undersökningsrapport utarbetas över effekterna av ramstockens konstruktion och egenskaper, i vilken man beskriver de mätmetoder som använts samt observerade slumpmässiga och systematiska faktorer som påverkar djupet, samt hur de beaktas vid nersänkningen av bottenbalken.

Hur ramningshastigheten påverkar bottenbalkens djup

Hur ramningshastigheten påverkar bottenbalkens djup fastställs med minst 1 cm noggrannhet. Förändringar i djupet på bottenbalken som beror på hastighet tolkas som en systematisk faktor, och ska beaktas i full utsträckning under ramningen.

Ändringar i bottenbalkens djup har mätts genom avvägning. Man kan även använda andra mätmetoder (t.ex. GNSS, rörelsegivare) för att mäta detta. Beskrivningen och bedömningen av mätnoggrannheten av metoden som använts för att mäta förändringarna i djupet är en del av undersökningsrapporten.

Hastighetens effekt på bottenbalkens djup ska åtminstone fastställas enligt följande:

- Referenshöjd, bottenbalken har sänkts ner till minimidjup samt maximidjup medan ramstocken är stilla.
- Höjd medan bottenbalken sänkts till minimidjup samt maximidjup medan ramstocken rör sig hälften så snabbt som den normala ramningshastigheten.
- Höjder med normal ramningshastighet medan bottenbalken är sänkt till minimidjup och till maximidjup.

Man ska alltid på förhand göra en kontroll av mätinstrumenten som används för att fastställa förändringar i bottenbalkens djup, och beskriva den utförda kontrollen i undersökningsrapporten.

Dynamiska fenomen i anknytning till ramstocken

Utöver hastighet påverkas bottenbalkens djup av dynamiska fenomen. Effekten av dynamiska fenomen på bottenbalkens djup kan undersökas med rörelsetillståndssensorn.

Storleken på de dynamiska fenomenen och beaktande av dem beskrivs i undersökningsrapporten.

De lodräta stängernas rakhet och höjdmärken

Ramstockens lodräta stänger ska vara raka och eventuella förlängningar på de lodräta stängerna ska ha hela fästena. De lodräta stängerna får inte vara böjda.

Vid kontrollen av att höjdmärkena på de lodräta stängerna är korrekta ska man använda ett helt, otänjbart måttband, med beaktande av måttbandets specifika dragspänning.

Höjdmärkenas korrekthet fastställs för höjdmärken som finns mellan bottenbalkens minimiramningsdjup och maximiramningsdjup. Höjdmärkenas korrekthet ska fastställas på nytt om de ändras eller förnyas.

Man kan efteråt verifiera att de lodräta stängerna är raka med hjälp av fotografier, och resultatet av mätningen av höjdmärkena antecknas i undersökningsrapporten.

Bottenbalkens rakhet

Det är i praktiken enbart möjligt att kontrollera att bottenbalken är rak medan den är upplyft ur vattnet för transport. I detta skede kan man se till att bottenbalken inte är snedvriden eller har strukturella skador. När bottenbalken består av flera delar, ska fästena mellan stängerna vara hela.

Det finns inget enkelt sätt att verifiera rakheten på en nersänkt bottenbalk, särskilt inte för bottenbalkens förlängningar. Minimering av bottenbalkens "skevhet" och beaktande av "skevheten" på mätosäkerheten ligger på ramningsoperatörens ansvar.

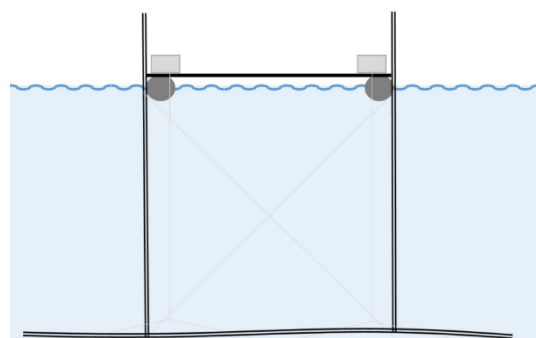


Bild 6: En "skev" bottenbalk

Den lodräta stångens vertikalitet vid ramning

Bottenbalkens djup påverkas av avvikelser från vertikalitetskraven beträffande de lodräta stängerna. En avvikelse på fem grader från raket orsakar en avvikelse på 4 cm i bottenbalkens djup vid 10 meters djup. För de lodräta stängernas lutning fastställs en maximal vinkel som inte får överskridas under ramningen.

