

Voorschriften voor MARS

Versie 1.7

(Monitoring And Registration System)

30 juni 2009

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Voorschriften voor MARS Versie 1.7

(Monitoring And Registration System)

Rijkswaterstaat Noordzee
Afdeling Baggerwerken MDB

Colofon

Uitgegeven door: Rijkswaterstaat Noordzee

Informatie: *Postadres*
Postbus 5807
2280 HV Rijswijk (ZH)
Bezoekadres
Lange Kleiweg 34
2288 GK Rijswijk (ZH)
Telefoon: 070-3366600
Fax: 070-3900691
E-mail: mars@rws.nl

Uitgevoerd door: J.W. Kik, H. Keyser

Opmaak: J.P.L. Groels

Datum: 30 juni 2009

Status: definitief

Versienummer: 1.7

Inhoudsopgave

MARS op sleepopperzuigers	6	
Historie MARS.....	6	
MARS op sleepopperzuigers	7	
1	Algemeen	8
1.1	Inleiding.....	8
1.2	Te leveren signalen	8
1.3	Hardware/Software	10
1.4	Aannames en toleranties	11
1.5	Berekeningen	16
1.6	Scheepsgegevens.....	24
1.7	Peilkokers.....	24
2	Diepgangsbepaling	25
2.1	Inleiding.....	25
2.2	Technische specificaties drukopnemers.....	26
2.3	Richtlijnen voor aantal en positionering drukopnemers	28
3	Ladingniveaubepaling	33
3.1	Inleiding.....	33
3.2	Technische specificaties ladingniveau-opnemers.....	33
3.3	Richtlijnen voor aantal en positionering niveau-opnemers..	36
4	Ballastwaterbepaling.....	41
4.1	Inleiding.....	41
4.2	Technische specificaties voor ballasttankniveau- of drukopnemers	41
4.3	Richtlijnen voor positionering ballasttankniveau- of drukopnemers	44
5	Baggerstatusbepaling.....	45
5.1	Baggercyclus en bepalingsmomenten	45
5.2	Specificaties statusindicatoren.....	46
5.3	Voorschriften voor het opstellen van een statusindicatorenmatrix	47
6	Dataoverdracht	48
6.1	Inleiding.....	48
6.2	Specificaties systemen voor signaaltransport.....	48
7	Scheepsgegevens	56
7.1	Inleiding.....	56
7.2	Voorschriften m.b.t. waterverplaatsingsgegevens.....	57
7.3	Voorschriften m.b.t. beuninhoudgegevens	60
7.4	Voorschriften m.b.t. ballasttankgegevens	62

8	Invulformulieren voor het MARS	64
8.1	Algemene scheepsgegevens	64
8.2	Opgave specificaties MARS-drukopnemers	66
8.3	Opgave ontwerp-posities MARS drukopnemers	67
8.4	Opgave specificaties MARS-niveau-opnemers	69
8.5	Opgave ontwerp posities MARS-niveau-opnemers.....	71
8.6	Opgave specificaties ballastmeting dmv drukopnemers	72
8.7	Opgave specificaties ballastmeting dmv niveau-opnemers .	72
8.8	Opgave ontwerp-posities MARS-ballasttank-opnemers.....	74
8.9	Opgave specificaties signaalomzetting	75
8.10	Opgave specificaties overige signalen.....	76
8.11	Status Indicatoren Matrix	77
8.12	Checklijst Hoofdstuk 7	78
9	Begripsbepaling	80
9.1	Begrippen	80
9.2	Symbolenlijst.....	83

Leeswijzer:

In dit document wordt aangegeven hoe het MARS systeem werkt (hoofdstuk 1), wat er benodigd is voor een goed werkend systeem (hoofdstuk 2 t/m 7), welke signalen door de aannemer geleverd moeten worden en welke eisen aan deze signalen gesteld worden. Er wordt ook aangegeven welke overige gegevens door de aannemer aan de opdrachtgever geleverd dienen te worden. Daarnaast wordt aangegeven hoe op hoofdlijnen de hoeveelheid TDS of M³ zand wordt berekend.

Voor het schrijven van dit document is gebruik gemaakt van de "technische Documentatie voor het Tonnen Droge Stof Systeem TD-TDS2000, versie 1.1 d.d. februari 2000" en de "Technische Documentatie voor het M3 zand systeem TD-M3Z, versie 1.2 d.d. november 2002". Dit document is opgesteld in samenwerking met WL/Delft Hydraulics

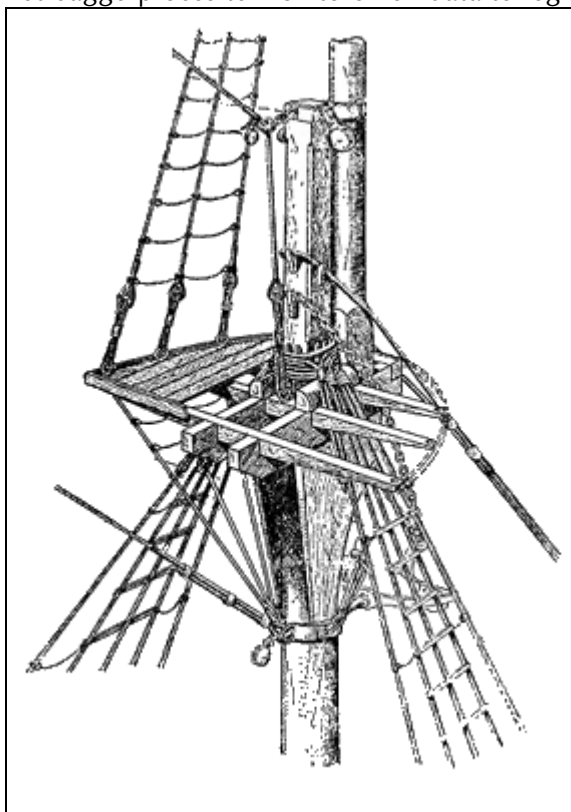
In dit document wordt niet aangegeven hoe het systeem op een project gebruikt gaat worden. Deze afspraken dienen door de contractpartijen gemaakt en vastgelegd te worden en zijn onderdeel van het contract van het betreffende project.

MARS op sleeplopperzuigers

Historie MARS

Op oude zeilschepen was de mars een halfmond verbindingsplatform rond de top van de ondermast. Het dient om aan het stengewant (het verlengstuk van een mast) de nodige spreiding of spatting en steun te geven (figuur 0.1). De mars werd ook gebruikt als uitkijk en als werkplatform voor de marsgasten die in de tuigage werkten. Een deel van het lopend want werd vanaf de mars bediend. Oude marsen waren niets anders dan een korf (mars, marskramer) of ton (kraaiennest) die op de top van de mast werd geplaatst als observatie- en gevechtspost. In de 16e eeuw was de benaming voor een schip met meerdere marsen *meersschip* (meers = mars).

Rijkswaterstaat heeft ervoor gekozen om het monitoring en registratie systeem dat aan boord van sleeplopperzuigers wordt gebruikt te vernoemen naar de mars op oude zeilschepen omdat Rijkswaterstaat het systeem ook als een soort 'mars' (lees:observatiepost) gebruikt om het baggerproces te monitoren en data te registreren.



Figuur 0.1 Afbeelding van de 'mars' [H.A. Underhill, Martieme Encyclopedie, <http://vaartips.nl>]

MARS op sleephopperzuigers

Het MARS (Monitoring and Registration System) is een meet en registratiesysteem waarmee het baggerproces van een sleephopperzuiger opgevolgd kan worden. Verschillende aspecten van het baggerproces worden gemonitord zoals cyclustijden, de hoeveelheid lading, de geografische positie van de hopper etc. De bepaling van de hoeveelheid lading vindt plaats op basis van massa en volume van de gebaggerde lading. Hierbij wordt de massa van de lading bepaald met behulp van diepgangssensoren en het volume van de lading met behulp van ladingniveausensoren. Het systeem kan de berekende hoeveelheid lading weergeven in tonnen droge stof (TDS, 1 ton = 1000 kg) bij bijvoorbeeld vaargeulonderhoud of in kubieke meters zand (M3Z) bij bijvoorbeeld vooroever- en strandsuppleties. De eenheid waarmee gerekend wordt is afhankelijk van het project en zal door de directie worden bepaald.

Een paragraaf over de peilkokers en de nauwkeurigheden van sleepkopdiepte en plaatsbepaling zijn toegevoegd aan de voorschriften opdat deze niet meer in het bestek opgevoerd hoeven worden.

1 Algemeen

1.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt globaal aangegeven welke signalen en scheepsgegevens door de aannemer geleverd moeten worden, welke eisen aan hardware en software gesteld worden en met welke aannames en toleranties er binnen het systeem gewerkt wordt. In paragraaf 1.5 wordt uitgelegd hoe de verschillende gemeten waarden in een berekening gebruikt worden om tot een verrekenbare hoeveelheid lading te komen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen verrekenbare hoeveelheden in kubieke meter (m³) bij een lading zand en hoeveelheden in tonnen droge stof (TDS) bij een lading slib.

1.2 Te leveren signalen

1.2.1 Baggerstatus

Voor de bepaling van de baggerstatus waarin de sleepopperzuiger zich bevindt: leegvaren, zuigen, volvaren, storten of walpersen dient aan het MARS een statussignaal worden aangeboden. In hoofdstuk 5: 'Baggerstatusbepaling' en hoofdstuk 6: 'Dataoverdracht' vindt u hiervan de details.

1.2.2 Diepgang

Voor de bepaling van de massa van de lading dient aan het MARS een aantal signalen te worden aangeleverd. Deze signalen geven de hydrostatische druk weer, gemeten door (enkele of gecombineerde) drukopnemers in voor- en achterschip. In hoofdstuk 2: 'Diepgangsbepaling' en hoofdstuk 6: 'Dataoverdracht' vindt u hiervan de details.

1.2.3 Beunniveau

Voor de bepaling van het volume van de lading in het beun van de sleepopperzuiger dient aan het MARS een aantal signalen te worden aangeleverd. Deze signalen geven de door de niveau-opnemers gemeten afstand weer van de lading in het beun ten opzichte van het referentievlak. In hoofdstuk 3: 'Ladingniveaubepaling' en hoofdstuk 6: 'Dataoverdracht' vindt u hiervan de details.

1.2.4 Slibbeunniveau

Voor de bepaling van het volume van de eventueel aanwezige slibbeunen dient aan het MARS één signaal worden aangeleverd. Dit signaal geeft het door meting vastgestelde volume weer van de operationele slibtanks. Bij meerdere operationele slibtanks dient de aannemer met gebruikmaking van de tanktabellen en meerdere opnemers in een systeem voor signaalvoorbewerking een samengesteld signaal aan te leveren voor het totale volume in de slibtanks. In hoofdstuk 3: 'Ladingniveaubepaling' en hoofdstuk 6: 'Dataoverdracht' vindt u hiervan de details.

1.2.5 Ballast

Voor de bepaling van de correctie op de massa van de sleepopperzuiger ten gevolge van het ballasten dient aan het MARS één signaal worden aangeleverd. Dit signaal geeft het door meting vastgestelde volume ballast weer van de operationele ballasttanks. Bij meerdere operationele ballasttanks dient de aannemer met gebruikmaking van de tanktabellen en meerdere opnemers in een systeem voor signaalvoorbewerking een samengesteld signaal aan te leveren voor de totale ballast. In hoofdstuk 4: 'Ballastwaterbepaling' en hoofdstuk 6: 'Dataoverdracht' vindt u hiervan de details.

1.2.6 Positie van de hopper

De positie van de hopper dient aan het MARS aangeleverd te worden middels twee signalen. Eén signaal voor de easting en één signaal voor de northing. Coördinatenstelsel waarin de coördinaten dienen te staan is UTM met als projectie ED50. De nauwkeurigheid van het systeem, gebaseerd op de absolute meting van de posities, moet kleiner zijn dan vijf meter. De update snelheid van het systeem moet kleiner of gelijk zijn aan 1 seconde. Dit moet blijken uit de specificaties van het toe te passen systeem. In hoofdstuk 6: 'Dataoverdracht' vindt u hiervan de details.

1.2.7 Diepte sleepkoppen

De diepte van de sleepkop(pen) dient aan het MARS aangeleverd te worden als één signaal per aanwezige sleepkop. Deze signalen geven de diepte van de hiel van de sleepkop ten opzichte van de waterlijn weer. De meting van de sleepkopdiepte moet gemiddeld nauwkeuriger zijn dan 0,25 meter. Dit moet blijken uit de specificaties van het toe te passen systeem en de controle van de zuigkopdiepte. In hoofdstuk 6: 'Dataoverdracht' vindt u hiervan de details.

1.2.8 Mengselsnelheid

De snelheid van het opgezogen mengsel in elke zuigbuis dient aan het MARS aangeleverd te worden als één signaal per aanwezige zuigbuis. In hoofdstuk 6: 'Dataoverdracht' vindt u hiervan de details.

1.2.9 Mengselconcentratie

De concentratie van het opgezogen mengsel in elke zuigbuis dient aan het MARS aangeleverd te worden als één signaal per aanwezige zuigbuis. In hoofdstuk 6: 'Dataoverdracht' vindt u hiervan de details.

1.2.10 Getijwaarde

De getijwaarde dient aan het MARS aangeleverd te worden als één signaal. Dit signaal geeft de getijwaarde (werkelijke waterhoogte) ten

opzichte van het referentievlak (NAP of MV) weer Elke minuut wordt een update gevraagd. In hoofdstuk 6: 'Dataoverdracht' vindt u hiervan de details.

1.2.11 Heading

De heading (kompaskoers) van de hopper dient aan het MARS aangeleverd te worden als één signaal. In hoofdstuk 6: 'Dataoverdracht' vindt u hiervan de details.

1.2.12 Serieel bericht

De signalen worden gecombineerd tot één serieel bericht. Een dergelijk serieel bericht dient gegenereerd te worden door een systeem voor signaalvoorbewerking. In hoofdstuk 6: 'Dataoverdracht' vindt u hiervan de details.

1.3 Hardware/Software

Voor de data-inwinning aan boord en de berekening van de hoeveelheid m³ zand of TDS, de presentatie ervan op een beeldscherm, het printen van de resultaten en het versturen van data is een PC noodzakelijk met een minimale configuratie van:

1.3.1 Hardware

- Moederbord met minimaal 133 MHz bus;
- Intel pentium 4, minimaal 2 GHz processor (of vergelijkbaar);
- Werkgeheugen 1 Gb;
- Harde schijf met minimaal 80 Gb als volgt gepartitioneerd: C-schijf 20Gb, D-schijf 30Gb, E-schijf overige ruimte (allen NTFS geformatteerd);
- Video kaart resolutie 1024 x 768, ware kleuren;
- DVD Rewriter (F-schijf);
- 1 parallele poort;
- 2 seriële poorten;
- 2 vrije en voor de gebruiker normaal bereikbare USB 2.0 poorten;
- 1 stuks 100Mbit ethernet poort;
- Toetsenbord en optische muis USB;
- Kleurenscherm minimaal 17", TFT (Het scherm moet geschikt zijn voor de resolutie 1024 x 768. Let op! Schermen met hogere resoluties geven (meestal) problemen met de scherpte);
- Grafische printer (parallel of USB);
- Technische levensduur hardware PC maximaal 3 jaar (aantoonbaar). Ter beoordeling aan directie UAV;
- De PC moet geschikt zijn voor het besturingsprogramma Windows XP zoals omschreven in paragraaf 1.3.3.
- De PC moet geschikt zijn voor het gebruik aan boord van schepen.

1.3.2 Randapparatuur

De opdrachtnemer verzorgt een dataverbinding met een technologie die een transmissiesnelheid van minimaal 1,5 Megabit/s kan realiseren waarmee naar en vanuit de Mars-PC (Mars-) data kan worden verstuurd. Zulks ter beoordeling aan directie UAV.

1.3.3 Software

De aannemer dient zorg te dragen voor een geldige licentie van de volgende software

- Windows XP Professional SP2 UK (engelse versie met servicepack 2);
- software om data te kunnen exporteren op transporteerbare data dragers. Bijvoorbeeld CD-rom of DVD-rom; USB-stick of nieuwere ontwikkelingen.

Tevens dient de aannemer de voor het systeem benodigde drivers ter beschikking te stellen aan de opdrachtgever.

De software voor het besturingssysteem en het MARS zal door of namens de opdrachtgever worden geïnstalleerd.

Het is niet toegestaan om andere software op de MARS computer draaiend te hebben dan door de directie goedgekeurde programma's (o.a. MARS + MARS-Mailer).

De PC dient voorzien te zijn van een duidelijk zichtbaar uniek serienummer.

1.4 Aannames en toleranties

1.4.1 Toleranties voor het MARS

Storten

De bepaling van de massa van het lege schip vindt plaats tijdens de baggerstatus storten. Na het storten dient het verschil tussen het niveau van het water in het beun en het water aan de buitenkant van het schip gedurende **30 seconden** kleiner te zijn dan **0,20 meter**. De maximale spreiding van het verschil tussen het binnenniveau en het buitenniveau tijdens het storten dient kleiner te zijn dan **0,05 meter** ten opzichte van het gemiddelde niveauverschil gedurende de laatste **50 seconden**. Mocht hieraan niet worden voldaan dan kan de massa van het lege schip alsnog bepaald worden voor aanvang zuigen.

Ijken

Voor de bepaling van de massa van het lege schip gedurende de ijking wordt een tolerantie gehanteerd van **0,10 meter**. Met andere woorden: het gemiddelde niveauverschil tussen het water in het beun en het omgevingswater moet tijdens het ijken **60 seconden** lang onafgebroken kleiner of gelijk zijn aan 0,10 meter. Daarnaast moet gedurende 60 seconden aan de trim/trim norm worden voldaan.

Trim/trim controle

Gedurende een aantal momenten tijdens de baggercyclus, namelijk tijdens de ijking en de waterreis, vindt een controle plaats van de gemeten trim in het beun en de gemeten trim van het buitenwater. De eerste door middel van de niveau-opnemers in het beun en de tweede door middel van de drukopnemers. Als tolerantie van het trim/trim verschil wordt per schip een scheepsafhankelijke norm gehanteerd. Deze norm wordt vastgesteld door de opdrachtgever.

Om de trim/trim-norm voor een schip te bepalen dient formule 1.1 ingevuld te worden:

$$\text{Trimnorm} = \left(\arcsin \frac{2 * R_{pin}}{L_{pin}} + \arcsin \frac{2 * R_{dpg}}{L_{dpg}} \right) * 1.4$$

Formule 1.1 Berekening van trim/trim norm

Waarin:

Trimnorm	= maximaal toegestane trim/trim hoek (°)
R _{pin}	= 0,5% van de range van de beunniveau opnemers met een maximum van 0,05 m (m)
L _{pin}	= maximale afstand tussen beunniveau opnemers (m)
R _{dpg}	= 0,5% van de range van de diepgangssensoren met een maximum van 0,05 m (m)
L _{dpg}	= maximale afstand tussen diepgangssensoren (m)

De factor 1.4 in formule 1.1 wordt gebruikt om eventuele dynamische invloeden te compenseren. De uitkomst is de scheepsafhankelijke trim/trim norm.

Maandag-/vrijdag lijn

Om een systematische controle mogelijk te maken van de bepaling van de massa van de sleehopperzuiger is een theoretische benadering van de massa van het lege schip geïntroduceerd, genoemd de maandag-/vrijdaglijn. Deze theoretisch massa van het lege schip wordt vastgesteld met behulp van het resultaat van de ijking als startpunt van de maandag-/vrijdaglijn en de geschatte massavermindering in ton per uur. Met behulp hiervan kan op ieder moment na de ijking een theoretische massa van het lege schip worden bepaald.