Den maximala vinkeln på avvikelserna från villkoren för vertikalitet för de lodräta stängerna och dess inverkan på bottenbalkens djup antecknas i undersökningsrapporten.

Uppföljning av ramstockens djupgående

Genom att följa med ramstockens statiska djupgående kan man se till att ramstockens "last" inte ändras. Om en förändring i djupgåendet beror på en ändring i ramstockens struktur, ska konstruktionen och egenskapernas påverkan på bottenbalkens djup fastställas på nytt. I övriga fall ska orsaken till ändringen av djupgåendet för ramstocken utredas, för att se till att vattenlasten inte påverkar ramstockens beteende.

Ramstockens djupgående antecknas i undersökningsrapporten.

Undersökningsrapport för fastställande av ramstockens konstruktion och egenskaper

Undersökningsrapport för fastställande av ramstockens konstruktion och egenskaper. I undersökningsrapporten ska framkomma åtminstone:

- Ramstockens namn/beteckning, Ramstockens huvudmått (längd och bredd), bottenbalkens bredd (minimi och maximi), ramstockens funktionsdjup (minimi och maximi), ramstockens byggår, information om bogserbåten, hur ramstocken positioneras, positioneringsutrustning, övrig utrustning.
- En strukturell ritning av ramstocken i vilken ingår alla höjdmärken för ramstocken, dess utrustning och deras inbördes läge (bl.a. ocentrerad positionering)
- Ändringar i bottenbalkens djup på grund av växlingar i ramningshastigheten.
 - Använd mätmetod, mätinstrument och kontroll av dess funktion.
 - Mätresultat
 - Vem som utför mätningen
- Kontroll av de lodräta stängerna
 - Kontroll av raket medan ramstocken är ovanför vattnet

- Resultat från kontrollmätning av de lodräta stängernas höjdmärken
- Beskrivning av avvikelser för de lodräta stängerna från rakhetskraven
 - Den största tillåtna avvikelsen i grader
 - Markeringsmetod på ramstocken
 - Påverkan på bottenbalkens djup
- Kontroll av bottenbalkens rakhet
- Beaktande av dynamiska effekter
- Höjdmärken som används för att uppfölja ramstockens djupgående och avläsningen av dem.
- Fastställande av mätosäkerheten för positioneringen av bottenbalken
 - Positioneringspunkt för bottenbalken
 - Felbudget för positioneringen

8.2.2 Positioneringens mätosäkerhet

Vid ramning fastställs positioneringens mätosäkerhet för bottenbalken. Mätosäkerheten består i detta samband av mätosäkerheten för positioneringsantennen, osymmetrin mellan ramstockens bottenbalk och positioneringsantennen, mätosäkerhet för directionsdata samt avvikelser från vertikalitetskraven på ramstockens lodräta stänger.

Fastställandet av positioneringens mätosäkerhet rapporteras i undersökningsrapporten för ramningen.

8.2.3 Beaktande av omständigheterna kring mätningen

Vid ramning som utförs för att trygga säkerheten i farlederna ska omständigheterna kring mätningen beaktas genom att se till att bottenbalkens djup vid ramningen inte är grundare än ramningsdjupet.

Hur omständigheterna kring mätningen påverkar bottenbalkens djup kan observeras utan oskäligen kostnader i och med att apparater som kan detektera rörelsetillstånd har blivit mer vanliga. Tack vare apparater som detekterar rörelsetillstånd kan man identifiera dynamiska effekter samt hur dyningar påverkar bottenbalkens djup.

Effekt av sjögång på nersänkningen

Vid sänkningen av ramstocken kan sjögången orsaka osäkerhet i avläsningen av höjdmärkena. Hur sjögången påverkar sänkningens noggrannhet beaktas när man ställer in djupet på bottenbalken.