Na de bepaling van de actuele massa van het lege schip, na het storten of lossen van de lading, wordt deze massa getoetst met de theoretische massa van het lege schip (maandag-/vrijdaglijn). Indien het resultaat van de metingen een massa oplevert die meer dan de tolerantie (**1% van de massa** die volgt op basis van de maandag-/vrijdaglijn) lager is dan de theoretische massa op basis van de maandag-/vrijdaglijn, wordt de theoretische massa -1% van het lege schip gehanteerd.

De te volgen procedure voor het uitvoeren van een ijking wordt beschreven in hoofdstuk 4 van het document 'Operationele Controles voor MARS'.

Waterreis

Het doel van de waterreis is de juiste werking van het MARS te controleren.

Tijdens de waterreis wordt het laadruim van de sleephopperzuiger geladen met omgevingswater. Theoretisch dient het MARS 0 m³ zand of 0 Ton Droge Stof aan te geven. Het systeem heeft echter geen 100% nauwkeurigheid (nauwkeurigheid sensoren, afwijking soortelijke massa van het water, etc.). Daarom is een bepaalde afwijking toegestaan. Deze toegestane afwijking wordt de *waterreis norm* genoemd. Deze norm is scheepsafhankelijk en zal voor elk schip afzonderlijk door de opdrachtgever bepaald worden.

De norm wordt bepaald met behulp van een zogenaamde 'Monte Carlo' simulatie. In zo'n simulatie wordt allereerst de massa leegschip afwijking bij een ijk gesimuleerd met willekeurig getrokken sensor afwijkingen en soortelijke massa van het water. Vervolgens wordt het beun in 360 stappen gevuld, waarbij bij elke stap de TDS afwijking wordt berekend gebaseerd op willekeurig getrokken sensorafwijkingen en soortelijke massa van het water.

Deze simulatie wordt 1000 keer herhaald, oftewel er worden 1000 waterreizen gesimuleerd. Met een aanname van een 'normale' verdeling wordt de grens aangegeven waarbinnen 95% van de uitkomsten vallen. Deze grens is de waterreis norm.

Bij berekening van de waterreis norm worden een aantal statistische parameters ingevoerd. Deze parameters worden gebruikt om verstoringen op de ingangssignalen te genereren om uiteindelijk een afwijking van de theoretische '0' TDS te krijgen.

Tabel 1.1 Statistische parameters bij berekening van de waterreis norm

Parameter	Mu	Sigma	Range 95% betrouwbaarheid
Soortelijke massa water	1015 kg/m ³	5 kg/m ³	1005 – 1025 kg/m ³
Volume ballastwater	Volume ballastwater op tijdstip t (m ³)	0,5 % van max. (m ³)	-1% - +1%
Druksensoren	Druk diepgangssensoren op tijdstip t (Pa)	250 Pa	-500 Pa - +500 Pa
Beunsensoren	Beunniveau op tijdstip t (cm)	2,5 cm	-5 cm- +5 cm
Leegschip	1 * massa leegschip	0,01* massa leegschip	-0,02*massa leegschip - +0,02*massa leegschip

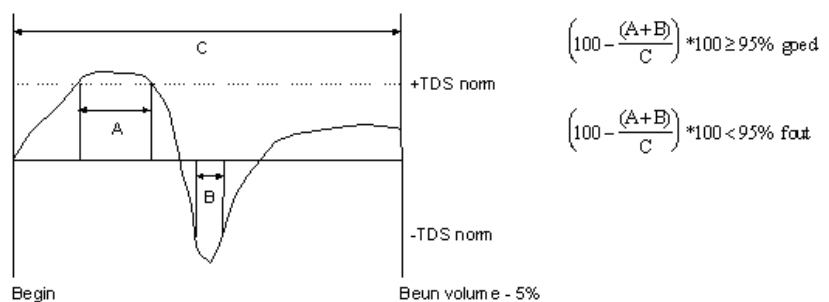
Verder wordt er bij de berekening van de waterreis norm uitgegaan van de volgende omgevingscondities:

Massa leegschip: opgegeven massa leegschip door aannemer
 Soortelijke massa water: 1,015 ton/m³
 Soortelijke massa sediment: 2,600 ton/m³
 Vulling ballastwater: 50% van max.

Voor de TDS berekening tijdens de waterreis wordt verwezen naar paragraaf 1.5.5.

De te volgen procedure voor het uitvoeren van een waterreis wordt beschreven in hoofdstuk 5 van het document 'Operationele Controles voor MARS'.

Gedurende de uitvoering van de waterreis tot aan het eind (beun voor 95 % gevuld met water) moet de TDS waarde binnen de norm liggen. (voor minstens 95 % van de tijd. Zie onderstaande figuur)



Figuur Toetsing waterreisnorm

1.4.2 Systeemparameters baggersubstantie slib

Vaste systeemparameters in het systeem zijn de soortelijke massa's van de verschillende media waarmee gerekend wordt. Onderstaande parameters worden gebruikt om de hoeveelheid slib uitgedrukt in TDS te kunnen berekenen:

-
- $\rho_{\text{omgevingswater}}$ soortelijke massa van het omgevingswater (ton/m³)
 - $\rho_{\text{proceswater}}$ soortelijke massa van het proceswater (ton/m³)
 - $\rho_{\text{vaste stof}}$ soortelijke massa van het korrelmateriaal, de droge stof (ton/m³)

Voor de soortelijke massa van het omgevingswater wordt onderscheid gemaakt tussen het zuigvak en de stortlocatie.

De soortelijke massa van het proceswater wordt afhankelijk van de locatie van het zuigvak bepaald.

De soortelijke massa van de vaste stof wordt afhankelijk van de locatie van het zuigvak bepaald.

De soortelijke massa van het omgevingswater, het proceswater en het korrelmateriaal wordt van te voren vastgesteld door de directie van het uit te voeren project en is afhankelijk van de projectlocatie.

1.4.3 Systeemparemeters baggersubstantie zand

Vaste systeemparemeters in het systeem zijn de soortelijke massa's van de verschillende media waarmee gerekend wordt. Onderstaande paremeters worden gebruikt om de hoeveelheid zand uitgedrukt in m³ te kunnen berekenen:

- $\rho_{\text{omgevingswater}}$ soortelijke massa van het omgevingswater (ton/m³)
- $\rho_{\text{proceswater}}$ soortelijke massa van het proceswater (ton/m³)
- ρ_{zand} soortelijke massa van het zandpakket in het beun inclusief poriënwater (ton/m³)

Voor de soortelijke massa van het omgevingswater wordt onderscheid gemaakt tussen het zuigvak en de stortlocatie.

De soortelijke massa van het proceswater wordt afhankelijk van de locatie van het zuigvak bepaald. Deze soortelijke massa wordt van te voren door de directie vastgesteld.

De soortelijke massa van het omgevingswater en het proceswater wordt van tevoren vastgesteld door de directie van het uit te voeren project en is afhankelijk van de projectlocatie.

De soortelijke massa van het zandpakket in het beun wordt vastgesteld door de directie aan de hand van handmatige beunpeilingen, steekproefsgewijs uitgevoerd door de toezichthouder en de gemeten waarden door het MARS. Deze waarde is de 'tune-factor' van het systeem. Voor aanvang van het werk zal een door de dir. UAV bepaalde waarde van b.v. 1,950 ton/m³ voor de soortelijke massa van het zandpakket aangenomen worden. Aan het einde van het werk, of op een ander door de directie te bepalen tijdstip, zal de werkelijke gemiddelde waarde van de soortelijke massa bepaald worden met behulp van de handmatige beunpeilingen en de gemeten waarden door het MARS.

De waarde zal vervolgens gebruikt worden voor de bepaling van de hoeveelheid zand voor alle reizen in de periode waarop dit gemiddelde betrekking heeft.

1.5 Berekeningen

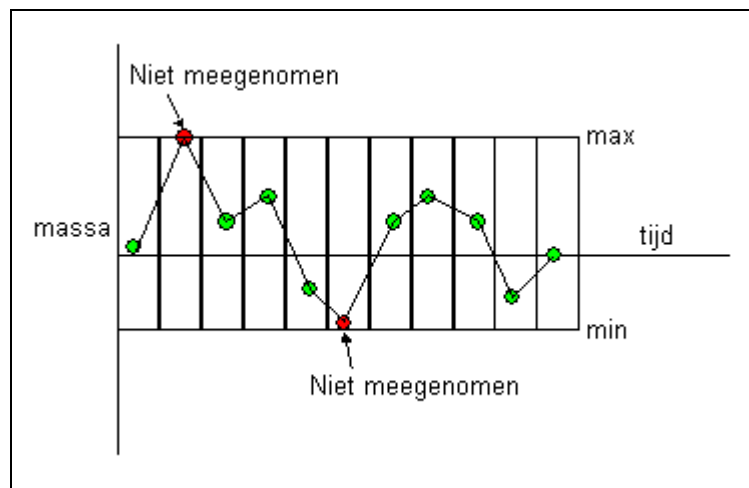
1.5.1 Massa van de sleephopperzuiger

Met behulp van de drukopnemers in het vlak wordt ter plaatse van het voor- en achterschip de hydrostatische druk gemeten. Deze drukken worden met gebruikmaking van de soortelijke massa van het omgevingswater omgerekend naar diepgangen.

Afhankelijk van de exacte positionering van de drukopnemers wordt een gemiddelde diepgang en trimligging bepaald. Met de diepgang, trim en de bij de sleephopperzuiger behorende Carène-matrix (evt. gecorrigeerd voor doorbuiging) wordt door middel van lineaire interpolatie, de hoeveelheid waterverplaatsing bepaald. Deze hoeveelheid waterverplaatsing wordt vervolgens vermenigvuldigd met de soortelijke massa van het omgevingswater. De hieruit volgende massa wordt nog verminderd met de massa van het eventueel aanwezige ballastwater, berekend uit het volume van ballastwater vermenigvuldigd met de soortelijke massa van het ballastwater. Tijdens de bepalingmomenten mogen geen handelingen plaatsvinden die een juiste hoeveelheidsbepaling kunnen beïnvloeden.

a) Massa sleephopperzuiger na zuigen

De massa van de geladen sleephopperzuiger wordt gedurende een periode van 25 seconden voor en 25 seconden na de statusovergang van zuigen naar volvaren bepaald. Als verrekenbare grootte wordt het 'afgetopt' gemiddelde genomen van de berekende massa over deze periode. Dit houdt in dat de grootste waarde en de laagste waarde niet meegenomen worden in de bepaling van het gemiddelde.



Figuur 1.1 'Afgetopt' gemiddelde bij bepaling van massa na zuigen

b) Massa sleephopperzuiger na storten

De massa van de geloste sleephopperzuiger wordt bepaald, als er (nog) een open verbinding bestaat tussen het water in het laadruim en het omgevingswater (dus als de losopeningen geopend zijn) en het gemiddelde niveauverschil tussen het water in het beun en het omgevingswater 30 seconden lang onafgebroken kleiner is of gelijk aan 0,20 [m]. De massa van de 'lege' sleephopperzuiger wordt bepaald door de massa te verminderen met de massa van het op dat moment in

het beun aanwezige water. De massa van deze hoeveelheid water wordt bepaald uit het volume in het beun, vermenigvuldigd met de soortelijke massa van het omgevingswater. Het volume in het beun wordt bepaald uit de gemiddelde diepgang, de geometrie van het schip en de beuninhoudstaat.

Bij storten wordt het beunvolume dus niet bepaald met de beunsensoren, maar met de diepgangssensoren.

Als verrekenbare grootheid wordt het 'afgetopt' gemiddelde genomen van de berekende massa over een periode van 50 seconden. Gedurende de gehele fase 'storten' wordt deze waarde berekend (voortschrijdend gemiddelde over 50 seconden first in first out principe). De laagst berekende waarde waar tevens aan bovenstaande voorwaarden voldaan wordt zal gebruikt worden voor de hoeveelheidsbepaling.

c) Massa sleephopperzuiger na walpersen

Baggersubstantie slib

De massa van de 'lege' sleephopperzuiger wordt berekend met behulp van de waarde van de waterverplaatsing op het moment van de statusovergang van walpersen naar leegvaren en de soortelijke massa van het omgevingswater.

Na walpersen is het mogelijk om een stort te maken. Dit houdt in dat na het walpersen de losopeningen geopend worden zodat er een zogenaamde 'dubbelstort' wordt gemaakt. Het bepalen van de massa van de sleephopper na een dubbelstort vindt plaats conform de in 5.1.2 beschreven procedure 'Massa sleephopperzuiger na storten'. Het maken van dubbelstort na walpersen is echter afhankelijk van het project en zal door de directie worden bepaald.

Baggersubstantie zand

Bij baggersubstantie zand wordt er na walpersen geen geldig leegschip bepaald omdat er na het walpersen vaak nog water en restlading in het beun aanwezig is. Een geldig leegschip kan bepaald worden door tijdens het leegvaren van de volgende reis een dubbelstort uit te voeren waarbij het bepalen van de massa van de sleephopper plaatsvindt conform de in 5.1.2 beschreven procedure 'Massa sleephopperzuiger na storten'.

Het maken van dubbelstort na walpersen is afhankelijk van het project en zal door de directie worden bepaald. Indien de losopeningen niet geopend (mogen) worden wordt de massa van de lege sleephopperzuiger bepaald tijdens de statusovergang van leegvaren naar zuigen.

Bij baggersubstantie zand dient er in het beun een meetbare hoeveelheid water aanwezig te zijn. Voor zand wordt dan ook het gewicht van het water in het beun in mindering gebracht volgens de formule:

$$D_{leegschip} = D_{schip} - V_{lading} * \rho_{water}$$

Formule 1.2 Berekening leegschipgewicht

Waarin:

$D_{leegschip}$ = displacement van het lege schip excl. ballast (ton)

D_{schip} = displacement van het schip massa excl. ballast (ton)

V_{lading} = volume van de lading voor zuigen (m³)

ρ_{water} = soortelijke massa water in het beun (ton/m³)

1.5.2 Volume van de lading

Het volume van de lading wordt bepaald aan de hand van de gemiddelde vulling van het beun. Door plaatsing van meerdere niveau-opnemers boven het beun wordt op evenzoveel plaatsen de afstand gemeten tussen het ladingniveau en het referentievlak van de beuninhoudstaat. Met de gemiddelde afstand kan het volume van de lading uit de beuninhoudstaat worden bepaald.

Het MARS maakt gebruik van de meetresultaten van een aantal niveau-opnemers voorin en achterin het beun. Van zowel de niveau-opnemers voorin als achterin het beun wordt een gemiddelde gemeten afstand bepaald ter plaatse van hartlijn schip. Met gebruikmaking van de geometrie van het beun, de posities van de niveau-opnemers en deze gemiddelde afstanden wordt met behulp van lineaire interpolatie het gemiddelde ladingniveau bepaald. Met dit gemiddelde niveau wordt het volume van de lading uit de beuninhoudstaat bepaald.

Het volume van de geladen sleephopperzuiger wordt gedurende een periode van 25 seconden voor en 25 seconden na de statusovergang van zuigen naar volvaren bepaald. Als verrekenbare grootheid wordt het 'afgetopt' gemiddelde genomen van het berekende volume over deze periode. Dit houdt in dat de grootste waarde en de laagste waarde niet meegenomen worden in de bepaling van het gemiddelde.

Voor de hoeveelheidsbepaling in tonnen-droge-stof geldt voor de baggersubstantie slib, indien de sleephopperzuiger is voorzien van een open beun: indien de gemeten beuninhoud op het moment van bepalen groter is dan de maximale beuninhoud zoals hieronder beschreven, wordt in de formule voor de hoeveelheid tonnen-droge-stof het beunvolume op beide plaatsen, in zowel de ρ_{lading} als verderop, vervangen door de maximale beuninhoud zoals hieronder beschreven.

Voor sleephopperzuigers voorzien van één of meerdere gesloten beunen geldt bij vol-schip-bepaling dat altijd de maximale beuninhoud zoals hieronder beschreven wordt gehanteerd.

Voor de te hanteren maximale beuninhoud in m³ ten behoeve van de verrekening in tonnen droge stof (baggersubstantie slib) geldt het volgende:

- Open beun:
De beuninhoud behorende bij de maximale stand van de overloop verhoogd met 30% van het beunoppervlak ter hoogte van deze maximale stand van de overloop maal de resterende hoogte tussen de bovenste stand van de overloop en de beunrand tot een maximum van 1,00 m.
- Enkelvoudig dicht beun:
Maximale beuninhoud volgens de beuntabel.
- Meervoudige dichte beunen:
Maximale beuninhoud volgens de beuntabel gesommeerd met de inhoud zoals gemeten met de niveau-opnemers in de extra beunen.

Beuninhouden volgens de beuntabel afgegeven door een beëdigd ijkopnemer.

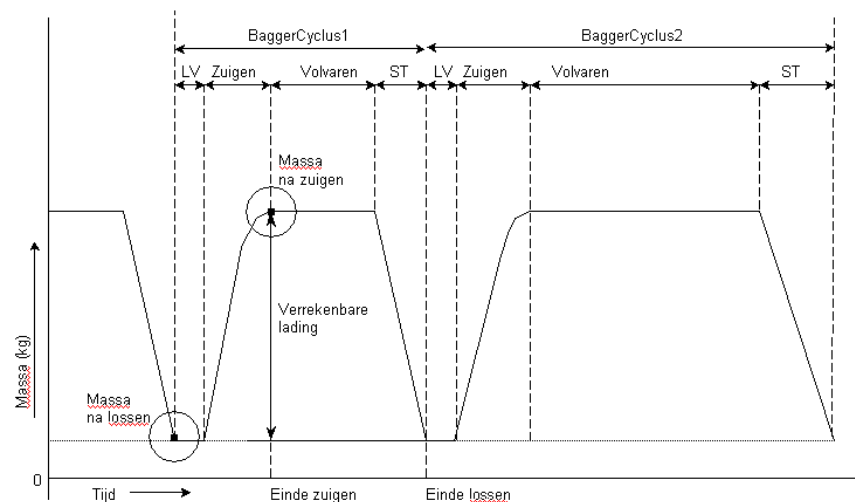
Tijdens de bepalingsmomenten mogen geen handelingen plaatsvinden die een juiste hoeveelheidsbepaling kunnen beïnvloeden.

1.5.3 Berekening van hoeveelheid slib (TDS)

a) Methode van bepaling

De netto hoeveelheid TDS (tonnen droge stof) wordt vastgesteld met behulp van de methode van 'gezogen lading' (figuur 1.2).

Bij toepassing van deze methode wordt de massa van de lading bepaald uit het verschil van de massa van de sleephopperzuiger na het zuigen in de betreffende cyclus en na het lossen van de lading in de voorgaande cyclus.