Hur sjögång påverkar sänkningen av bottenbalken

Sjögångens inverkan på bottenbalkens djup ska beaktas när man fastställer hur mycket extradjup bottenbalken ges.

Störningar orsakade av annan trafik

Störningar orsakade av annan trafik på bottenbalkens djup ska minimeras, och vid behov ska ramningen tillfälligt avbrytas. Sjögång och dyningar och dylika fenomen orsakade av större farkoster får inte äventyra ramningsresultatets tillförlitlighet.

8.2.4 Mätosäkerhet kring vattenståndsobservationer

Mätosäkerhet kring vattenståndsobservationer ska beaktas i ramningens felbudget. Mätosäkerheten ska fastställas när ramningen inleds, eftersom osäkerheten kring vattenståndsuppgifter påverkas av hur aktuell informationen är, avståndet mellan pegelskalan och mätobjektet, snabba förändringar i vattenståndet samt mät-noggrannheten på observationsutrustningen.

8.2.5 Djuptolerans för ramning

Djuptolerans för ramning består av slumpmässiga osäkerheter, systematiska egenskaper, effekten av mätomständigheterna samt osäkerheter kring vattenståndet. När man fastställer djuptoleransen ska alla faktorer som påverkar djupet beaktas och antecknas i kalkylen för sänkningen.

8.3 Test av positionering och kvalitetskontroll vid ramning

8.3.1 Test av positionering

Genom att testa positioneringen vid ramning kan man verifiera att positioneringens mätosäkerhet motsvarar kraven på mätningen. Test av positionering för ramning utförs med en positioneringsantenn i form av ett statiskt positioneringstest.

Positioneringstestet utförs genom att jämföra positioneringssystemets "farkostläge" med positioneringsdata som skapas genom en fixpunkt enligt det koordinatsystem och den projektion som används i projektet. Vid positioneringstestet kan man som referens använda en RTK- eller PPK-positionslösning, som är bunden till det nationella nätverket av fixpunkter i EUREF-FIN. Positioneringsuppgifter samlas in under minst 15 minuter med samma loggningsintervall som vid ramningen.

I testet rapporteras observationsseriernas enskilda standardavvikelser och variationsvidd samt skillnaden mellan observationsserier samt variationsvidd.

8.3.2 Kvalitetskontroll av positioneringen

För GNSS-positionering ska man använda minst fem satelliter. Höjdvinkeln för satelliter som används för positioneringen ska vara minst 10 grader från horisonten.

Positioneringens PDOP-värde får inte vara högre än fyra (4).

Positioneringssystemen ska hela tiden producera följande uppgifter:

- Positioneringsnoggrannhet eller uppgifter om positioneringsosäkerhet. Om positioneringsutrustningen inte kan ge dessa uppgifter kan kvalitetskontrollen av positioneringen grunda sig på en jämförelse mellan uppgifterna som producerats av det primära och sekundära positioneringssystemen eller på standardavvikelsen mellan positioneringsobservationerna.
- GNSS-positioneringssystemet ska producera följande uppgifter
 - Antalet satelliter
 - DOP-värden
 - GNSS-höjddata, om tillgängliga, för att observera avvikelser i positionering samt osäkra och felaktiga positioneringsresultat.
 - GNSS rådata (sparas i RINEX-format)
 - Observationsdata från referensbasstationen (om positioneringen grundar sig på efterprocesseringsteknik)

Värdena i anknytning till kvalitetskontrollen av positioneringen ska kunna fastställas av användaren, och de ska uppföljas under mätningen. Systemet ska ge en varning om korrigeringstjänsten eller korrigeringsstationen för positioneringen byts under mätningen.

Om man bedömer att GNSS-korrigeringsuppgifternas kvalitet försämras på grund av avståndet till basstationen, ska man grunda en basstation med en känd EUREF-FIN-fix punkt (minst en fix punkt av klass E3).

8.4 Fastställande av ramningsområdet

Fastställande av ramningsområdet ska grunda sig på uppdaterade multibeamlodmätningar och områden som har ett verifierat vattendjup utifrån dessa.