Figuur 1.2 Bepaling van massa sleephopperzuiger volgens methode van gezogen lading

b) Formules

De netto hoeveelheid slib wordt bepaald volgens formule 1.3.

$$TDS = \frac{(\rho_{lading} - \rho_{water})}{(\rho_{vaste\ stof} - \rho_{water})} * V_{lading} * \rho_{vaste\ stof}$$

Formule 1.3 Berekening van hoeveelheid droge stof

Waarin:

TDS = tonnen droge stof (ton)

ρ_{lading} = soortelijke massa van de totale lading in het beun (ton/m³)

ρ_{water} = soortelijke massa water in het beun (ton/m³)

$\rho_{vaste\ stof}$ = soortelijke massa droge stof (ton/m³)

V_{lading} = volume van de lading na zuigen (m³)

De berekening van de soortelijke massa van de lading vindt plaats aan de hand van formule 1.4.

$$\rho_{lading} = \frac{(M_1 - M_2)}{(V_{lading})}$$

Formule 1.4 Berekening van soortelijke massa van de lading

Waarin:

ρ_{lading} = soortelijke massa van de totale lading (ton/m³)

M1 = massa sleepopperzuiger na zuigen inclusief lading (ton)

M2 = massa sleepopperzuiger na storten van de vorige cyclus exclusief lading (ton)

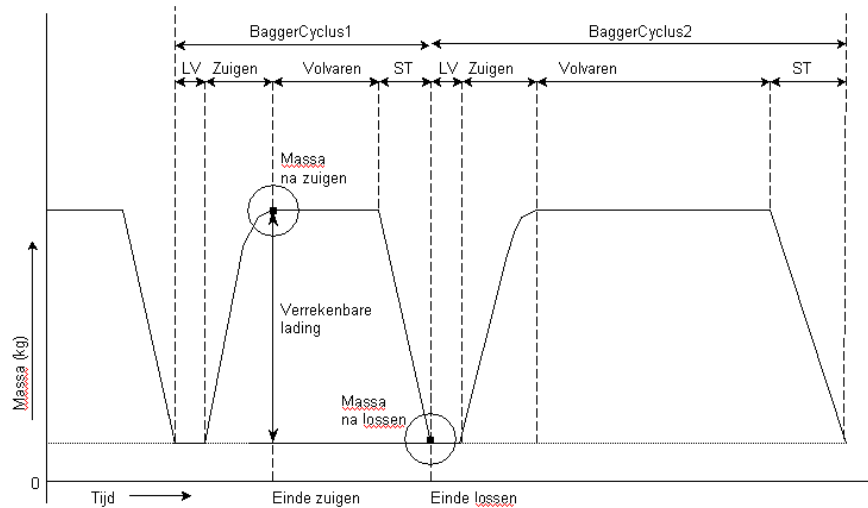
V_{lading} = volume van de lading na zuigen (m³)

1.5.4 Berekening van hoeveelheid zand (m³)

a) Methode van bepaling

De verrekenbare hoeveelheid m³ zand, van de door de sleepopperzuiger uitgevoerde werkzaamheden, wordt bepaald met behulp van de methode van 'geloste lading' (figuur 1.3). De directie kan er echter ook voor kiezen om de verrekenbare hoeveelheid zand te bepalen met behulp van de methode van 'gezogen lading' (figuur 1.2). Bij toepassing van de methode 'geloste lading' wordt de massa van de lading bepaald uit het verschil van de massa van de sleepopperzuiger na het zuigen en na het lossen van de lading.

Indien de massa van de sleepopperzuiger na walpersen bepaald dient te worden, wordt in figuur 1.2 en 1.3 de massa van de lege hopper bepaald tijdens de statusovergang van leegvaren naar zuigen in plaats van de massabepaling direct na het lossen.



Figuur 1.3 Bepaling van massa sleephopperzuiger volgens methode van geloste lading

b) Formules

De netto hoeveelheid verwerkt zand wordt bepaald volgens formule 1.5.

$$V_{zand} = \frac{(\rho_{lading} - \rho_{water})}{(\rho_{zand} - \rho_{water})} * V_{lading}$$

Formule 1.5 Berekening van hoeveelheid m^3

Waarin:

V_{zand} = hoeveelheid zand in m^3

ρ_{lading} = soortelijke massa van de totale lading in het beun (ton/m^3)

ρ_{water} = soortelijke massa water in het beun (ton/m^3)

ρ_{zand} = soortelijke massa nat zandpakket (ton/m^3)

V_{lading} = volume van de lading na zuigen (m^3)

De berekening van de gemiddelde soortelijke massa van de lading vindt plaats aan de hand van formule 1.6.

$$\rho_{lading} = \frac{(M_1 - M_2)}{(V_{lading})}$$

Formule 1.6 Berekening van soortelijke massa van de lading

Waarin:

ρ_{lading} = soortelijke massa van de totale lading (ton/m³)

M1 = massa sleepopperzuiger na zuigen inclusief lading
exclusief ballast (ton)

M2 = massa sleepopperzuiger na storten exclusief lading
en ballast (ton)

V_{lading} = volume van de lading na zuigen (m³)

Om in formule 1.5 voor elke reis een volume zand uit te rekenen, dient een soortelijke massa van het zand bekend te zijn. De soortelijke massa voor een afzonderlijke reis kan volgens formule 1.7 berekend worden.

$$\rho_{zand} = \frac{(M_1 - M_2) - (V_{lading} - V_{hand}) * \rho_{water}}{(V_{hand})}$$

Formule 1.7 Berekening van soortelijke massa zand

Waarin:

ρ_{zand} = soortelijke massa nat zandpakket (ton/m³)

M1 = massa sleepopperzuiger na zuigen inclusief lading
exclusief ballast (ton)

M2 = massa sleepopperzuiger na storten exclusief lading
en ballast (ton) (inclusief eventuele restlading.)

V_{lading} = beunvolume volschip (m³)

V_{hand} = netto volume handpeiling opzichter

ρ_{water} = soortelijke massa omgevingswater (ton/m³)

Voor de bepaling van de soortelijke massa zand over een bepaalde periode dient het gewogen gemiddelde van de berekende soortelijke massa's berekend te worden. Dat wil zeggen dat het totaal van de handgepeilde netto volumes vermenigvuldigd met het berekende volume zand gedeeld wordt door het totaal van de handgepeilde volumes. Dit wordt voortschrijdend gedaan. Dat wil zeggen dat zodra er een reis toegevoegd wordt deze meegenomen wordt in de nieuwe som van de verschillende kolommen. Zie in tabel 1.2:

Totaal handgepeilde netto volumes* Per reis berekende soortelijke massa zand = totaal kolom 7

Totaal handgepeilde netto volumes = totaal kolom 2

Gewogen gemiddelde (kolom 8) = totaal kolom 7 / totaal kolom 2

Tabel 1.2 Berekening van voortschrijdend gemiddelde en m³-zand per reis

1) Reis- nummer	2) Nettovolume opzichter- peiling (m ³)	3) Beuninhoud volschip (m ³)	4) Displacement leeg (ton)	5) Displacement vol (ton)	6) Soortelijke massa zand (formule 1.7) (t/m ³)	7) Volume opzichter * Berekende SMZ	8) Gewogen gemiddelde (totaal 7/totaal 2)	9) M ³ zand (formule 1.5)
1	3324	4130	6194	13519	1,956	6502.88	1,956	3209
2	3291	4212	6092	13527	1,973	6495.58	1,965	3237
3	3445	3984	5822	13406	2,041	7034.22	1,991	3630
4	3690	4339	6123	13928	1,936	7146.02	1,977	3485
5	3707	4121	5866	13848	2,039	7559.72	1,990	3896
Totaal	17457					34738.42	1,9899	17457

Om de hoeveelheden zand per reis te berekenen wordt de soortelijke massa zand die in tabel 1.2 bij 8) wordt uitgerekend, ingevuld in formule 1.5.

In de tabel is ook te zien dat het volume zand per reis varieert, maar dat het totale volume zand dat met de hand gemeten is en het volume dat door het systeem wordt berekend gelijk is, namelijk 17.457 m³. Bij deze berekening is uitgegaan van een soortelijke massa van het water van 1,02 ton/m³.

1.5.5 Berekening van hoeveelheid TDS bij waterreis

Voor de waterreis wordt gebruik gemaakt van de TDS (Tonnen Droge Stof) norm.

De hoeveelheid TDS bij de waterreis simulatie wordt op elk moment berekend met formule 1.8.

$$TDS (t) = \frac{(\rho_{lading} (t) - \rho_{water})}{(\rho_{vaste\ stof} - \rho_{water})} * V_{lading} (t) * \rho_{vaste\ stof}$$

Formule 1.8 Berekening van hoeveelheid TDS bij waterreis

Waarin:

TDS (t) = hoeveelheid droge stof in beun op tijdstip t (ton)

$\rho_{lading} (t)$ = soortelijke massa van de totale lading in het beun op tijdstip t (ton/m³)

ρ_{water} = soortelijke massa water in het beun (ton/m³)

$\rho_{vaste\ stof}$ = soortelijke massa droge stof (ton/m³)

$V_{lading} (t)$ = volume van de lading in het beun op tijdstip t (m³)

De berekening van de gemiddelde soortelijke massa van de lading vindt plaats aan de hand van formule 1.9.

$$\rho_{\text{lading}}(t) = \frac{(M(t) - M_1)}{(V_{\text{lading}}(t))}$$

Formule 1.9 Berekening van soortelijke massa van de lading

Waarin:

$\rho_{\text{lading}}(t)$ = soortelijke massa van de totale lading in het beun op tijdstip t (ton/m³)

M_1 = massa slephopperzuiger na storten exclusief lading exclusief ballast (ton)

$M(t)$ = massa slephopperzuiger inclusief lading exclusief ballast op tijdstip t (ton)

$V_{\text{lading}}(t)$ = volume van de lading in het beun op tijdstip t (m³)

1.6 Scheepsgegevens

In de diverse hoofdstukken van de technische documentatie wordt gevraagd gegevens die benodigd zijn voor MARS op formulieren in te vullen. Deze invulformulieren zijn te vinden in hoofdstuk 8 'Invulformulieren voor het MARS

Hiernaast zijn een aantal scheepsgegevens benodigd om de berekeningen te kunnen uitvoeren zoals: de Carène-matrix, de correctie voor doorbuiging op deze matrix (indien noodzakelijk), de beuninhoudsta(a)t(en), het tankplan met inhoudsta(a)t(en). Hoofdstuk 7: 'Scheepsgegevens' handelt over deze laatst genoemde scheepsgegevens.

Ter bepaling van de theoretische massa leegschip is het noodzakelijk om de massa vermindering in de tijd [ton/uur] door onder andere brandstof- en waterverbruik te weten. In de tijd zal dit gegeven met behulp van de MARS gegevens nauwkeuriger kunnen worden vastgesteld. Voor aanvang van de werkzaamheden wordt een schatting gevraagd van de massa vermindering in de tijd voor de in te zetten slephopperzuiger.

1.7 Peilkokers

Ten behoeve van de hoeveelheidbepaling in het beun dient de slephopperzuiger uitgerust te zijn peilkokers voorzien van deugdelijke handlieren. Het minimaal vereiste aantal van de peilkokers is afhankelijk van de grootte van slephopperzuiger en van de vorm van het beun. Het aantal en de locatie van de peilkokers dient voor de aanvang van de werkzaamheden goedgekeurd te worden door de directie. Voor het aanpeilen van het ladingniveau dient elke peilkoker uitgerust te zijn met een door de directie goed te keuren peillijn van geplastificeerd staaldraad met een maatverdeling in 10 centimeter, waaraan bevestigd, voor slib de zogenaamde "halve bollen" voor zand kan worden volstaan met een plaatje. Verder dienen er voor slib monsternamen-apparatuur en voldoende monsterflessen aanwezig te zijn. Kosten hiervoor zijn voor rekening van de aannemer.

2 Diepgangsbepaling

2.1 Inleiding

De diepgang van de sleephopper dient tijdens de baggercyclus continu te worden bepaald. Maatgevend voor de berekening zijn de meetgegevens tijdens de bepalingsmomenten zoals beschreven in paragraaf 1.5.1: 'Massa van de sleephopperzuiger'. Tijdens de bepalingsmomenten wordt uit de diepgang van het schip de waterverplaatsing en vervolgens de natte ladingmassa afgeleid. De diepgang wordt gemeten met drukopnemers, onder water geplaatst in een uitsparing in de huid van het schip. De plaatsgemiddelde diepgang wordt in de MARS software bepaald door een gewogen middeling van de signalen van de opnemers. De waterverplaatsing wordt bepaald uit het Carènediagram op basis van de gemiddelde diepgang en trim. (zie paragraaf 7.2: 'Voorschriften m.b.t. waterverplaatsingsgegevens').

De diepgang wordt bepaald uit de signalen van de opnemers gebruikmakend van de geldende fysische omrekeningsconstanten. De diepgang per opnemer wordt als volgt berekend uit het gemeten druksignaal (in Pa):

$$h_{i,j} = \frac{p_{i,j}}{\rho_w g} + a_{i,j} \quad \text{in m}$$

waarin:

- $h_{i,j}$ = diepgang ter plaatse van drukopnemer i,j [m]
- $p_{i,j}$ = gemeten druk van drukopnemer i,j [Pa]
- ρ_w = soortelijke massa van het water ter plaatse [kg/m³]
- g = zwaartekrachtversnelling ter plaatse [= 9,81 m/s²]
- $a_{i,j}$ = niveau opnemer i,j t.o.v. referentievlak [m]

De aan te houden waarden voor de soortelijke massa van het water worden door de opdrachtgever per locatie opgegeven.

De gemeten diepgangswaarden dienen per opnemer naar een vast horizontaal referentievlak vertaald te worden (a), zodat eventuele verschillen in hoogteposities gecorrigeerd worden. De gemiddelde diepgang in de hartlijn wordt vervolgens berekend op basis van een gewogen middeling van de verschillende toegepaste opnemers.

Bij de bepaling van de gemiddelde diepgang en de waterverplaatsing moet rekening gehouden worden met de effecten van trim en slagzij. Doorbuiging wordt verrekend bij de omrekening van diepgang naar waterverplaatsing, zie hoofdstuk 7 'Scheepsgegevens'.

De keuze van aantal, positie en specificaties van de opnemers is vrij zolang aan de in dit hoofdstuk gestelde totale nauwkeurigheid van de gemiddelde diepgangsbepaling van tenminste **0,5%** wordt voldaan.

Dit kan bereikt worden door een maximaal toelaatbare fout in de afzonderlijke opnemers van **0,4%** (fout inclusief eventuele afwijking in positie).

2.2 Technische specificaties drukopnemers

De meetsignalen van de drukopnemers dienen in de fysische eenheden pascal ($\text{Pa} = [\text{N}/\text{m}^2]$), aan het MARS aangeleverd te worden. Het signaal van de drukopnemers wordt dus eerst met de voor het instrument geldende ijkwaarde omgerekend naar $[\text{Pa}]$.

Onnauwkeurigheid in deze vertaling (lineariteit) draagt bij aan de onnauwkeurigheid van de opnemer.

In het geval van een verschildrukopnemer (vented gauge) moet vastgesteld worden dat de aansluiting van de atmosferische druk goed functioneert.

Indien het een absolute drukmeting betreft moet de atmosferische druk apart gemeten worden. En dient de gemeten druk van de drukopnemer onder het schip gecorrigeerd te worden. De inrichting van de atmosferische drukmeting dient de ongestoorde atmosferische druk te meten vrij van wind, klimaatregeling etc.

Er dient zorg te worden gedragen voor een goede ontluchting van de behuizing van de opnemer.

2.2.1 Meetbereik

Het meetbereik moet betrokken zijn op de feitelijk grootst mogelijk bereikbare inzinking (diepgang) in zeewater ter plaatse van de drukopnemers, ongeacht de voor het schip in het betreffende vaargebied geldende beperkingen. Bij deze grootst mogelijke inzinking moet rekening worden gehouden met mogelijk optredende langs- en dwarsscheepse vertrimming (trim en slagzij). Daar bovenop is nog enige marge nodig in verband met de dynamiek van het druksignaal, als gevolg van zeegang. Op grond van dit alles wordt vervolgens het feitelijk benodigd meetbereik vastgesteld, ook wel het nominale meetbereik genoemd. Dit voor het MARS nominale bereik is scheepsafhankelijk bepaald.

Nadat vastgesteld is welk meetbereik nodig is (het nominale meetbereik) kan het eerstvolgende in de handel verkrijgbare bereik gekozen worden. Dit meetbereik dient niet meer dan circa 50 [%] groter gekozen te worden dan het nominale meetbereik. Zonodig kan het bereik van een handels-drukopnemer aan het nominale MARS-bereik worden aangepast door afregelen (down ranging) van de drukopnemer.

2.2.2 Nauwkeurigheid

De nauwkeurigheid van een drukmeting is samengesteld uit diverse onderdelen: resolutie, herhaalbaarheid, lineariteit, temperatuurdrift, hysteresis, veroudering, drift enz.

Voor toepassing in het MARS geldt als enige richtlijn een totale nauwkeurigheid die altijd voor het volle hier gespecificeerde temperatuurgebied moet gelden (0 – 25 °C). Deze totale nauwkeurigheid of maximaal toelaatbare totale afwijking tussen werkelijke waarde en uitgangssignaal van de opnemer mag niet meer bedragen dan $\pm 0,4$ [%] van het nominale meetbereik.

2.2.3 Dynamisch bereik

De drukopnemer moet in staat zijn ook snelle variaties in het druksignaal te kunnen volgen. De tijdconstante T is de waarde waarbij informatie in het signaal met perioden kleiner dan 0,4 seconde tot een factor 1000 (-3[dB]) verzwakt is (ofwel $f(-3[dB]) = 2,5$ [Hz]).

Eenzijds dient de opnemer in staat te zijn snelle variaties in het te meten fysisch verschijnsel te kunnen volgen om een nauwkeurige bemonstering mogelijk te maken. In samenhang met de aard van de processen is een bemonsteringsfrequentie van 2 Hz gespecificeerd. Ter voorkoming van bemonsteringsfouten als gevolg van het spaakwieleffect (aliasing) dienen signalen met frequenties van 2,5 Hz en hoger niet in het te bemonsteren opnemersignaal voor te komen. Signalen met die frequenties dienen voldoende onderdrukt en incoherent te zijn om geen significante invloed op het meetresultaat te hebben. De eis is dat niet meer dan 10% van de toegestane meetfout door hoge (>2,5Hz) frequenties veroorzaakt mag worden (filtering). Hoge frequenties kunnen bijvoorbeeld samenhangen met door mechanische trillingen geïnduceerde drukfluctuaties. De opnemeropstelling en configuratie dienen zodanig uitgevoerd te worden dat aan bovenstaande eis wordt voldaan. Verder dienen meetfouten als gevolg van EMC / interferentie (elektrische storing) voorkomen te worden.

2.2.4 Uitgangssignaal

Als uitgangssignaal is standaard een 4..20 [mA] stroomsignaal gespecificeerd. Dit komt overeen met 0..100 [%] van het meetgebied waarvoor de drukopnemer is afgeregeld.

Digitale opnemers zijn ook toegestaan, bijvoorbeeld RS485 / Fieldbus (Profibus DP, Modbus), dit echter ter goedkeuring van de opdrachtgever. Bij de beoordeling van opnemers met een digitaal data-overdracht systeem is de toegankelijkheid van het signaal voor inspectie en troubleshooting een belangrijke voorwaarde. Het moet eenvoudig mogelijk zijn om ter plaatse van elke opnemer de ruwe uitgangssignalen te monitoren (loggen, zichtbaar maken) op een parallelsysteem, zonder de overdracht naar de proces- en de MARS-computer te hinderen behoudens een korte onderbreking voor het aansluiten / loskoppelen van de monitoring apparatuur.

2.2.5 Overige specificaties

De drukopnemer moet geschikt zijn voor toepassing in de omgeving waar deze geplaatst wordt en voor blootstelling aan de drukzijde aan zeewater en moet voldoende overbelastbaar zijn in verband met optredende drukstoten zoals bij zeegang, zonder verloop in nulpunt of gevoeligheid, kortom met handhaving van de eis van de maximaal toelaatbare afwijking.

2.3 Richtlijnen voor aantal en positionering drukopnemers

De nauwkeurigheid van de diepgangsbepaling en de bepaling van de massa van de lading wordt sterk beïnvloed door systematische fouten die samenhangen met de positionering van de MARS-drukopnemers. Om de grootte van deze systematische fouten tot een minimum terug te brengen zijn richtlijnen voor de positionering van deze drukopnemers van toepassing.

2.3.1 Aantal drukopnemers

Om de diepgang en de ladingtrim te kunnen bepalen zijn tenminste 2 opnemers in langsrichting vereist. Toepassing van meerdere opnemers (maximaal 6) verhoogt de betrouwbaarheid en reduceert het risico op het niet accepteren van de meting, omdat bij uitval het systeem dan kan terugvallen op bepaalde combinaties van de resterende opnemers. Hoe meer opnemers hoe geringer de kans dat door uitval van één of meerdere opnemers waardoor geen toegestane combinatie meer mogelijk is en het systeem niet kan functioneren. De nauwkeurigheid zal in ieder geval toenemen omdat toevallige fouten meer uitgemiddeld worden.

De drukopnemers dienen geplaatst te worden in een uitsparing in de huid aan de buitenzijde, afgeschermd van langsstroming tijdens varen, bij de bodem van het schip. Hierbij dient te worden zorggedragen voor een goede ontluchting van de meetruimte.

Als basisopstelling wordt uitgegaan van twee drukopnemers. Er kan behoefte bestaan om meer dan twee drukopnemers te gebruiken. Door in het voor- en in het achterschip twee drukopnemers op gelijke afstand aan weerszijde van hartschip te plaatsen (bijvoorbeeld 2 diepgangssensoren achter op positie 1,1 en 1,3) en hun signalen te middelen, worden op hartschip geplaatste drukopnemers gesimuleerd. Aan het MARS kunnen maximaal signalen van 3 diepgangssensoren aangeleverd worden (Diepgang achter, diepgang midden, diepgang voor).

Als minimum configuratie wordt uitgegaan van 2 sets drukopnemers (2 of 4 opnemers). Deze 2 sets kunnen in de middenas van de hopper geplaatst worden (2 sets van 1 opnemer op positie 1,2 en 3,2, zie tabel 2.1) of aan weerszijden van de hopper (2 sets van 2 opnemers op positie 1,1, 1,3, 3,1 en 3,3, zie tabel 2.2). Indien het niet mogelijk is om de drukopnemers in de middenas van de hopper te plaatsen kan ervoor gekozen worden om de opnemers diagonaal te plaatsen (zie tabel 2.3 en 3.4).

Tabel 2.1 Mogelijke posities drukopnemers bij plaatsing midscheeps

i,j	achter A=1	midden M=2	Voor V=3
bakboord BB=1			
midscheeps MS=2	1,2 minimaal	2.2	3,2 minimaal
stuurboord SB=3			

Tabel 2.2 Mogelijke posities drukopnemers bij plaatsing uit hartlijn (midscheeps)

i,j	achter A=1	midden M=2	Voor V=3
bakboord BB=1	1,1 minimaal	2,1	3,1 minimaal
midscheeps MS=2			
stuurboord SB=3	1,3 minimaal	2,3	3,3 minimaal

Tabel 2.3 Mogelijke posities drukopnemers bij plaatsing uit hartlijn (diagonaal 1)

i,j	achter A=1	midden M=2	Voor V=3
bakboord BB=1	1,1		
midscheeps MS=2			
stuurboord SB=3			3,3

Tabel 2.4 Mogelijke posities drukopnemers bij plaatsing uit hartlijn (diagonaal 2)

i,j	achter A=1	midden M=2	Voor V=3
bakboord BB=1			3,1
midscheeps MS=2			
stuurboord SB=3	1,3		

2.3.2 Positie drukopnemers

Plaatsing zal bij voorkeur plaats vinden op hartschip. Het kan echter nodig zijn de drukopnemers op enige afstand ter zijde van hartschip te plaatsen zoals in tabel 2.3 of 2.4. De richtlijnen voor de positie van beide drukopnemers hebben betrekking op zowel de hoogte, als op de langs- en de dwars-scheepse posities in het schip.

Naast lineariteit en bereik van de opnemers is ook de positionering in dwars- en langsscheepse richting, alsmede in de hoogte mede bepalend voor de uiteindelijk haalbare nauwkeurigheid van de meting.

Om fouten ten gevolge van trim en slagzij uit te middelen zijn alleen diagonaal geplaatste combinaties toegestaan wanneer drukopnemers niet op de middenas van de hopper geplaatst kunnen worden (puntsymmetrisch ten opzichte van de snijlijn midscheeps en hart schip).

a) Hoogtepositie

De meting is primair gericht op een nauwkeurige bepaling van de waterverplaatsing, met een zo gering mogelijke invloed van de soortelijke massa van het buitenwater.

Hiertoe is het MARS gebaseerd op meting van de statische druk zo dicht mogelijk bij de scheepsbodem. De vaststelling van de hoogte waar de drukopnemers boven, doch zo dicht mogelijk bij de basis geplaatst kunnen worden, berust voornamelijk op praktische aspecten van de inbouwsituatie.

b) Langsscheepse positie

De drukopnemers moeten langsscheeps zo ver mogelijk uit elkaar geplaatst worden en daarnaast bij voorkeur op gelijke afstanden zo ver mogelijk vanaf midscheeps (zo dicht mogelijk bij de voor- en achterloodlijnen). Rekening moet worden gehouden met:

- De invloed van de sloopsschroeven. Als richtlijn voor de minimum horizontale afstand van de drukopnemer tot de sloopsschroeven dient $6 * D_{\text{sloop}}$ te worden aangehouden.
- De langsscheepse onderlinge afstand tussen de opnemers is in principe minimaal 60 % van de lengte over de loodlijnen (figuur 2.1).

c) Dwarsscheepse positie

Plaatsing op de hartschip lijn heeft de voorkeur. Indien dit niet mogelijk blijkt te zijn is het toegestaan de drukopnemers op enige afstand uit hartschip te plaatsen (tabel 2.3 en 2.4). Door de plaatsing op een afstand uit het hartschip wordt de diepgangmeting en daarmee de bepaling van de waterverplaatsing echter gevoeliger voor slagzij. Deze gevoeligheid moet beperkt worden door juiste positiekeuzes. Bij een minimale configuratie van 2 opnemers dienen beide drukopnemers in het voor en in het achterschip, diagonaal ten opzichte van de midscheeps, ter weerszijden van hartschip worden geplaatst. Hierdoor worden de systematische meetfouten als gevolg van slagzij bij de bepaling van de gemiddelde diepgang grotendeels uitgemiddeld. De onderlinge verbindingslijn van de beide drukopnemers dient hartschip dan wel midscheeps te snijden. Het kan noodzakelijk zijn dat het snijpunt van de verbindingslijn van de drukopnemers met de midscheeps (plaats waar gemiddelde diepgang wordt bepaald) van hartschip afwijkt. Dit is dan slechts mogelijk binnen een beperkte marge.

De toelaatbare marge van het snijpunt wordt afgeleid van de toelaatbare fout in de gemiddelde diepgang. Deze systematische fout is afgeleid van de toelaatbare fout (0,5%) van het draagvermogen van de sloopzuiger bij een bepaalde slagzij.

De toelaatbare systematische fout in de gemiddelde diepgang (dT_m), als gevolg van het afwijkende snijpunt, wordt als volgt bepaald:

$$dT_m = \frac{0,005 * (\text{Waterverplaatsing op baggermerk} - \text{Waterverpl. gereed schip})}{1,03 * \text{Waterlijnoppervlak op baggermerk}}$$

De toelaatbare midscheepse afstand van de verbindingslijn tussen de drukopnemers tot hartschip (dS) wordt afgeleid uit de toelaatbare fout in de gemiddelde diepgang volgens de formule:

$$dS \leq 10 * dT_m \text{ [m]}$$

Voorbeeld:

Waterverplaatsing op baggermerk - Waterverplaatsing gereed schip = 6000 [m³]

1,03 * Waterlijnoppervlak op baggermerk = 1500 [m³/m]

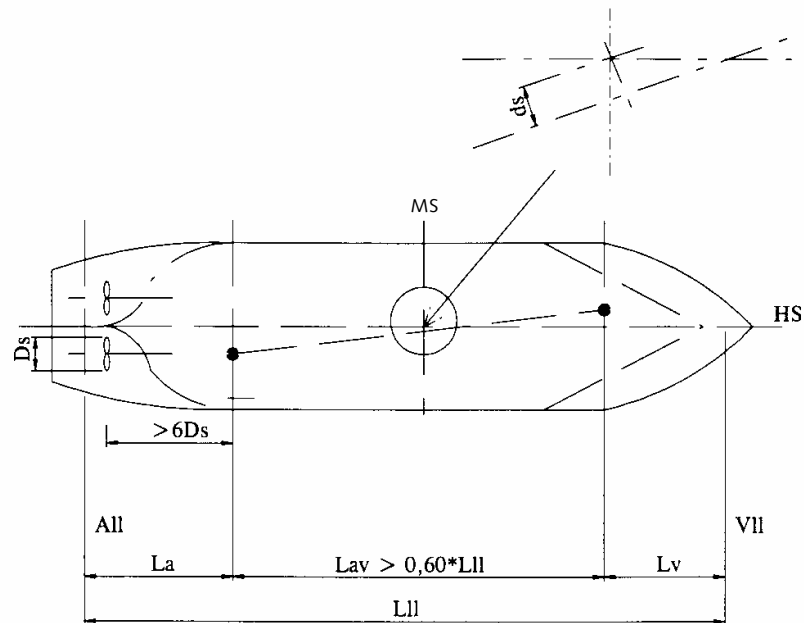
Dan moet gelden:

$$dT_m \leq 0,02 \text{ [m]}$$

$$dS \leq 0,20 \text{ [m]}$$

In figuur 2.1 wordt een gedetailleerd voorbeeld gegeven van de langsscheepse opstelling met de marge van het midscheepse snijpunt ten opzichte van hartschip.

Voorafgaande aan de installatie van een MARS dient een installatieplan bij de opdrachtgever ter keuring te worden ingediend. Een opgave van de ontwerppositionering van de drukopnemers maakt hiervan deel uit.



- LII : Lengte tussen de loodlijnen
- La : Langsscheepse afstand achterste opnemer tot achterloodlijn
- Lv : Langsscheepse afstand voorste opnemer tot voorloodlijn
- Lav : Langsscheepse afstand tussen beide drukopnemers
- Ds : Schroefdiameter
- ds : Afstand verbindingslijn drukopnemers tot scheepsmidder (snijpunt HS en MS)
- HS : Hartschip
- MS : Midscheeps

Figuur 2.1 Voorbeeld positionering configuratie van 2 drukopnemers geplaatst uit hartschip

3 Ladingniveaubepaling

3.1 Inleiding

Het ladingniveau in het beun dient tijdens de baggercyclus continu te worden bepaald met niveau-opnemers in het beun. Maatgevend voor de berekening zijn de meetgegevens tijdens de bepalingsmomenten zoals beschreven in paragraaf 1.5.2: 'Volume van de lading'.

Het beunladingvolume wordt bepaald uit de beuninhoudsstaat op basis van het gemiddelde ladingniveau in het beun.

Er moet rekening gehouden worden met slagzij, trim en eventueel torsie, door- en uitbuiging van de beunwanden, invloed van schuim en het eventueel optreden van zandduinen boven het beunwaterniveau. Bij een gecompartmenteerde hopperindeling dient het niveau per compartiment te worden gemeten.

De keuze van aantal, positie en specificaties van de opnemers is vrij zolang aan de in dit hoofdstuk gestelde totale nauwkeurigheid van het gemiddelde ladingsniveau van tenminste **0,5%** wordt voldaan.

Dit kan bereikt worden door een maximaal toelaatbare fout in de afzonderlijke opnemers van **0,4%** (fout inclusief eventuele afwijking in positie).

3.2 Technische specificaties ladingniveau-opnemers

Het ladingniveau is de hoogteligging van het grensvlak met de lucht van de baggerspecie in het beun ten opzichte van een scheepsreferentievlak. Dit niveau wordt bepaald met niveau-opnemers gemonteerd op tenminste 2 locaties boven de beunlading ten opzichte van een vast referentievlak (zie paragraaf 7.3: 'Voorschriften m.b.t. beuninhoudsgegevens'):

$$\bar{d}_{i,j} = d_{i,j} + a_{i,j}$$

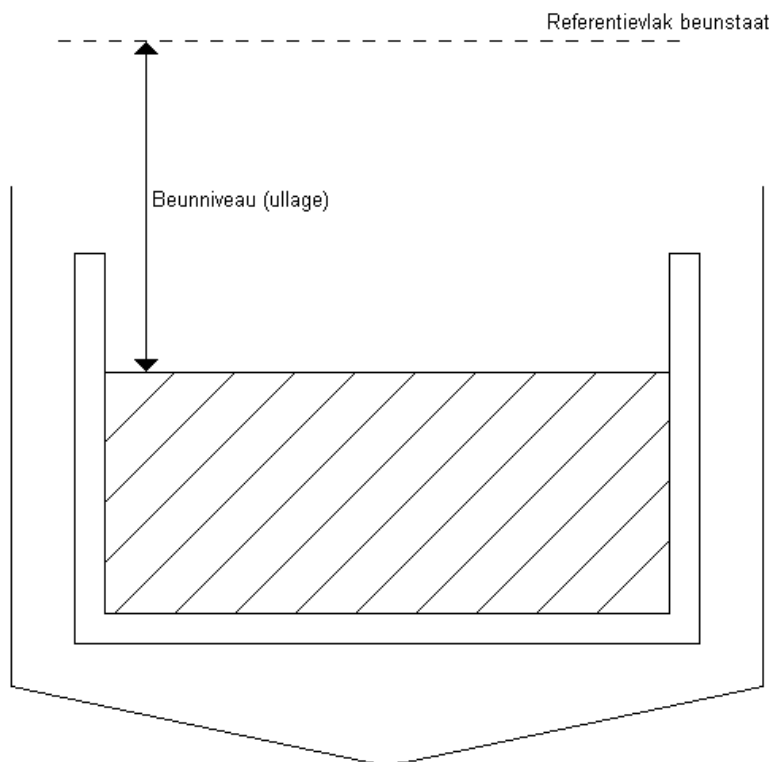
waarin:

$\bar{d}_{i,j}$ = ladingniveau ter plaatse van opnemer i,j t.o.v. referentievlak [m]

$d_{i,j}$ = gemeten ladingniveau opnemer i,j [m]

$a_{i,j}$ = niveau opnemer i,j t.o.v. referentievlak [m]

Elke opnemer dient na installatie te worden ingemeten in langs-, dwars- en hoogterichting. Het meetsignaal dient te worden aangeleverd in centimeters ten opzichte van het referentievlak van de beunstaat (bij trimhoek = 0°) (zie figuur 3.1).



Figuur 3.1 Aan MARS door te geven beunniveau

3.2.1 Aanbevolen meetprincipes

Het toe te passen meetprincipe dient te berusten op afstandsmeting tot de vloeistofspiegel. Op basis van nauwkeurigheid en praktijkervaring bestaat er een voorkeur voor 'kontaktloze' afstandsmetprincipes, zoals die zijn gebaseerd op 'ultrageluid' of 'radar'-afstandsmeting. De meting dient onafhankelijk van de soortelijke massa of samenstelling van de lading te zijn.

3.2.2 Meetbereik

Het bereik van de hopperniveaumeting moet minimaal liggen tussen de bodem van de hopper en het hoogst bereikbare vloeistofniveau in de hopper ter plaatse van de niveau-opnemers. Voor de bepaling van het hoogst bereikbare vloeistofniveau wordt uitgegaan van de bovenste stand van de overvloe(en), respectievelijk de bovenkant van de hopper (coaming). Hierbij wordt, middels een toeslag, tevens rekening gehouden met slagzij en trim, de hogere spiegelstand bij overvloeien (overlaat- of vleihoogte) en klotsende lading.

Het benodigde bereik wordt ook wel het nominale meetbereik genoemd. Dit voor MARS nominale bereik is scheepsafhankelijk bepaald. Nadat is vastgesteld welk meetbereik nodig is (het nominale bereik) kan het eerstvolgende in de handel verkrijgbare bereik gekozen worden. Dit meetbereik dient niet meer dan 50 [%] groter gekozen te worden dan het nominale meetbereik. Zonodig kan het bereik van een handels-niveau-opnemer aan het nominale MARS-bereik worden aangepast door afregelen van de niveau-opnemer.

3.2.3 Nauwkeurigheid

De nauwkeurigheid van de niveaumeting is samengesteld uit diverse onderdelen: resolutie, herhaalbaarheid, lineariteit, temperatuurdrift, hysteresis, veroudering, drift enz. Voor toepassing in het MARS geldt als enige richtlijn een totale nauwkeurigheid die altijd voor het volle hier gespecificeerde temperatuurgebied moet gelden (0 – 25 °C). Deze totale nauwkeurigheid of maximaal toelaatbare totale afwijking tussen werkelijke waarde en uitgangssignaal van de opnemer mag niet meer bedragen dan $\pm 0,4$ [%] van het nominale meetbereik.

3.2.4 Dynamisch bereik

De niveau-opnemer moet in staat zijn ook snelle variaties in het niveausignaal te kunnen volgen. De tijdconstante T is de waarde waarbij informatie in het signaal met perioden kleiner dan 0,4 seconde tot een factor 1000 (-3[dB]) verzwakt is (ofwel $f(-3[\text{dB}]) = 2,5$ [Hz]). Enerzijds dient de opnemer in staat te zijn snelle variaties in het te meten fysisch verschijnsel te kunnen volgen om een nauwkeurige bemonstering mogelijk te maken. In samenhang met de aard van de processen is een bemonsteringsfrequentie van 2 Hz gespecificeerd. Ter voorkoming van bemonsteringsfouten als gevolg van het spaakwieleffect (aliasing) dienen signalen met frequenties van 2,5 Hz en hoger niet in het te bemonsteren opnemersignaal voor te komen. Signalen met die frequenties dienen voldoende onderdrukt en incoherent te zijn om geen significante invloed op het meetresultaat te hebben. De eis is dat niet meer dan 10% van de toegestane meetfout door hoge (>2,5Hz) frequenties veroorzaakt mag worden (filtering). Hoge frequenties kunnen bijvoorbeeld samenhangen met door mechanische trillingen geïnduceerde drukfluctuaties. De opnemeropstelling en configuratie dienen zodanig uitgevoerd te worden dat aan bovenstaande eis wordt voldaan. Verder dienen meetfouten als gevolg van EMC / interferentie (electrische storing) voorkomen te worden.

3.2.5 Uitgangssignaal

Als uitgangssignaal is standaard een 4..20 [mA] stroomsignaal gespecificeerd. Dit komt overeen met 0..100 [%] van het meetgebied waarvoor de opnemer is afgeregeld.

Digitale opnemers zijn ook toegestaan, bijvoorbeeld RS485 / Fieldbus (Profibus DP, Modbus), dit echter ter goedkeuring van de opdrachtgever. Bij de beoordeling van opnemers met een digitaal data-overdracht systeem is de toegankelijkheid van het signaal voor inspectie en troubleshooting een belangrijke voorwaarde. Het moet eenvoudig mogelijk zijn om ter plaatse van elke opnemer de ruwe uitgangssignalen te monitoren (loggen, zichtbaar maken) op een parallelsysteem, zonder de overdracht naar de proces- en de MARS-computer te hinderen behoudens een korte onderbreking voor het aansluiten / loskoppelen van de monitoring apparatuur.

3.2.6 Overige specificaties

De niveau-opnemer moet geschikt zijn voor toepassing in de omgeving waar deze geplaatst wordt en voor blootstelling aan zeewater - baggerspecie.

Aanbevolen wordt te voorzien in maatregelen die de meting minder gevoelig maken voor vervuiling (zoals door slibafzetting, schuimvorming enz.).

Men dient er voor te zorgen dat de niveau-opnemer niet in het directe zonlicht wordt geplaatst (afschermen).

3.3 Richtlijnen voor aantal en positionering niveau-opnemers

De nauwkeurigheid van de hopperniveaubepaling en de bepaling van het volume van de lading wordt sterk beïnvloed door systematische fouten die samenhangen met de positionering van de niveau-opnemers. Om de grootte van deze systematische fouten tot een minimum terug te brengen zijn richtlijnen voor de positionering van deze niveau-opnemers van toepassing. Doordat verschillende sleephopperzuigers zeer uiteenlopende beunvormen kunnen hebben bestaan er geen vast voorgeschreven posities voor de niveau-opnemers. Voor elk schip zal daarom door de opdrachtgever in overleg met de aannemer besloten worden op welke positie de opnemers geplaatst dienen te worden.