När man fastställer omfattningen på ramningsområdet med olika mätmetoder ska områdena som verifieras ha tillräckligt stor överlappning.

Användningen av multibeamlodning när man planerar ramningen och som bakgrundsinformation för mätningen minskar på risken att ramningsutrustningen skadas då mängden överraskande stötar mot bottenbalken minskar.

8.5 Utförande av ramningen

Vid ramning som utförs för att trygga farledernas säkerhet ska mätlinjerna vara raka och när man fastställer linjeavståndet mellan mätlinjerna ska man beakta positioneringens osäkerhet för att se till att man uppnår 100 % täckning med ramningen. Täckningsområdet mellan parallella ramningslinjer ska vara minst två gånger positioneringsosäkerheten.

För enskilda stötar som sker inom ramningsområdet ska man i mån av möjlighet utföra ramningen av dem från flera håll, så att det hål i ramningens täckningsområde som orsakas av stöten blir så litet som möjligt. Vid fastställande av grund i kanterna av farledsområdet är den huvudsakliga riktningen för mätlinjerna vinkelrätt mot den grunda kanten.

Bottenbalkens djup fastställs i kalkylen för nersänkning. I kalkylen för nedsänkning beaktas ramningsdjupet, djuptoleransen samt det rådande vattenståndet. Bottenbalken ska sänkas omsorgsfullt. Om möjligt ska sänkningen dokumenteras genom filmning.

Ändringar i vattenståndet ska uppföljas regelbundet, och eventuella växlingar i vattenståndet ska beaktas i det inställda djupet. När vattenståndet ökar ska man på förhand beakta effekten på bottenbalkens djup.

Bottenbalkens positions- och directionsuppgifter ska loggas under ramningen varje 5 meter, eller när en stöt observeras. Ramningsprotokollet över ramningen ska innehålla minst följande uppgifter:

- Allmänna uppgifter om ramningsuppdraget (Vem som utfört ramningen, farledshållaren, identifikationsuppgifter för farleden)
- Uppgifter om ramningen (tidpunkt, ramningsdjup, bottenbalkens inställda djup, referensnivå, ramstockens djupgående)
- Uppgifter från mätutrustningen (namnet på ramstocken, balkens totala bredd, linjeavstånd, positioneringsmetod, korrigeringsstation, positioneringsutrustning, annan utrustning används i mätningen)
- Uppgifter i anknytning till vattenståndet (för varje vattenståndsstation ska vattenstånd och observationstidpunkt anges)
- Uppgifter om omständigheterna (våghöjd, vindhastighet och -riktning)
- Per mätlinje (nummer, starttid, sluttid, stötar, andra händelser)
- Sammanfattning av mätningen (total längd på mätlinjer, areal på det uppmätta området)
- Kalkyl över sänkning (kan vara en bilaga)
- Filnamn på de numeriska loggningarna.

8.6 Presentation av ramningsresultaten

Utgående från ramningsresultaten ska man i efterhand kunna verifiera att ramningen och dess täckningsområde är korrekta.

Ramningsresultatet består av följande uppgifter:

- Mätlogsloggar (positionering, direction, stötar, ramningsprotokoll, kalkyl över sänkning)
- Täckningsområdet som beskriver området som ramningen utförts i.
- Rapporter (undersökningsrapport för ramstock, test av positionering, kvalitetskontroll, fastställande av djuptolerans)

Ramningsresultatens filer ska kunna läsas med de vanligaste programmen/geodataprogrammen.

8.7 Kvalitetskontroll av ramning

Kvalitetskontroll av ramningsprojekt som utförs för att kontrollera vattendjupet ska genomföras så att kontrollen och dokumentationen av mätutrustningen är aktuella, ramningsbesättningens kompetens att utföra mätningen och hantera mätutrustningen har verifierats. Vid ramningen iaktas de gällande anvisningarna, och riktigheten i resultatet och de avgränsningar som härletts ur dem har kontrollerats.

Målet med kvalitetskontrollen för ramning är att se till att farledernas säkerhet inte grundar sig på felaktiga mätdata.