Afhankelijk van de indeling van het beun (al of geen langsscheepse scheidingswand, wel / geen afzonderlijke compartimenten) kan worden gekozen voor het aantal en de positionering binnen de vereiste nauwkeurigheidsgrenzen, zie tabel 3.1.

3.3.1 Aantal niveau-opnemers

Om de beuninhoud en de ladingtrim te kunnen bepalen zijn minimaal 2 opnemers, zover mogelijk van elkaar geplaatst in langsrichting op gelijke afstand vanuit de hartlijn vereist. Alle combinaties van opnemers met het zwaartepunt per raai midscheeps en symmetrisch ten opzichte van het midden zijn toegestaan.

Toepassing van meerdere niveau-opnemers (maximaal 10) verhoogt net als bij de diepgangsmeting de betrouwbaarheid en reduceert het risico op niet-acceptatie van de meting, omdat bij uitval het systeem dan kan terugvallen op combinaties van de resterende niveau-opnemers. De berekening wordt daarom altijd uitgevoerd met het maximale aantal beschikbare opnemers. Het maximum aantal signalen dat aangeboden kan worden aan de MARS computer is 10. Daarnaast dient rekening te worden gehouden met een eventuele compartimentering van het beun zoals slibbeunen (minimaal 1 opnemer per compartiment). Het totale volume van eventueel aanwezige slibbeunen dient als één waarde aan het MARS te worden aangeboden.

Als minimum configuratie wordt uitgegaan van 2 sets niveau-opnemers (2 of 4 opnemers). Deze 2 sets kunnen in de middenas van de hopper geplaatst worden (2 sets van 1 opnemer op positie 1,2 en 5,2, zie tabel 3.1 en figuur 3.2) of aan weerszijden van de hopper (2 sets van 2 opnemers op positie 1,1, 1,3, 5,1 en 5,3, zie tabel 3.2 en figuur 3.3).

Tabel 3.1 Mogelijke posities beunladingniveaumeters bij plaatsing midscheeps

i,j	achter		midden		voor
bakboord BB=1					
midscheeps MS=2	1,2 minimaal	2,2	3,2	4,2	5,2 minimaal
stuurboord SB=3					

Tabel 3.2 Mogelijke posities beunladingniveaumeters bij plaatsing uit hartlijn (midscheeps)

i,j	Achter		midden		voor
bakboord BB=1	1,1 minimaal	2,1	3,1	4,1	5,1 minimaal
midscheeps MS=2					
stuurboord SB=3	1,3 minimaal	2,3	3,3	4,3	5,3 minimaal

3.3.2 Positie niveau-opnemers

Voor de hopperniveaumeting wordt gebruik gemaakt van minimaal een tweetal sets niveau-opnemers (2 of 4 opnemers). De aanbevolen posities voor deze opnemers zijn afhankelijk van de beunvorm. Indien het schip een langsscheepse 'kippenkooi' heeft dan dienen de opnemers in 2, in langsrichting zover als mogelijk uit elkaar liggende, sets van 2 opnemers boven de hopper te plaatsen (fig. 3.1a). Anders wordt aanbevolen de opnemers, in langsrichting zover als mogelijk uit elkaar, in de middenlijn van de hopper te plaatsen (fig. 3.1b). De richtlijnen voor de positie van de niveau-opnemers hebben voornamelijk betrekking op de langs- en de dwarscheepse posities in het schip.

a) Hoogtepositie

De positie van de niveau-opnemers in hoogte hangt vooral samen met het nominale bereik, het toegepaste meetprincipe (zoals minimum meetafstand) en met praktische aspecten van de inbouwsituatie. Alle opnemers dienen in principe op dezelfde hoogte te worden geplaatst. In ieder geval dient het referentievlak voor alle opnemers (het vlak waarop de opnemers afgeregeld zijn) hetzelfde te zijn. Dit referentievlak dient gelijk te zijn aan het referentievlak van de in te leveren beunstaat.

b) Langsscheepse positie

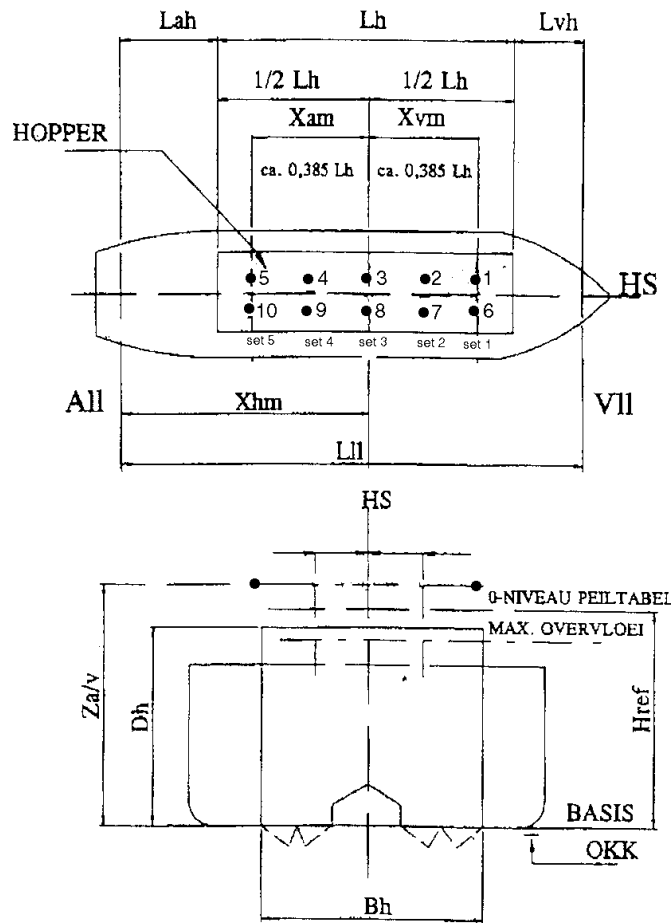
De niveau-opnemers aan stuurboord- en bakboordzijde dienen langsscheeps bij voorkeur op gelijke afstand ten opzichte van de loodlijnen te worden geplaatst. De onderlinge afstand van de voor- en achteropnemer (set 1 en 5) is in principe minimaal 77% van de hopperlengte. De opnemers dienen echter op zodanig voldoende afstand van verbanddelen, overvloeien en stortkokers en dergelijke geplaatst te worden zodat de meting hierdoor niet nadelig beïnvloed wordt. (Bijvoorbeeld: bij ultra-geluid afstandsmeting dient rekening gehouden te worden met de breedte van de kegelvormige stralingsbundel.)

c) Dwarsscheepse positie

Aanbevolen wordt de opnemers te plaatsen in de hartlijn van de hopper. Indien dit niet mogelijk is door bijv. de aanwezigheid van een langsscheepse kippenkooi of andere obstructies, dan dienen de opnemers in sets van 2 opnemers geplaatst te worden. De niveau-opnemers moeten dwarsscheeps op een gelijke afstand van het midden worden geplaatst. De onderlinge dwarsscheepse afstand is afhankelijk van de eventuele kegelvormige stralingsbundel (ultra-geluid) van de opnemers (wederzijdse beïnvloeding) en de vorm van de hopper. Aanbevolen wordt de opnemers zo ver als mogelijk uit elkaar te plaatsen en op zodanig voldoende afstand van verbanddelen, overvloeien en stortkokers en dergelijke dat de meting hierdoor niet nadelig beïnvloed wordt.

Het ladingvolume moet ten behoeven van de leegschipbepaling ook gemeten kunnen worden indien het beun zo goed als leeg is en alleen restlading of schoon water aanwezig is. Hierbij is het dus noodzakelijk dat de opnemers zo goed mogelijk verticaal boven het onderste vlakke deel van de bodem van het beun worden geplaatst. Er moet rekening worden gehouden met een eventuele compartimentering van het beun zoals slibbeunen (minimaal 1 opnemer per compartiment).

Voorafgaande aan de installatie van een MARS dient een installatieplan bij de opdrachtgever ter keuring te worden ingediend. Een opgave van de ontwerp-positionering van de niveau-opnemers maakt hiervan deel uit.



Ll = Lengte tussen de Loodlijnen

$Ll/2$ = Midscheeps

Lh = Hopperlengte

Lah = Afstand hopper tot All

Lvh = Afstand hopper tot Vll

$1/2 Lh$ = Hoppermidden

Xam = Afstand achterste niveau-opnemer tot hoppermidden

Xvm = Afstand voorste niveau-opnemer tot hoppermidden

Xhm = Afstand hoppermidden tot All

Bh = Hopperbreedte

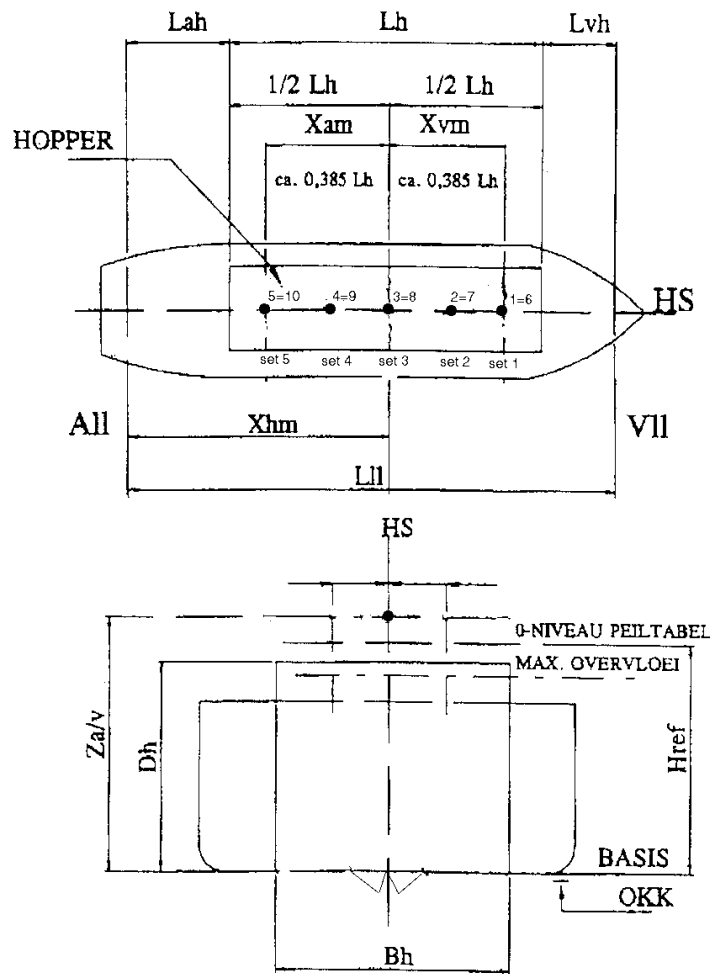
Dh = Hopperholte

$Href$ = 0 Niveau peiltabel boven basis

O.K.K = Onderkant kiel

Za/v = Hoogte niveau-opnemer boven basis

Figuur 3.2 Voorbeeld positionering niveau-opnemers (maximaal 5 sets van 2 opnemers)



LII = Lengte tussen de Loodlijnen

LII/2 = Midscheeps

Lh = Hopperlengte

Lah = Afstand hopper tot All

Lvh = Afstand hopper tot VII

1/2 Lh = Hoppermidden

Xam = Afstand achterste niveau-opnemer tot hoppermidden

Xvm = Afstand voorste niveau-opnemer tot hoppermidden

Xhm = Afstand hoppermidden tot All

Bh = Hopperbreedte

Dh = Hopperholte

Href = 0 Niveau peiltabel boven basis

O.K.K = Onderkant kiel

Za/v = Hoogte niveau-opnemer boven basis

Figuur 3.3 Voorbeeld positionering niveau-opnemers (5 sets van 1 opnemer)

4 Ballastwaterbepaling

4.1 Inleiding

De verandering van de scheepsmassa tijdens de baggercyclus door andere oorzaken dan laden en lossen van baggerspecie, zoals ten gevolge van verschillen in hoeveelheden ballastwater tijdens vol- en leegvaren, wordt net als de waterverplaatsing en het beunvolume continu vastgesteld.

Het gemeten ballastwaterniveau dient vertaald te worden naar een ballastwatervolume middels de ballasttankinhoudsstaten (paragraaf 7.4: 'Voorschriften m.b.t. ballasttankgegevens').

Het meetsignaal uit de ballasttanks dient te worden aangeleverd aan de MARS computer als een hoeveelheid in m³.

4.2 Technische specificaties voor ballasttankniveau- of drukopnemers

Het niveau- of volumeverschil in ballasttanks kan gemeten worden met bijvoorbeeld niveau- of drukopnemers in de ballasttanks. Bij toepassing van meerdere tanks die niet in open verbinding met elkaar staan dient in elke tank een opnemer geplaatst te worden.

4.2.1 Type ballasttank-opnemers

Voor het meten van het ballasttankniveau kan zowel van afstandsmeting als van de meting van de hydrostatische druk gebruik worden gemaakt. Met uitzondering van de bepaling van het bereik en de hieronder nader gespecificeerde nauwkeurigheidseisen, zijn dezelfde specificaties van toepassing als die gelden bij ladingniveaumeting, respectievelijk bij diepgangsmeting (al naar gelang het gekozen meetprincipe). Zie hiervoor hoofdstuk 2: 'Diepgangsbepaling' en hoofdstuk 3: 'Ladingniveaubepaling'. Bij gebruik van drukopnemers dient zorg te worden gedragen voor een goede ontluchting van de behuizing van de opnemers. De plaats waar de ballasttank-opnemer aan of in een ballasttank geplaatst moet worden kan van invloed zijn op de typekeuze en uitvoering. Bijvoorbeeld ultra-geluids-meting boven de tank versus een drukopnemer ondergedompeld in de tank. De plaatsingsvoorschriften zijn erop gericht dat de niveaumeting, en daarmee de inhoudsbepaling (zie hoofdstuk 7), onafhankelijk van trim en slagzij plaatsvindt. Indien aan die voorwaarde wordt voldaan, kan worden volstaan met een enkele ballasttank-opnemer per operationele ballasttank. Zoniet, dan moeten er meerdere opnemers per ballasttank geïnstalleerd worden.

4.2.2 Meetbereik

Het meetbereik moet betrokken zijn op de volle hoogte van de ballasttank. Daarnaast moet rekening gehouden worden met de feitelijke hoogtepositie van de ballasttank-opnemer. Het benodigde meetbereik wordt ook het nominale meetbereik genoemd. Dit nominale bereik is scheepsafhankelijk bepaald.

Indien van drukopnemers gebruik wordt gemaakt wordt nadrukkelijk geadviseerd rekening te houden met de dynamiek van de druk ten gevolge van de beweeglijke vloeistofspiegel in de tank, met de statische drukhoogte van de overvloei en met de mogelijke drukopbouw tijdens vullen (afkomstig van de ballastwater-pomp). Zie technische specificaties druk- respectievelijk niveau-opnemers in hoofdstuk 2 respectievelijk. 3)

Nadat vastgesteld is welk meetbereik nodig is, kan het eerstvolgende in de handel verkrijgbare bereik gekozen worden.

Dit bereik dient niet meer dan circa 50 [%] groter gekozen te worden dan het nominale meetbereik.

Zonodig kan het bereik van een handelsopnemer aan het (vergroot) nominale bereik worden aangepast door afregelen van de opnemer.

4.2.3 Nauwkeurigheid

De nauwkeurigheid van de meting is samengesteld uit diverse onderdelen: resolutie, herhaalbaarheid, lineariteit, temperatuurdrift, hysteresis, veroudering, drift, enz.

De vereiste totale nauwkeurigheid van de ballasttank-opnemer is afhankelijk van de relatieve grootte van het totale maximale operationele ballastvolume. De bijdrage, van de fout in de ballasttankmeting, in de fout van de MARS-bepaling mag niet meer dan 10% van de fout in de hoppervolumemeting bedragen.

De maximaal toelaatbare totale afwijking tussen werkelijke waarde en uitgangssignaal van de opnemer mag niet meer bedragen dan $\pm \delta$ [%] van het nominale meetgebied. Deze afwijking δ wordt als volgt bepaald:

$$\delta = \pm 0,1 * \frac{V_{\text{hopper(s)}}}{V_{\text{tanks-totaal}}} * 0,4 \text{ [%]}$$

Waarin:

V_{hopper} = Volume hopper (m³)

$V_{\text{tanks-totaal}}$ = Totale volume alle ballasttanks (m³)

De toelaatbare afwijking geldt over het volle voor het MARS gespecificeerde temperatuurgebied (0 – 25 °C)

4.2.4 Dynamisch bereik

De opnemer moet in staat zijn ook snelle variaties in het niveausignaal te kunnen volgen. De tijdconstante T is de waarde waarbij informatie in het signaal met perioden kleiner dan 0,4 seconde tot een factor 1000 (-3[dB]) verzwakt is (ofwel $f(-3[\text{dB}]) = 2,5 [\text{Hz}]$).

Eenzijds dient de opnemer in staat te zijn snelle variaties in het te meten fysisch verschijnsel te kunnen volgen om een nauwkeurige bemonstering mogelijk te maken. In samenhang met de aard van de processen is een bemonsteringsfrequentie van 2 Hz gespecificeerd. Ter voorkoming van bemonsteringsfouten als gevolg van het spaakwieleffect (aliasing) dienen signalen met frequenties van 2,5 Hz en hoger niet in het te bemonsteren opnemersignaal voor te komen. Signalen met die frequenties dienen voldoende onderdrukt en incoherent te zijn om geen significante invloed op het meetresultaat te hebben. De eis is dat niet meer dan 10% van de toegestane meetfout door hoge (>2,5Hz) frequenties veroorzaakt mag worden (filtering). Hoge frequenties kunnen bijvoorbeeld samenhangen met door mechanische trillingen geïnduceerde drukfluctuaties. De opnemeropstelling en configuratie dienen zodanig uitgevoerd te worden dat aan bovenstaande eis wordt voldaan. Verder dienen meetfouten als gevolg van EMC / interferentie (electrische storing) voorkomen te worden.

4.2.5 Uitgangssignaal

Als uitgangssignaal is standaard een 4..20 [mA] stroomsignaal gespecificeerd. Dit komt overeen met 0..100 [%] van het meetgebied waarvoor de opnemer is afgeregeld.

Digitale opnemers zijn ook toegestaan, bijvoorbeeld RS485 / Fieldbus (Profibus DP, Modbus), dit echter ter goedkeuring van de opdrachtgever. Bij de beoordeling van opnemers met een digitaal data-overdracht systeem is de toegankelijkheid van het signaal voor inspectie en troubleshooting een belangrijke voorwaarde. Het moet eenvoudig mogelijk zijn om ter plaatse van elke opnemer, de ruwe uitgangssignalen te monitoren (loggen, zichtbaar maken) op een parallelsysteem zonder de overdracht naar de proces- en de MARS-computer te hinderen behoudens een korte onderbreking voor het aansluiten / loskoppelen van de monitoring apparatuur.

4.2.6 Overige specificaties

Voor de overige specificaties wordt verwezen naar de specificaties van drukopnemers (hoofdstuk 2 'Diepgangsbepaling') en niveaumeters (hoofdstuk 3 'Ladingniveaubepaling').

4.3 Richtlijnen voor positionering ballasttankniveau- of drukopnemers

De nauwkeurigheid van de ballasttankmeting wordt sterk beïnvloed door systematische fouten die samenhangen met de positionering van de opnemers voor de ballastniveaumeting.

Uitgegaan wordt van enkelvoudige opnemers. Indien niet aan onderstaande plaatsingscriteria voldaan kan worden, dan kan met twee gecombineerde opnemers de enkele opnemer gesimuleerd worden.

4.3.1 Horizontaal plaatsingscriterium

Het niveau van de ballasttank moet worden bepaald ter plaats van de horizontale positie van het gewichtszwaartepunt van de tank in maximaal gevulde toestand.

Indien, i.v.m. de vorm van de ballasttank, op deze plaats niet het volle volumebereik van de tank kan worden gepeild, wordt de opnemer zoveel verschoven tot het punt waar dit wel het geval is.