9 Kvalitetskontroll för sjömätningmaterial

Sjömätningmaterialet som används för att kontrollera vattendjupet i farleder ska uppfylla de fastställda kvalitetskraven. Kvalitetskontrollen utförs på allt sjömätningmaterial som används som grund för att kontrollera farledens djup.

Kvalitetskontrollen för sjömätningmaterialet innehåller:

- Mottagningskontroll av nytt sjömätningmaterial.
- Kontroll av att sjömätningmaterialet som används för att kontrollera vattenståndet är konsekvent.
- Kontroll av att sjömätningmaterialet som används för att fastställa vattenståndet uppfyller kvalitetskraven samt av dess aktualitet.

9.1 Mottagningskontroll av nytt material

Genom mottagningskontrollen kan man verifiera att sjömätningmaterialet uppfyller kvalitetskraven. Vid mottagningskontrollen beaktas mätningarnas spårbarhet, vilket förutsätter beskrivningar av mätarbetet som levereras i samband med mätmaterialet, samt dokumentering/rapportering av åtgärder utförda av leverantören i anknytning till kvalitetskontroll.

9.1.1 Kontroll av leveransens innehåll

- Alla mätfiler och metadata ingår i leveransen.
- Det bestämda mätområdet har mätts med jämn kvalitet
- Täckningsområdet i jämförelse med tidigare leveranser är korrekt, också mellan material som inlämnats under olika tider

9.1.2 Undersökning av bottenens täckning och punkttäthet

Täckningen för sjömätning som utförts för att trygga säkerheten i farlederna ska ha vara minst 100 %. Områden och objekt där kravet på täckning inte uppfylls ska rapporteras tydligt.

Vid kontrollen av punkttätheten i materialet med djuppunktdata kan man verifiera att punkttätheten för godkända observationer uppfyller minimikraven vid olika djupzoner.

Avvikelse från kravet på täckning och punkttäthet påverkar fastställandet av det verifierade vattendjupet.

9.1.3 Systematiska fel och slumpmässiga avvikelser

Systematiska fel och avvikelser ska avlägsnas eller minimeras redan vid mättpunkten, och de får inte överskrida de värden för slumpmässiga fel som fastställts i felbudgeten för mätsystemet.

Djuppunktsdata

Kontrollen av systematiska fel och slumpmässiga avvikelser kan grunda sig på jämförelser mellan minimi-, genomsnitts- och maximiytor som utförts med användning av djupmaterialet. Resultaten från jämförelsen av ytmodeller kan bedömas genom de statistiska skillnaderna mellan modellerna.

När man gör upp en ytmodell ska man beakta kravet på en cellstorlek med minst 5 djuppunkter, som varierar beroende på djup.

Genom att granska standardavvikelsen för enskilda celler i ytmodellerna kan man se till att materialet inte innehåller avvikelser eller andra problem, såsom fenomen som härrör från den ljudhastighetsprofil som används.

En visuell granskning av ytmodellerna utförs med terrängskuggning, där produktionslinjerna belyses direkt från sidan. Målet är att kontrollera att inga systematiska fel eller avvikelser ingår i materialet.

Ramning

Systematiska eller slumpmässiga avvikelser under mätningen är svåra att upptäcka bland ramningsresultaten i efterhand. Korrekt nersänkning kontrolleras genom kalkylen för nersänkning. Man kan kontrollera att sänkningen är korrekt genom att jämföra stötar och djuppunktdata.

9.1.4 Jämförelse av korskurser i djuppunktdata

Vid korskursjämförelsen bör man använda Cross Check-verktygen som finns tillgängliga i efterbehandlingsprogrammen för multibeamlodning.

En referensbotten formas genom att modellera djupdata från korskurserna och jämföra dem med djupobservationer från produktionslinjerna. Produktionslinjerna ska godkännas i jämförelsen med modellerna från korskurserna i enlighet med mätklassen i FIS44/2021.

9.1.5 Analys av min/maxyta i djuppunktdata

Modellerna över minimi-/maximiyta som formas av de godkända djuppunkterna i en multibeamlodning jämförs i en analys. Inför analysen kan mätområdet indelas i delområden, vars storlek ska vara minst 7 km². Standardavvikelsen mellan ytorna beräknas, och den ska uppfylla konfidensintervallen på 95 % enligt kraven i FIS44/2021.

I minimi/maximiytorna kontrolleras att inga enskilda felekon finns kvar i materialet.

9.1.6 Behandling av materialet

Djuppunktdata

Vid kontrollen av hur materialet behandlas ska man för alla djupobservationer (godkända och raderade) kontrollera att materialet inte behandlats felaktigt. I efterbehandlingen får inte den verkliga botten och objekt markeras som raderade och objektens form får inte ändras.

Ramning

För ramningens del kontrolleras att mätresultaten är spårbara och att ramningens täckningsområde under mätningen uppfyller kravet på 100 % täckning.

10 Fastställandet av farledsområdets verifierade vattendjup

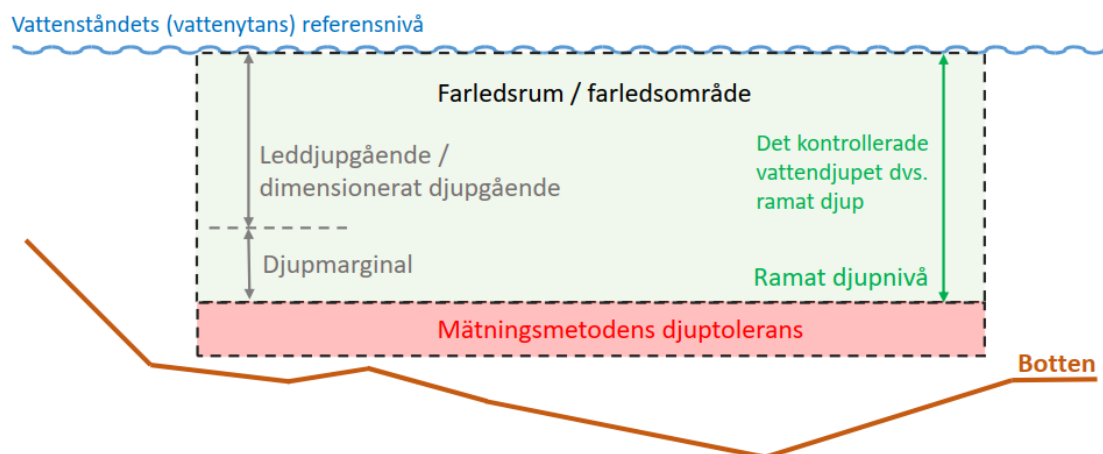


Bild 7: Begreppen verifierat vattendjup, djuptolerans

I farledsområdet får inte förekomma objekt eller områden som är grundare än ramningsnivån, så att sjötrafikens säkerhet inte äventyras. Det verifierade vattendjupet i farledsområdet kan fastställas genom multibeamlodning eller ramning. Mätningen ska vara uppdaterad och uppfylla kraven i IHO S-44 och de nationella sjömättningsanvisningarna vad beträffar genomförandet av mätningen, dess kvalitet och dokumentering.

När man fastställer det verifierade vattendjupet ska man uppmärksamma djupmätningssäkerheten och positioneringssäkerheten i samband med mätningen.

Mätningarna som används för att fastställa det verifierade vattendjupet ska överensstämma med varandra.

Ramningsnivån för farledsområdet meddelas enligt referensnivån i N2000-höjdsystemet.

10.1 Fastställande av vattendjupet utgående från multibeamlodning

Vid verifiering av vattendjupet ska man använda djuppunktsdata från multibeamlodning. Täckningen av djuppunktsdata ska vara minst 100 procent av området som verifieras. Man får inte gallra, filtrera eller modellera djupdata så att inte de grundaste observationerna samt områden som underskrider kravet på 100 % oavsiktligen förbises.

För djuppunktsdata fastställs på förhand en djuptolerans och positioneringstolerans.

10.1.1 Djuptolerans för multibeamlodningsmaterial

Genom multibeamlodningsmaterial kan man verifiera områden som är djupare än summan av toleransen för ramningsdjupet och djuptoleransen.