Bij de plaatsing dient tevens rekening gehouden te worden met obstakels (verbanddelen) die de meting kunnen verstoren.

4.3.2 Verticaal plaatsingscriterium

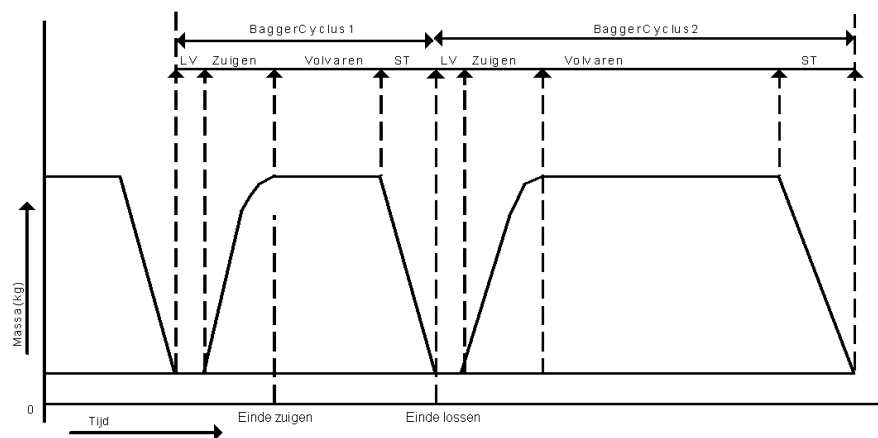
De positie in hoogte van de ballasttank-opnemer is afhankelijk van het gekozen meetprincipe en dient te waarborgen dat het volle volumebereik van de ballasttank kan worden waargenomen.

5 Baggerstatusbepaling

5.1 Baggercyclus en bepalingsmomenten

De verschillende fasen van de baggercyclus (zie figuur 5.1) dienen aan het MARS continu te worden doorgegeven, zodat de momenten voor de maatgevende scheepsmassa- en de ladingvolumebepaling vastgesteld kunnen worden.

Tijdens deze bepalingsmomenten dient het schip zo goed als mogelijk in rust te zijn en mogen er geen handelingen plaatsvinden die de nauwkeurigheid van de hoeveelheidbepaling kunnen beïnvloeden.



Figuur 5.1 Verloop lading in de tijd tijdens een baggercyclus

De volgende fasen van de baggercyclus worden in MARS onderscheiden:

1. Leegvaren
2. Zuigen
3. Volvaren
4. Storten
5. Walpersen/Rainbowen

Leegvaren

Het varen met een leeg laadruim, na het storten of walpersen, zonder baggerspecie naar de zuiglocatie (omvat ook het varen van/naar de ligplaats van de zuiger). Tijdens leegvaren zijn de zuigbuizen niet neergelaten en de losopeningen in het laadruim zijn gesloten. De zandpomp is aan of uit.

Zuigen

In deze fase wordt bodemmateriaal opgezogen en in het laadruim gepompt. De zuigbuizen zijn neergelaten, de losopeningen zijn gesloten en de zandpomp is aan.

Volvaren

Het varen met een gevuld laadruim, vanaf de zuiglocatie naar de stortlocatie/walperslocatie. De zuigbuizen zijn niet neergelaten en de losopeningen zijn gesloten. De zandpomp is uit.

Storten

Het opgezogen materiaal wordt op de stortlocatie gestort. De zuigbuizen zijn niet neergelaten, de losopeningen in het laadruim zijn geopend en de zandpomp is aan of uit.

Walpersen/Rainbowen

Het opgezogen materiaal wordt aan de wal of in een bassin gepompt. De zuigbuizen zijn niet neergelaten, de losopeningen zijn gesloten, de zandpomp (en eventueel de walperspomp) is aan en de walpersafsluiter staat open.

5.2 Specificaties statusindicatoren

De baggerstatus wordt aan MARS doorgegeven op basis van opnemers op een aantal scheepsonderdelen, zoals bijvoorbeeld baggerpomp, zuigbuis en loskleppen.

Statusgeneratie

Het systeem voor statusgeneratie is een deelsysteem van het MARS. Voor dit systeem dient te worden voorzien in apparatuur waaraan een aantal baggerproces-signalen kunnen worden toegevoerd op grond waarvan in deze apparatuur op automatische wijze 1 van de 5 statussen kan worden geactiveerd. Op elk tijdstip kan het schip zich slechts in 1 status bevinden. De actieve status moet afgelezen kunnen worden.

Alle mogelijke in het schip aanwezige baggerproces-signalen komen in aanmerking als statusindicator, mits deze gecombineerd met andere signalen een voor iedere status unieke combinatie kan vormen. Er is geen specifieke voorkeur voor het toe te passen type apparatuur. Wel moet deze aan de eisen voldoen zoals gesteld in paragraaf 6.2: 'Specificaties systemen voor signaaltransport'.

5.3 Voorschriften voor het opstellen van een statusindicatorenmatrix

De statussignalen moeten worden afgeleid van een aantal statusindicatoren, die voor elke status een unieke combinatie moeten vormen. Ook kan de statusvolgorde tot onderscheid tussen statussen leiden. Zo wordt volvaart onderscheiden van leegvaart doordat de status volvaart altijd volgt op de status zuigen.

De aannemer dient in een overzichtelijke statusindicatoren-matrix aan te geven welke unieke combinatie van statusindicatoren een bepaalde baggerstatus definiëren. Deze matrix dient voorafgaande aan de installatie door de opdrachtgever te worden goedgekeurd.

Een voorbeeld van een statusindicatoren-matrix wordt in tabel 5.1 gegeven. Dit is slechts een voorbeeld en deze matrix is niet algemeen toepasbaar voor alle schepen.

Tabel 5.1 Voorbeeld van een statusindicatorenmatrix

Status	Zandpomp	Zuigbuizen	Loskleppen
Leegvaren	Uit/aan	Aan dek	Dicht
Zuigen	Aan	Neer	Dicht
Volvaren	Uit	Aan dek	Dicht
Storten	Uit/aan	Aan dek	Open
Walpersen/Rainbowen	Aan	Aan dek	Dicht

De MARS software is zodanig ontworpen dat er maar 1 status tegelijkertijd geldig kan zijn. Dat betekent dat zolang er nog geen statusverandering heeft plaatsgevonden, de 'oude' status gehandhaafd blijft. Als bijvoorbeeld de status zuigen geactiveerd is en er wordt gestopt met zuigen om over te gaan naar de status volvaart, dan zal eerst de zandpomp uit gaan. Op dat moment zijn de zuigbuizen nog niet aan dek. De combinatie van statusindicatoren is dus niet meer correct voor de status zuigen, maar ook nog niet voor de status volvaart. In dit soort gevallen blijft de status op de oude status staan (status zuigen), totdat er een nieuwe geldige combinatie optreedt.

6 Dataoverdracht

6.1 Inleiding

De gemeten signalen (van de instrumenten) aan boord van de sleepopperzuiger (ladingniveau, diepgang, ballastvolume, baggerstatus dienen bij controlemetingen continu (tenminste 5 Hz) aan het systeem voor signaalvoorbewerking (pre-processor of netwerk) te worden aangeleverd. De signalen uit het systeem voor signaalvoorbewerking dienen continu met een frequentie van **2 Hz** aan het MARS systeem te worden aangeleverd.

De onnauwkeurigheid van de overdracht van het uitgangssignaal van de opnemers via het systeem voor signaalvoorbewerking aan boord naar de ingang van de MARS computer mag ten hoogste 1,25 maal de maximaal toelaatbare fout van de opnemer bedragen. Dat wil zeggen dat de maximale fout voor bijvoorbeeld een drukopnemer maximaal 0,5 % mag worden als de vereiste maximale fout voor de opnemer zelf 0,4 % is ($1,25 * 0,4 = 0,5$ %) zoals gesteld in hoofdstuk 2: 'Diepgangsbepaling' en hoofdstuk 3: 'Ladingniveaubepaling'.

6.2 Specificaties systemen voor signaaltransport

Tot het systeem voor signaaltransport wordt gerekend het transport van het signaal vanaf de opnemer tot en met het systeem van signaalomzetting bij de MARS meetcomputer. De scheepsbekabeling ten behoeve van het MARS moet volledig voldoen aan de geldende voorschriften van het Bureau waar het schip geklasseerd is (zoals BV, LR, GL, DNV enz.).

6.2.1 Specificaties systemen voor signaalomzetting

De analoge 4..20 [mA] stroomsignalen moeten in signalen worden omgezet zodanig dat het MARS gevoed kan worden met de vereiste meetwaarden zoals beschreven in paragraaf 6.2.5.C 'Meetwaarden'. Voor de signaalomzetting gelden de volgende richtlijnen:

nominaal bereik ingang:	0..20 [mA]
voeding nominaal:	24 [Vdc]

Digitale dataoverdracht systemen zijn ook toegestaan, bijvoorbeeld RS485 / Fieldbus (Profibus DP, Modbus), e.e.a. echter ter goedkeuring van de opdrachtgever. Bij de beoordeling van het dataoverdrachtsysteem is de toegankelijkheid van het signaal voor inspectie en troubleshooting een belangrijke voorwaarde. Het moet eenvoudig mogelijk zijn om ter plaatse van de MARS computer de ruwe uitgangssignalen van de verschillende opnemers te monitoren (loggen, zichtbaar maken) om deze te vergelijken met het directe uitgangssignaal van de opnemers.

Nauwkeurigheid:

De signaalomzetting draagt bij aan de totale meetfout. De totale nauwkeurigheid van de desbetreffende meting mag daardoor niet meer dan 25% van de vereiste opnemer-specificaties toenemen.

6.2.2 Specificaties voor seriële verbinding

De aansluiting van het systeem voor signaalvoorbewerking op het MARS-computersysteem geschiedt d.m.v van een seriële poort en een standaard RS232C verbindingskabel aan de MARS-computerzijde voorzien van een standaard D9 female-connector. De kabel die gebruikt wordt voor het verzenden van het seriële bericht tussen het systeem voor signaalvoorbewerking en de MARS-computer, moet gemaakt zijn volgens de EIA RS232C standaard. De kabel moet aan beide zijden (in de connectoren) minimaal de volgende aansluitingen bevatten:

- Transmit Data
- Request to Send
- Signal Ground
- Receive Data
- Clear to Send

De maximum lengte van de seriële data-kabel voor de overdracht van het seriële bericht, waarmee digitaal de analoge spanningssignalen en statussignalen worden doorgegeven, naar het MARS-computersysteem bedraagt 15 [m].

6.2.3 Specificaties systemen voor signaalvoorbewerking

Indien de signaalvoorbewerking digitaal met behulp van een micro-processor plaatsvindt, dient het systeem voor signaal-voorbewerking te worden gecombineerd met het systeem, voor statusbepaling en dient de in het systeem aanwezige data onder de nodige voorwaarden rechtstreeks met behulp van de seriële verbinding aan het MARS-computersysteem te worden aangeboden.

Indien in de MARS-Systeemopbouw voorzien wordt in gecombineerde opnemersystemen, dan wordt door middel van een systeem van signaalvoorbewerking de te combineren signalen (door bijvoorbeeld middeling) samengesteld tot één signaal.

Voor de signaalvoorbewerking gelden de volgende voorschriften: de samengestelde meetfout (van opnemers + signaalomzetting + voorbewerking) is niet groter dan de voor signaal-omzetting gespecificeerde waarde:

$$\delta_{\text{totaal}} \leq 1.25 * \text{de toelaatbare opnemernauwkeurigheid}$$

De combinatie van signalen vindt plaats na de signaalomzetting. Correcties op de ingaande signalen, zoals offsets etc. mogen alleen na goedkeuring door de opdrachtgever worden uitgevoerd.

6.2.4 Specificaties systemen voor elektrische voeding

Ten behoeve van het MARS-systeem dient de stroom-voorziening gestabiliseerd te zijn en beveiligd tegen piekspanningen en stroomonderbrekingen. Hiertoe dient het MARS vanuit het boordnet te worden gevoed via een UPS (uninterruptable power supply).

6.2.5 Serieel bericht

Het bericht dat digitaal de waarden van de analoge spanningssignalen en statussignalen weergeeft, moet volgens de volgende specificaties worden opgebouwd:

Frequentie minimaal 2 Hz (2 keer per seconde)

Baudrate 9600 baud

ASCII-string, bestaande uit:

- start karakter @ (=40 Hex)
- 5 digitale statustekens ASCII waarden '0' en '1' (=30 Hex en 31 Hex)
- ASCII ';' (= 3B Hex)
- 32x geldigheidstekens als ASCII karakter '0' of '1' (= 30 Hex en 31 Hex)
- ASCII ';' (= 3B Hex)
- 32x meetwaarde onderling gescheiden door ASCII ';' (=3B Hex)
- ASCII ';' (= 3B Hex)
- Checksum (CRC-16. Deze levert 4 Hexadecimale digits '0' – '9', 'A' – 'F')
- CR/LF

a) Statustekens

Algemeen:

xxxxx geldigheid(0=geldig,1=ongeldig)
43210 kanaal

kanaal:

0 = leegvaren
1 = zuigen
2 = volvaren
3 = storten
4 = walpersen

voorbeelden:

11110 = leegvaren
11101 = zuigen
11011 = volvaren
10111 = storten
01111 = walpersen

Het kan zijn dat, door wat voor reden dan ook, er meer statussen gelijktijdig geldig zijn, bijvoorbeeld:

11001 = zuigen en volvaren
01011 = walpersen en storten

In dit geval zal het MARS de laatst geldige status vasthouden totdat er weer een eenduidige status aanwezig is.

b) Geldigheidstekens

Er zijn maximaal 32 meetwaarden, zodoende 32 geldigheidstekens. De definitie van een geldigheidsteken is dat het op één ('1') staat indien de sensor gebruikt wordt en op nul ('0') indien dat niet zo is. De geldigheid bepaalt de configuratie waarmee het MARS werkt. De waarden van deze 32 geldigheidstekens zijn dan ook een bevestiging van de te gebruiken configuratie. De volgorde van de geldigheidstekens is gelijk aan de volgorden van de meetwaarden.

c) Meetwaarden

De 32 meetwaarden worden opgenomen in het bericht in de volgorde en formaat zoals in tabel 6.1

Tabel 6.1 Opbouw 'fysische' string t.b.v. MARS

Meetwaarde	Parameter	Eenheid	MARS	MARS-Light
	@		V	V
	Status		V	V
	Geldigheidstekens		V	V
1	Diepgang voor	Pa	V	V
2	Diepgang midden	Pa	O	NT
3	Diepgang achter	Pa	V	V
4	Niveau-sensor 1	cm	V	V
5	Niveau-sensor 2	cm	O	NT
6	Niveau-sensor 3	cm	O	NT
7	Niveau-sensor 4	cm	O	NT
8	Niveau-sensor 5	cm	V	V
9	Niveau-sensor 6	cm	V	V
10	Niveau-sensor 7	cm	O	NT
11	Niveau-sensor 8	cm	O	NT
12	Niveau-sensor 9	cm	O	NT
13	Niveau-sensor 10	cm	V	V
14	Volume slibbeunen	m ³	V	V
15	Waterballast	m ³	V	V
16	Soortelijke massa omgevingswater	Kg/m ³	NT	NT
17	Positie schip Eastings (UTM, ED50, zone 31)	cm	V	V
18	Positie schip Northings (UTM, ED50, zone 31)	cm	V	V
19	Diepte sleepkop bb t.o.v. de waterlijn. (positief=naar beneden)	cm	V	V
20	Diepte sleepkop sb t.o.v. de waterlijn. (positief=naar beneden)	cm	V	V
21	Getijwaarde t.o.v. NAP (of MSL waar van toepassing)	cm	V	V
22	Mengselsnelheid sb	cm/s	V	NT
23	Mengselconcentratie sb	kg/m ³	V	NT
24	Mengselsnelheid bb	cm/s	V	NT
25	Mengselconcentratie bb	kg/m ³	V	NT
26	Heading	graden	V	O
27 t/m 32	Reserve		NT	NT
	Checksum		V	V
	<CR>		V	V
	<LF>		V	V

V = Verplicht; NT = Niet Toegepast ; O = Optioneel

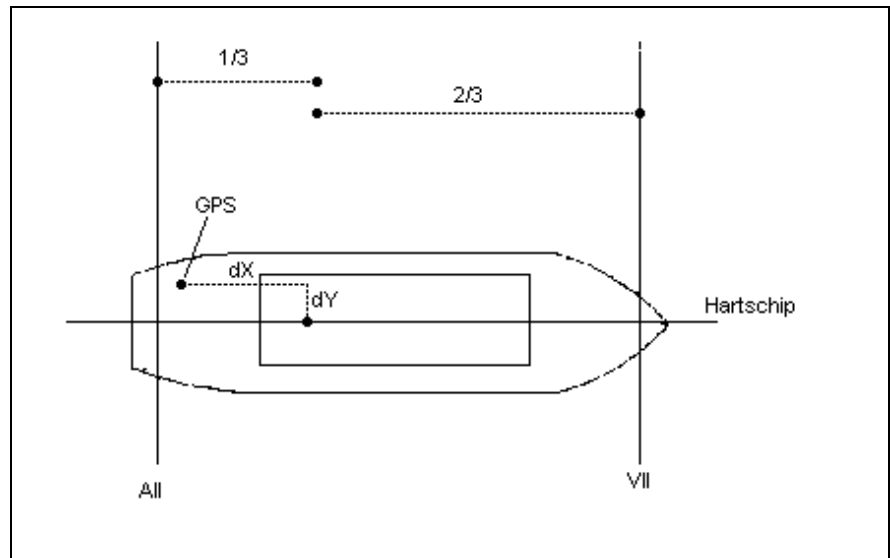
Indien er van bepaalde waarden geen gebruik gemaakt wordt (bijvoorbeeld omdat de sleepopper maar over één sleepkop beschikt) dan moet de aannemer in het seriële bericht deze waarden en het

overeenkomstige geldigheidsteken nul maken, om aan te geven dat de meetwaarde niet gebruikt wordt.

Bij gebruik van bijvoorbeeld 4 sensoren is de volgorde van de sensoren als volgt: (zie hoofdstuk 3: 'Ladingniveaubepaling', figuur 3.2)

Niveausensor 1 :	Bakboord voor
Niveausensor 5 :	Bakboord achter
Niveausensor 6 :	Stuurboord voor
Niveausensor 10 :	Stuurboord achter

De positie van de hopper dient doorgegeven te worden op een punt dat op 1/3 van de afstand tussen de loodlijnen voor de achter loodlijn op de hartlijn van het schip ligt. Hiervoor dienen een x- en y-offset van de GPS antenne gespecificeerd te worden (figuur 6.1).



Figuur 6.1 Offset GPS antenne t.b.v. aanleveren positie schip

d) Checksum

In het protocol is het laatste veld altijd een CRC 16 checksum veld in 4 hexadecimale digits.

De checksum wordt als een CRC16 berekend over alle bytes van de boodschap beginnend op het eerste karakter na het startkarakter tot en met het veldscheidingsteken direct vóór de checksum. De checksum wordt berekend via de volgende functie en tabel:

```

static unsigned short crctab2[] = {
    0x0000, 0x1189, 0x2312, 0x329B, 0x4624, 0x57AD, 0x6536, 0x74BF,
    0x8C48, 0x9DC1, 0xAF5A, 0xBED3, 0xCA6C, 0xDBE5, 0xE97E, 0xF8F7,
    0x1081, 0x0108, 0x3393, 0x221A, 0x56A5, 0x472C, 0x75B7, 0x643E,
    0x9CC9, 0x8D40, 0xBFDB, 0xAE52, 0xDAED, 0xCB64, 0xF9FF, 0xE876,
    0x2102, 0x308B, 0x0210, 0x1399, 0x6726, 0x76AF, 0x4434, 0x55BD,
    0xAD4A, 0xBCC3, 0x8E58, 0x9FD1, 0xEB6E, 0xFAE7, 0xC87C, 0xD9F5,
    0x3183, 0x200A, 0x1291, 0x0318, 0x77A7, 0x662E, 0x54B5, 0x453C,
    0xBDCB, 0xAC42, 0x9ED9, 0x8F50, 0xFBEB, 0xEA66, 0xD8FD, 0xC974,
    0x4204, 0x538D, 0x6116, 0x709F, 0x0420, 0x15A9, 0x2732, 0x36BB,
    0xCE4C, 0xDFC5, 0xED5E, 0xFCD7, 0x8868, 0x99E1, 0xAB7A, 0xBAF3,
    0x5285, 0x430C, 0x7197, 0x601E, 0x14A1, 0x0528, 0x37B3, 0x263A,
    0xDECD, 0xCF44, 0xFDDF, 0xEC56, 0x98E9, 0x8960, 0xBBFB, 0xAA72,
    0x6306, 0x728F, 0x4014, 0x519D, 0x2522, 0x34AB, 0x0630, 0x17B9,
    0xEF4E, 0xFEC7, 0xCC5C, 0xDDD5, 0xA96A, 0xB8E7, 0x8A78, 0x9BF1,
    0x7387, 0x620E, 0x5095, 0x411C, 0x35A3, 0x242A, 0x16B1, 0x0738,
    0xFFCF, 0xEE46, 0xDCDD, 0xCD54, 0xB9EB, 0xA862, 0x9AF9, 0x8B70,
    0x8408, 0x9581, 0xA71A, 0xB693, 0xC22C, 0xD3A5, 0xE13E, 0xF0B7,
    0x0840, 0x19C9, 0x2B52, 0x3ADB, 0x4E64, 0x5FED, 0x6D76, 0x7CFF,
    0x9489, 0x8500, 0xB79B, 0xA612, 0xD2AD, 0xC324, 0xF1BF, 0xE036,
    0x18C1, 0x0948, 0x3BD3, 0x2A5A, 0x5EE5, 0x4F6C, 0x7DF7, 0x6C7E,
    0xA50A, 0xB483, 0x8618, 0x9791, 0xE32E, 0xF2A7, 0xC03C, 0xD1B5,
    0x2942, 0x38CB, 0x0A50, 0x1BD9, 0x6F66, 0x7EEF, 0x4C74, 0x5DFD,
    0xB58B, 0xA402, 0x9699, 0x8710, 0xF3AF, 0xE226, 0xD0BD, 0xC134,
    0x39C3, 0x284A, 0x1AD1, 0x0B58, 0x7FE7, 0x6E6E, 0x5CF5, 0x4D7C,
    0xC60C, 0xD785, 0xE51E, 0xF497, 0x8028, 0x91A1, 0xA33A, 0xB2B3,
    0x4A44, 0x5BCD, 0x6956, 0x78DF, 0x0C60, 0x1DE9, 0x2F72, 0x3EFB,
    0xD68D, 0xC704, 0xF59F, 0xE416, 0x90A9, 0x8120, 0xB3BB, 0xA232,
    0x5AC5, 0x4B4C, 0x79D7, 0x685E, 0x1CE1, 0x0D68, 0x3FF3, 0x2E7A,
    0xE70E, 0xF687, 0xC41C, 0xD595, 0xA12A, 0xB0A3, 0x8238, 0x93B1,
    0x6B46, 0x7ACF, 0x4854, 0x59DD, 0x2D62, 0x3CEB, 0x0E70, 0x1FF9,
    0xF78F, 0xE606, 0xD49D, 0xC514, 0xB1AB, 0xA022, 0x92B9, 0x8330,
    0x7BC7, 0x6A4E, 0x58D5, 0x495C, 0x3DE3, 0x2C6A, 0x1EF1, 0x0F78
};

```

```

unsigned short crc16(const unsigned char *bufptr, unsigned short
len) {
    union CRC {
        struct HILO{
            unsigned char low;
            unsigned char high;
        } hilo;
        unsigned short word;
    } crc;
    unsigned short i;

    crc.word = 0;
    if (len == 0) {
        return 0;
    }

    for (i = 0; i < len; i++) {
        crc.word = (unsigned short)(crc.hilo.high ^ crctab2[(crc.word
^ bufptr[i]) & 0xff]);
    }
    return crc.word;
}

```

e) Voorbeeldstring

@11110;10110001100011101100001110000000;42315;0;54885;1200;0;0;0;1127;1219;0;0;0;1144;22;120;0;58813898;575106759;1120;0;20;0;0;550;1250;265;0;0;0;0;0;D7E0<CR><LF>

De checksum staat onderstreept en bestaat uit 4 hexadecimale digits (0-9,A-F). De karakters waarover de checksum berekend is, zijn cursief weergegeven

status	=	leegvaren
diepgang voor	=	42315 Pa
diepgang achter	=	54885 Pa
Niveausensor 1	=	1200 cm
Niveausensor 5	=	1127 cm
Niveausensor 6	=	1219 cm
Niveausensor 10	=	1144 cm
Volume slibbeunen	=	22 m ³
Waterballast	=	120 m ³
Soortelijke massa omg. water	=	0 kg/m ³
Eastings	=	58813898 cm
Northings	=	575106759 cm
Diepte sleepkop BB	=	1120 cm*
Getijwaarde	=	+20 cm
Mengselnelheid BB	=	550 cm/s*
Mengselconcentratie BB	=	1250 kg/m ³ *
Koers	=	265 °

*)Bij deze string is uitgegaan van één (bakboord)zuigbuis.

Meetwaarde 14 in de string is alleen van toepassing indien de hopper voorzien is van slibbeunen. Indien dit niet het geval is, dient deze meetwaarde met bijbehorend geldigheidsbit op 0 gezet te worden.

6.2.6 In te dienen gegevens

Voorafgaande aan de installatie dient bij de opdrachtgever ter goedkeuring te worden ingediend:

- installatieplan
- een functionele beschrijving met specificatie
- software van de voorbewerkingscomputer in source-code (in ASCII-formaat en gedocumenteerd)

7 Scheepsgegevens

7.1 Inleiding

De aannemer moet de volgende documenten bij de opdrachtgever indienen minimaal 5 werkdagen voor afname van het schip voorafgaand aan de aanvang van de werkzaamheden.

De volgende gegevens dienen aan de opdrachtgever te worden overlegd:

Invulformulieren als in hoofdstuk 8 met daarin:

- Algemene scheepsgegevens (beuninhoud, tonnage)
- Beschrijving toegepaste meetmethoden en instrumenten
- Beschrijving toegeleverde signalen (kanalen, eenheden, meetfrequentie)
- Detailgegevens over gebruikte instrumenten en referentievlakken (afgerond op 0,001 m)
- Carènegegevens
 - Carènetabel (ook digitaal)
 - Carènetabel gecorrigeerd voor doorbuiging ten opzichte van recht schip (optioneel)
- Beuninhoudsstaat (ook digitaal)
- Situatieschets van het beun en de opnemerconfiguratie
- Ballasttankstaat(-staten) (afgerond op 0,1 m³)
- Scheepstekeningen (general layout)
- Tankenplan
- Statusgeneratie matrix
- International load line certificate
- International load line exemption certificate
- Getekende checklist Scheepsboek

7.2 Voorschriften m.b.t. waterverplaatsingsgegevens

Het Carènediagram bevat de waterverplaatsingsgegevens van de sleephopperzuiger. De waterverplaatsing heeft betrekking op het schip met gesloten bodemdeuren inclusief huid en aanhangsels. De waterverplaatsing wordt hierbij uitgedrukt in m³. De waterverplaatsing wordt gepresenteerd als functie van de gemiddelde (midscheepse) diepgang ten opzichte van de onderkant kiel (o.k.k.), voor een reeks van trimliggingen. Indien het Carènediagram bepaald is ten opzichte van de basis, in plaats van ten opzichte van onderkant kiel, dan dient in de Carènetabel bij alle diepgangswaarden de kielplaat-dikte te zijn opgeteld, zodat de tabelwaarden wel gegeven zijn ten opzichte van onderkant kiel.

De doorbuiging die eventueel kan optreden wordt niet gemeten maar berekend op basis van een aangenomen ladingmassa en in de tabelwaarden meegenomen.

Ijking van waterverplaatsingsgegevens en Carènediagram moet desgevraagd plaatsvinden op basis van een watervulling van het beun of anderszins gecontroleerd beladen van het schip (Zie paragraaf 1.4.1 'Toleranties voor het MARS' 'waterreis').

De gegevens zijn geldig zolang er geen structurele wijziging(en) van de geometrie van het schip (tot de maximaal mogelijk bereikbare inzinking, over het volle trimgebied) heeft plaatsgevonden die van invloed is op de waterverplaatsing. Indien wel één of meer wijzigingen, zoals hiervoor genoemd, hebben plaatsgevonden, moet de aannemer dit voorafgaand aan het te verrekenen baggerwerk melden aan de opdrachtgever. Daarnaast dient de aannemer de Carènegegevens opnieuw te laten berekenen en deze nieuwe gegevens aan de opdrachtgever te overhandigen, voor aanvang of hervatting van de werkzaamheden, voor verwerking in het MARS.

7.2.1 Carènegegevens

De aannemer dient een originele Carènetabel voor gesloten bodemkleppen en gecorrigeerd voor scheepshuid en aanhangselen van de betreffende sleephopperzuiger aan de opdrachtgever te overhandigen.

De Carènetabel moet de waterverplaatsings-gegevens van de sleepzuiger bevatten, betrokken op het schip inclusief huid en aanhangsels en voor gesloten bodemkleppen; de waterverplaatsing wordt hierbij uitgedrukt in [m³]. De waterverplaatsing wordt gepresenteerd als functie van de gemiddelde (midscheepse) diepgang ten opzichte van de onderkant kiel (o.k.k.), voor alle mogelijke trimliggingen. Indien de Carènetabel bepaald is ten opzichte van de basis, in plaats van ten opzichte van de onderkant kiel, dan dient in de Carènetabel bij alle diepgangswaarden de kielplaat-dikte te zijn opgeteld, zodat de tabelwaarden wel gegeven zijn ten opzichte van de onderkant kiel.

a) Correctie voor doorbuiging

Afhankelijk van de beladingstoestand en de geometrie zal de sleephopperzuiger bol of hol doorbuigen (vaak ook met de Engelse termen: 'hogging' en 'sagging' aangeduid).

De grootte en het teken van de correctie is afhankelijk van de geometrie, de stijfheid, de beladingstoestand en de langsscheepse positie van de drukopnemers, voor diepgangsmeting, in de sleephopperzuiger.

De correctie (δV) op het volume (V) van de berekende waterverplaatsing wordt gedefinieerd door de volgende betrekkingen:

$$V_{\text{berekend}} = V_{\text{werkelijk}} + \delta V$$

zodat:

$$V_{\text{werkelijk}} = V_{\text{berekend}} - \delta V$$

De tabel met correcties op de waterverplaatsing kan worden berekend door de rederij, een scheepsbouwkundig adviesbureau of een scheepswerf.

De berekening van de correctie op de waterverplaatsing ten gevolge van doorbuiging dient voor diverse beladings-toestanden te worden uitgevoerd om te komen tot de correctietabel die qua grote identiek is aan de Carènetabel. De berekening moet stapsgewijs over de lengte worden uitgevoerd en tabellarisch gepresenteerd. De gekozen stapgrootte moet zijn aangepast aan het verloop van de belasting. Als minimum beladingstoestand wordt aangehouden een leeg bedrijfsklaar schip, droge hopper, geen voorraden en geen ballast. Als maximum beladingstoestand wordt aangehouden een maximaal beladen schip, voorraden 10% van de maximale capaciteit en een operationele ballast nodig voor gelijkmatigheid. Het aantal door te rekenen beladingstoestanden moet zijn aangepast aan het verloop van de te verwachten correctie. En wel zodanig dat door een lineaire interpolatie geen grotere fout in de berekende correctie optreedt dan 2% van de maximale correctie. Voor elke beladingstoestand wordt de bijbehorende trim in de berekeningen van de correctie betrokken. De correctie wordt echter voor alle trimliggingen behorend bij de gemiddelde diepgang toegepast.

Voor schepen met meerdere beunen moeten extra beladingstoestanden voor varianten met ongelijkmatige verdeling van de lading over de beide beunen worden doorgerekend, waarbij echter telkens een van beide beunen maximaal beladen wordt, zodat in die gevallen ook wordt voldaan aan het 2% criterium zoals hierboven genoemd. Op basis van bovenstaande werkwijze dient een interpolatie als functie van de gemiddelde diepgang te worden gemaakt, in gelijke stappen als de Carènetabel, eventueel aangevuld met (geïnter-/extrapoleerde trimcorrecties).

Het bereik van de waterverplaatsingsgegevens dient betrokken te zijn op de feitelijk grootst mogelijke inzinking (diepgang) in zoet water en de minimum diepgang in zout water, ongeacht de voor het schip in het betreffende vaargebied geldende beperkingen en dient afgestemd te zijn met het in hoofdstuk 2: 'Diepgangsbepaling' gespecificeerde nominale diepgangsmeebereik. (De waterverplaatsing bij eventueel baggeren met 'water aan dek' moet toch vastgesteld kunnen worden,

ongeacht of dit ook toegelaten is). Als minimum diepgang wordt beschouwd de theoretische diepgang van het lege bedrijfsklare schip, zonder voorraden, reservedelen enz.

De waterverplaatsingsgegevens moeten bepaald zijn voor het volledige bereik van voorkomende trimliggingen. In het algemeen zal dit neerkomen op een trim van -1 [m] (koplast), via 0 [m] (gelijklast), tot +3 [m] (stuurlast), dit is echter afhankelijk van de scheepsgeometrie. De waterverplaatsingsgegevens dienen te zijn bepaald voor diepgangen in oplopende stappen van 0,10 [m] en voor trim met een stapgrootte van 0,50 [m].

De waterverplaatsingsgegevens, evenals de correcties voor doorbuiging, dienen in tabelvorm, volgens tabel 7.1, zowel schriftelijk als op diskette (formaat in overleg met de opdrachtgever), bij de opdrachtgever te worden ingediend.

Tabel 7.1 *Opbouw aan te leveren waterverplaatsingstabel*

Diepgang Midscheeps O.k.k [m]	TRIMLIGGING trim [m] →				
	-1.00 [m]	-0.50 [m]	0.00 [m]	0.50 [m]	...[m] enz.
.....					
2.90					
3.00					
3.10					
3.20					
3.30					
3.40					
Enz.					

7.2.2 Situatieschets

De situatieschets moet een langsdoorsnede en een dwarsdoorsnede van het beun (respectievelijk de beunen) bevatten waarin de hoofdmaten en de ligging van de drukopnemers duidelijk aangegeven zijn.

7.3 Voorschriften m.b.t. beuninhoudgegevens

De bepaling van het volume van de lading vindt in het MARS plaats op basis van het gemiddelde vloeibare ladingniveau in de hopper, gebruikmakend van de beunstaat. De beunsta(a)t(en) moeten in tabelvorm de inhoud van het hoofdbeun, en eventuele bijbeunen van het schip in m³ aangeven ten opzichte van een referentievlak boven in het beun. De beuninhoud moet per 0,01 meter verticale diepte en afgerond op 0,1 m³ aangeleverd worden.

Let op: Referentievlak van de in te leveren beunstaat dient hetzelfde te zijn als het referentievlak van de beunopnemers.

Een door het team scheepsmeting van IVW (Inspectie Verkeer en Waterstaat) divisie scheepvaart vastgestelde beunsta(a)t(en) is geldig totdat er structurele veranderingen aan of in het beun worden aangebracht.

Indien wel één of meer wijzigingen, zoals hiervoor genoemd, hebben plaatsgevonden, dan moet de aannemer dit, voor inzet van de sleepopperzuiger, melden aan de opdrachtgever, de beunstaat(en) door het team scheepsmeting van IVW opnieuw laten vaststellen en deze nieuwe gegevens aan de opdrachtgever overhandigen voor verwerking in het MARS.

7.3.1 Beunstaat

De beunsta(a)t(en) moet in tabelvorm de inhoud van het hoofdbeun, en eventuele bij-beunen, van het schip in [m³] aangeven ten opzichte van een referentievlak boven in het beun. De beuninhoud moet per 0,01 [m] verticale diepte en afgerond op 0,1 [m³] aangeleverd worden. Indien de sleepopperzuiger is voorzien van slibtanks dient ook hiervan de beunstaat(en) op dezelfde manier te worden aangeleverd.

Iedere bladzijde van de beunsta(a)t(en) dient voorzien te zijn van:

- Naam sleepopperzuiger
- Stempel team scheepsmeting
- De laatste pagina tevens de handtekening van de scheepsmeter

De beunsta(a)t(en) dient tevens op diskette te worden ingediend in het volgende formaat (ASCII tekst):

SLEEPHOPPER x
Hoofdbeun

Z [cm]	Vbeun [m ³]
435	6085.0
436	6084.8
437	6079.9
438	6075.5
439	6071.3
440	6066.0
441	6060.1
442	6055.2
443	6049.0
444	6044.2
445	6037.5
446	6031.9
447	6025.2
etc.	etc.

X = naam sleephopper
Z = afstand ten opzichte van referentievlak beuntabel
[cm]
Vbeun = beunvolume [m³]

Let op: Referentievlak van de in te leveren beunstaat dient hetzelfde te zijn als het referentievlak van de beunniveau-opnemers. Indien het referentievlak van de beunstaat anders is dan het referentievlak van de niveauopnemers dan dient de offset verwerkt te worden in de beunstaat of het referentievlak van de opnemers aangepast te worden. Dit dient in overleg met de opdrachtgever te gebeuren.

7.3.2 Situatieschets

De situatieschets moet een langsdoorsnede en een dwarsdoorsnede van het beun (respectievelijk de beunen) bevatten waarin de hoofdmaten en de ligging van het referentievlak (van zowel de beuntabel als de niveauopnemers duidelijk aangegeven zijn).

7.4 Voorschriften m.b.t. ballasttankgegevens

De aannemer moet de volgende documenten, bij de opdrachtgever, in dienen voor de aanvang van de werkzaamheden:

- Aannemersverklaring
- Verklaring het team scheepsmeting van IVW
- Scheepsmetingsdienst
- Ballasttanktabellen
- Tankenplan
- Lijst van de operationele en niet operationele tanks (betrokken op tankenplan)

7.4.1 Aannemersverklaring

De aannemer dient schriftelijk te verklaren dat de ingediende Ballasttankinhoudsgegevens gecontroleerd zijn door het team scheepsmeting van IVW (Inspectie Verkeer en Waterstaat) divisie scheepvaart en juist zijn bevonden en dat de gegevens gebaseerd zijn op het schip in zijn huidige toestand en dat de niet-operationele ballasttanks verzegeld zijn.

7.4.2 Verklaring team scheepsmeting van IVW

De verklaring van het team scheepsmeting van IVW dient de volgende items te bevatten:

- Stempel team scheepsmeting
- Naam sleephopperzuiger
- Teboekstellingsnummer
- Datum van meting
- Naam + handtekening Scheepsmeter

7.4.3 Ballasttanktabellen

De inhoud van alle operationele ballasttanks moet per tank in tabelvorm aangeleverd worden, waarbij de inhoud in [m³], afgerond op 0,1 [m³], per 0,10 [m] verticale afstand ten opzichte van het diepste punt van de tank, gegeven moet zijn.