Djuptoleransen fastställs enligt en kalkyl för djuposäkerhet enligt mätklassen Special Order i FIS44/2021.

Special Order mätosäkerhet för djup * 3.

Det kontrollerade vattendjupet [m]	3	6	10	15
Djuptolerans [m]	0,75	0,76	0,78	0,82

Tabell 3. Multibeamlodningens djuptolerans jämte kontroll.

10.1.2 Positioneringstolerans för multibeamlodningsmaterial

Positioneringstoleransen för multibeamlodningsmaterial motsvarar minst mätklassen Special Order i FIS44/2021.

Positioneringstoleransen beaktas vid kontrollen av farledsområdet enligt följande principer:

- området för vilket vattendjupet verifierats utgående från multibeamlodning har mindre positioneringstolerans än ett område vars djuppunktsmätning har en täckning på minst 100 procent.
 - Täckningsområdets yttre gräns minskar inåt och eventuella hål ökar i relation till positioneringstoleransen.
- området för vilket vattendjupet verifierats är minst det avstånd från icke-verifierade djupobservationer (ramningsnivå + djuptolerans) som motsvarar positioneringstoleransen.
- verifieringen ska inte basera sig på resultaten av en enskild lodningslinje.

10.2 Fastställande av vattendjupet utgående från ramning

Vattendjupet kan fastställas utgående från ramning när det finns mätdata från ramningen samt metadata att tillgå.

Av ramningsresultaten används det område som ramningen täcker, ramningsdjupet samt stötar för att fastställa området.

Avgränsningen av täckningsområdet för ramningen och positioneringsosäkerheten vad beträffar stötar beaktas när man fastställer verifieringen.

10.2.1 Djuptolerans för ramning

Djuptoleransen vid ramning grundar sig på ramstockens konstruktion och egenskaper och hur de påverkar bottenbalkens djup, mätomständigheternas effekt på bottenbalkens djup samt mätosäkerheten i vattenståndsuppgifterna. Djuptoleransen för ramning fastställs vid mättidpunkten och dess riktighet ska granskas innan man använder ramning för att fastställa det verifierade vattendjupet.

10.2.2 Positioneringstolerans för ramning

Positioneringstoleransen vid ramning ska åtminstone överensstämma med felbudgeten som fastställer ramstockens positioneringsosäkerhet. Om ingen ändamålsenlig positioneringsosäkerhet har fastställts för ramstocken är positioneringstoleransen minst densamma som för mätklassen Special Order i FIS44/2021.

När man fastställer positioneringstoleransen beaktas farledsområdet enligt följande principer:

- säkerheten är minst mindre än positioneringstoleransen för täckningsområdet.
- ett håll i säkerheten på grund av en stöt beaktas kring ramstocken på så sätt att avgränsningen är minst det avstånd från ramstocken som motsvarar positioneringsosäkerheten.
 - Avgränsningen kan minskas om ramning har utförts på ett enskilt grund från flera håll.
 - Avgränsningen kan minskas om man från "kanten" av en enskild stöt har utfört en ren ramningslinje.
- verifieringen ska inte grunda sig på en enskild ramningslinje.

10.3 Hur mätningarnas aktualitet påverkar verifieringen av vattendjupet

Mätningar som görs för att verifiera vattendjupet ska vara aktuella.

Man ska inte använda mätmaterial för att verifiera vattendjupet om

- Det utförts muddrings-, tippnings- eller byggarbete inom det område som mätaterialet täcker efter tidpunkten för mätningen.
- Man efter tidpunkten för mätningen observerat objekt som ligger grundare än ramningsnivån.
- Mätresultatens aktualitet bedöms ha försämrats på grund av omständigheterna. Faktorer som försämrar aktualiteten är bl.a. propellerström, strömmar eller landhöjning.

Mätningar som inte är aktuella ska förkastas och ersättas med nya mätningar. I området där botten är nära ramningsnivån ska man regelbundet genomföra om-mätningar.

11 BILAGOR

1. IHO S-44 ed 6
2. FIS44/2021
3. Rapport och testpunkter för koordinattransformationen mellan ITRF – EUREF-FIN.
4. Exempel på rapporter