Iedere bladzijde van de ballasttank tabulatie dient voorzien te zijn van:

- Naam sleephopperzuiger
- Nummer ballasttank
- Stempel team scheepsmeting

De ballasttanktabel(len) dient tevens op diskette in het volgende formaat te worden ingediend (ASCII tekst):

SLEEPHOPPER x

Tank nummer 1

Peiling Inhoud

[m] [m³]

1.4 5.6

1.5 6.4

1.6 7.3

1.7 8.2

1.8 9.2

1.9 10.2

2.0 11.3

2.1 12.5

2.2 13.7

2.3 14.9

x = naam sleephopper

7.4.4 Tankenplan

Op een origineel 'tankenplan' van de sleephopperzuiger dienen alle ballasttanks duidelijk en genummerd te zijn aangegeven. Tevens dient van iedere tank tenminste één langsdoorsnede en één dwarsdoorsnede inclusief de inhoud in [m³] gegeven te worden.

In het 'tankenplan' dient duidelijk aangegeven te worden welke ballasttanks als operationele en welke als niet operationele ballasttanks beschouwd worden; dat wil zeggen welke tanks wel en welke niet gebruikt (en dus verzegeld) zullen worden.

8 Invulformulieren voor het MARS

8.1 Algemene scheepsgegevens

Algemene gegevens

Naam sleepzuiger _____

Firmanaam (reder) _____

Plaats van vestiging _____

Aannemer(indien
anders dan reder) _____

Plaats van vestiging _____

Scheepsgegevens

Lengte loodlijnen L_{ll} _____ [m]

Holte in de zij D _____ [m]

Diepgang op b.m. T_{bm} _____ [m]

Waterlijn-opp. b.m. A_{wl} _____ [m²]

Maximum diepgang T_{max} _____ [m]

Max. trim¹ geladen $Trim$ _____ [m]

Gem. diepgang bij
beun gevuld met water D_{gem} _____ [m]

Trim¹ bij beun
gevuld met water $Trim$ _____ [m]

[¹] Trim= diepgang achter – diepgang voor

Dikte kielplaat t_k _____ [mm]

Schroefdiameter D_{schr} _____ [m]

Positie schroef
t.o.v All L_{schr} _____ [m]

Displacement of Waterverplaatsing
op baggermerk [m³] Depl_{bm} _____ [m³]

Displacement of Waterverplaatsing gereed
bedrijfsklaar schip [m³] Depl_{gereed} _____ [m³]

Bedoeld is hier het displacement van het schip voorzien van bunkers,
proviand en bemanning voor twee weken en met een leeg beun.

Massavermindering hopper in tijd
Verbruik (olie, water etc) Verbr _____ [ton/uur]

8.2 Opgave specificaties MARS-drukopnemers

Geselecteerde drukopnemers

Merk _____

Type _____

Meetprincipe _____ (I)

I) meetprincipe: membraan, keramisch, rekstrook capacitatief enz

Meetbereik 0..100 [%] = 0.._____ [mBar]

Nominaal bereik P_{nom} _____ [mBar]

Gekozen bereik P_{sel} _____ [mBar]

Nominaal vereiste nauwkeurigheid

MARS $0.4 [\%] * P_{nom} =$ _____ [mBar],
dwz. _____ [%] * P_{sel}

MARS-Light $1.0 [\%] * P_{nom} =$ _____ [mBar],
dwz. _____ [%] * P_{sel}

Uitgangssignaal 0..100 [%] = 4..20 [mA]

Voeding U_{min} : _____ [V]

U_{max} : _____ [V]

Overbelastbaarheid[Bar]

Tijdconstante T[sec] (-3dB - punt)

Verdere bijzonderheden.

8.3 Opgave ontwerp-posities MARS drukopnemers

De gemotiveerde definitie van de drukopnemerposities voor diepgangsmeting vindt plaats op grond van onderstaande gegevens.

Aantal diepgangssensoren: _____

Configuratie basis / combinatie 0 / 1 / 2
(doorhalen hetgeen niet van toepassing is)

Posities	Lengte uit $A_{ }$	Breedte ¹ Uit hart Schip	Hoogte ² Boven basis
Sensor 1	[m]	[m]	[m]
Sensor 2	[m]	[m]	[m]
Sensor 3	[m]	[m]	[m]
Sensor 4	[m]	[m]	[m]

Onderlinge langsscheepse afstand (S_{av})

$$S_{av} = \text{_____} \Rightarrow 0.60 * L_{||} = \text{_____} [m]$$

Afstand tot schroef (SD_{schr})

$$SD_{schr} = \text{_____} \Rightarrow 6 * D_{schr} = \text{.....} [m]$$

Midscheepse afstand

$$dT_m \leq \frac{0.005 * (Depl_{bm} - Depl_{gereed})}{1.03 * A_{wl}}$$

Plaatstolerantie midscheeps tussen drukopnemers

$$DS = \text{_____} \leq 10 * dT_m = \text{_____} [m]$$

Waarin:

- $Depl_{bm}$ Displacement of Waterverplaatsing op baggermerk [t]
- $Depl_{gereed}$ Displacement of Waterverplaatsing gereed bedrijfsklaar schip [t]
- A_{wl} Waterlijnoppevlak op baggermerk [m²]
- dT_m Systematische fout gemiddelde diepgang [m]
- dS Midscheepse afstand tot HS verbindingslijn drukopnemers [m]

Toelichting:

¹Richting t.o.v. Hart schip: SB + / BB -

²Als hoogte van de drukopnemer wordt het midden van het opnemelement genomen.

Configuratie:

- basis configuratie Enkelvoudige drukopnemers voor en achter (VS-MARS hoofdstuk 2: 'Diepgangsbepaling' tabel 2.1).
- combinatie 0 Gemiddelde van twee drukopnemers, voor en achter (VS-MARS hoofdstuk 2: 'Diepgangsbepaling' tabel 2.2).
- combinatie 1 Diagonale opstelling (VS-MARS hoofdstuk 2: 'Diepgangsbepaling' tabel 2.3).
- combinatie 2 Diagonale opstelling (VS-MARS hoofdstuk 2: 'Diepgangsbepaling' tabel 2.4).

8.4 Opgave specificaties MARS-niveau-opnemers

Scheepsgegevens:

Aantal hoppers _____

Betreffende hopper voor/achter/

Type hopper open / gesloten

- lengte L_h _____ [m]

- breedte B_h _____ [m]

- holte D_h _____ [m]

- positie
hoppermidden X_{hm} _____ [m] t.o.v. All.

- max. overvloed t.o.v. bovenkant hopper
 d_{ov} _____ [m](boven + /onder -)

- Afstand niveau-opnemers t.o.v. bovenkant hopper
 h_{opn} _____ [m](boven + /onder -)

Nominaal bereik H_{nom} _____ [m]

Gekozen bereik H_{sel} _____ [m]

Nominaal vereiste Nauwkeurigheid

MARS $0.4[\%] * H_{nom} =$ _____ [m],
dwz. _____ [%] * H_{sel}

MARS-Light $1.0[\%] * H_{nom} =$ _____ [m],
dwz. _____ [%] * H_{sel}

- Hoogte referentievlak van beunstaat en sensoren

H_{ref} _____ [m] boven de basis ¹

¹Let op: Referentievlak van de in te leveren beunstaat dient hetzelfde te zijn als het referentievlak van de beunsensoren.

Algemene informatie

Merk _____

Type _____

Uitvoering _____

Meetprincipe _____ (I)

I) meetprincipe: ultra-geluid, radar, guided microwaves enz.

Meetbereik $0..100 [\%] = 0..$ _____ [m]

Uitgangssignaal 0..100 [%] = 4...20 [mA]

Voeding Umin: _____[V]
 Umax: _____[V]

Tijdconstante T _____[sec] (-3dB - punt)

Verdere bijzonderheden

8.5 Opgave ontwerp posities MARS-niveau-opnemers

Configuratie basis /

Set	Sensor	Lengte uit A.L.L.	Breedte ¹ uit hart schip	Hoogte ² boven basis
1 Voor	Opnemer 1 BB	[m]	[m]	[m]
	Opnemer 6 SB	[m]	[m]	[m]
2	Opnemer 2 BB	[m]	[m]	[m]
	Opnemer 7 SB	[m]	[m]	[m]
3	Opnemer 3 BB	[m]	[m]	[m]
	Opnemer 8 SB	[m]	[m]	[m]
4	Opnemer 4 BB	[m]	[m]	[m]
	Opnemer 9 SB	[m]	[m]	[m]
5 Achter	Opnemer 5 BB	[m]	[m]	[m]
	Opnemer 10 SB	[m]	[m]	[m]

Langscheepse

onderlinge afstand = _____ [m] > 0.77 L_n = _____ [m]

(Set 1/Set 5)

Toelichting:

¹Richting t.o.v. Hart schip : SB + / BB –

²Als positie van de niveau-opnemer wordt het midden genomen van het punt waar de niveau-opnemer feitelijk meet. Alle sensoren dienen in principe op dezelfde hoogte te worden geplaatst.

8.6 Opgave specificaties ballastmeting d.m.v. drukopnemers

Scheepsgegevens:

Hoppervolume V_h _____ [m³]
Betreffende tank nr. (volgens tankplan) _____
Tankvolume V_t _____ [m³]
Max. Vulhoogte H_t _____ [m]
Max. druk ballastpomp P_{max} _____ [Bar]

Conclusies:

Nominaal bereik P_{nom} _____ [mBar]
Gekozen bereik P_{sel} _____ [mBar]

Vereiste nauwkeurigheid

$$\delta = \pm 0.1 * \frac{V_{hopper(s)}}{V_{tanks-totaal}} * 0.4 [\%]$$

= _____ [%] betrokken op nominaal meetbereik;

= _____ [%] betrokken op geselecteerd meetbereik

Merk _____

Type _____

Meetprincipe _____ (I)

Meetbereik 0..100 [%] = 0.._____ [mBar]

Uitgangssignaal 0..100 [%] = 4..20 [mA]

Voeding U_{min} : _____ [V]

U_{max} : _____ [V]

Overbelastbaarheid[Bar]

Tijdconstante T[sec] (-3dB - punt)

Verdere bijzonderh. III)

I) meetprincipe: membraan, keramisch, rekstrook capacitatief enz

8.7 Opgave specificaties ballastmeting d.m.v. niveau-opnemers

Scheepsgegevens:

Hoppervolume V_h _____[m³]
 Betreffende tank nr. (volgens tankplan) _____
 Tankvolume V_t _____[m³]
 Max. Vulhoogte H_t _____[m]
 Tijd benodigd voor volledig vullen _____[s]
 Tijd benodigd voor volledig legen _____[s]
 Hoogte referentievlak opnemer boven tankbodem
 H_{ref} _____[m]

Conclusies:

Nominaal bereik H_{nom} _____[mBar]
 Gekozen bereik H_{sel} _____[mBar]

Vereiste nauwkeurigheid

$$\delta = \pm 0.1 * \frac{V_{hopper(s)}}{V_{tanks-totaal}} * 0.4 [\%]$$

= _____[%] betrokken op nominaal meetbereik;

= _____[%] betrokken op geselecteerd meetbereik

Algemene informatie:

Merk _____
 Type _____
 Uitvoering _____
 Meetprincipe _____ (l)

Meetbereik 0..100 [%] = 0.._____ [m]

Uitgangssignaal 0..100 [%] = 4...20 [mA]

Voeding U_{min} : _____[V]

U_{max} : _____[V]

Tijdconstante T _____[sec] (-3dB - punt)

meetprincipe: ultra-geluid, radar, guided microwaves enz.

8.8 Opgave ontwerpposities MARS-ballasttank-opnemers

Scheepsgegevens:

Positie zwaartepunt

- t.o.v. All X_z _____[m]

- t.o.v. hartschip Y_z _____[m] (SB + / BB -)

Tankbodem t.o.v.
de basis

Z_t _____[m]

Tankhoogte H_t _____[m]

Tanknummer _____; vlg. 'tankenplan' nr: _____

Configuratie _____ opnemers (aantal: 1 of 2)

Posities	Lengte t.o.v. All	Breedte ¹ t.o.v Hart schip	Hoogte ² Boven basis
Opnemer 1	[m]	[m]	[m]
Opnemer 2	[m]	[m]	[m]
Gemiddeld	[m]	[m]	[m]

Toelichting:

¹Richting t.o.v. HS : SB + / BB -

²Als positie van de ballasttankopnemer wordt het midden van het opnemerreferentievlak genomen

LET OP: VOOR ELKE OPERATIONELE BALLASTTANK A.U.B. EEN APART FORMULIER

8.9 Opgave specificaties signaalomzetting

Geselecteerde systeem voor stroomomzetting en signaaltransport::

Merk _____

Type _____

Uitvoering _____

Plaatsing
in welke ruimte _____

8.10 Opgave specificaties overige signalen

Positie antenne GPS:

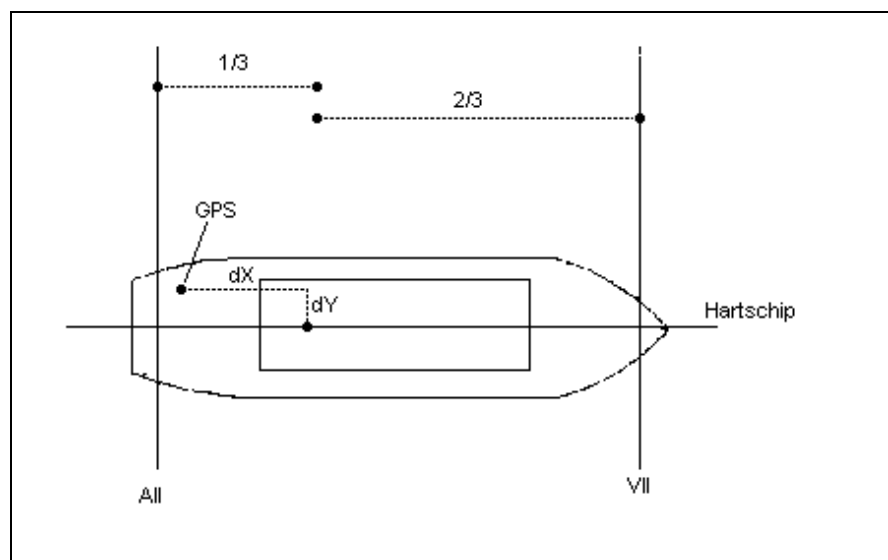
Positie antenne GPS X_{GPS} _____ (t.o.v. All)

Positie antenne GPS Y_{GPS} _____ (t.o.v. hartlijn)

Offset X_{GPS} (1/3 van afstand tussen loodlijnen voor achterloodlijn)

dX_{gps} _____ (t.o.v. X_{GPS})

Offset Y_{GPS} (op hartlijn schip) dY_{gps} _____ (t.o.v. Y_{GPS})



8.11 Status Indicatoren Matrix

Status
Leegvaren				
Zuigen				
Volvaren				
Storten				
Walpersen/Rainbowen				

8.12 Checklijst Hoofdstuk 7

Aan de opdrachtgever te overhandigen gegevens o.a.:

Naam hopper :

Checklijst Scheepsboek

Aannemer :
Compleet :
Geaccepteerd :

Hoofdstuk	versie	OK
2.00 Invulformulieren MARS		
2.01 Inv.form. 8.01 - Algemene Scheepsgegevens		
2.02 Inv.form. 8.02 - Opg.specs MARS drukopn.		
2.03 Inv.form. 8.03 - Opg. ontw.-posities MARS drukopn.		
2.04 Inv.form. 8.04 - Opg. specs MARS niveau-opn.		
2.05 Inv.form. 8.05 - Opg. ontw.-posities MARS niveau-opn.		
2.06 Inv.form. 8.06 - Opg. specs ballastmeting dmv drukopn.		
2.07 Inv.form. 8.07 - Opg. specs ballastmeting dmv niveau-opn.		
2.08 Inv.form. 8.08 - Opg. ontw. posities MARS ballasttank-opn.		
2.09 Inv.form. 8.09 - Opg. specs signaalomzetting		
2.10 Inv.form. 8.10 - Opg. Specs overige signalen		
2.11 Inv.form. 8.11 - Status indicatoren matrix		
3.00 MARS		
3.01 MARS configuratie (parameterlijst)		
3.03 MARS meten		
3.04 MARS bediening		
5.00 Beunstaat		
5.01 Officieel ondertekende en goedgekeurde* beunstaat (kopie)		
5.02 Beunstaat digitaal. Zie 7.3 voor formaat: per cm (ullage) en afgerond op 0,1 m ³ .		
6.00 Carène-diagram		
6.01 Officieel ondertekend en goedgekeurd* Carène-diagram (kopie)		
6.02 Lijnenplan diepgang hopper		
6.03 Carène-diagram gecorrigeerd voor doorbuiging (digitaal) zie 7.2.3 voor formaat: diepgang in stappen van 10 cm en trim in stappen van 50 cm		
7.00 Scheepsgegevens		
7.01 General arrangement; groot formaat bijv. A1		
7.02 International load line certificate		
7.03 International load line exemption certificate		
8.00 Beunsensoren (niveau-opnemers)		
8.01 Overzicht meetpunten voor beunniveaumeting (tekening)		
8.02 Detailtekening Beunniveausensoren (tekening)		
8.03 Technische gegevens niveausensor (fabrikant)		
8.04 Instellingen niveausensor		

9.00 Diepgangssensoren

- 9.01 Overzicht meetpunten voor diepgangsmeting (tekening)
- 9.02 Detailtekening Drukopnemer
- 9.03 Technische gegevens drukopnemer (fabrikant)
- 9.04 Instellingen drukopnemer

10.00 Ballasttanks

- 10.01 Overzicht meetpunten voor Ballasttankmeting + Tankenplan
- 10.02 Technische gegevens ballasttanksensor (fabrikant)
- 10.03 Instellingen ballasttanksensor
- 10.04 Peiltabellen operationele ballasttanks

11.00 Signaal (voor-)bewerking

- 11.01 Beschr.statussignaalgeneratie incl. statusindicatorenmatrix.
- 11.02 Beschr. van procedure in systeem van signaalvoorbewerking
- 11.03 Systeembeschrijving (fabrikant)

Namens de opdrachtnemer

Plaats, datum:

Handtekening
functie

* door een door IVW erkend klassebureau.

9 Begripsbepaling

9.1 Begrippen

MARS

MARS (Monitoring And Registration System) is een meetsysteem waarmee de hoeveelheid lading van een sleeplader maar ook de positie en de momentane zuigproductie wordt bepaald. De bepaling van de hoeveelheid m³ zand of tonnen droge stof vindt plaats op basis van massa en volumebepaling van de gebaggerde lading.

De bepaling van de massa van de lading vindt plaats in het MARS door het bepalen van het verschil tussen de massa van de waterverplaatsing voor en na het laden. De bepaling van de waterverplaatsing, als gevolg van de inzinking van het schip, vindt plaats met behulp van meting van de hydrostatische druk ter plaatse van de kiel. Deze meting vindt plaats in het voor- en in het achterschip met behulp van drukopnemers. Uit de gemeten hydrostatische drukken worden de diepgangen ter plaatse van de drukopnemers bepaald en herleid tot de gemiddelde diepgang en tot de trim, alsmede tot de diepgangen op de voor- en op de achterloodlijn. Andere methoden van diepgangsmeting zijn na overleg met en toestemming van de opdrachtgever toegestaan.

Met deze waarden en de soortelijke massa van het omgevingswater wordt m.b.v. de waterverplaatsingsgegevens, ook wel Carène matrix genoemd, de massa van de waterverplaatsing bepaald.

Specificaties, richtlijnen en procedures

Gelet op de betrouwbaarheid van de meetgegevens zijn voor de in het MARS toe te passen diepgangsonnemers een aantal specificaties, richtlijnen en procedures van toepassing. Deze specificaties, richtlijnen en procedures hebben onder meer betrekking op de plaatsing, de installatie en de calibratie van de drukopnemers.

Drukopnemers

Voor de diepgangsbepaling wordt als basistype van verschuldrukmeting uitgegaan. De diepgangsbepaling is gebaseerd op het meten van het statische drukverschil tussen het wateroppervlak en het niveau waar de drukopnemer zich beneden het wateroppervlak bevindt. Op een aantal plaatsen binnen het schip kan de omgevingsdruk afwijken van de atmosferische (buitenlucht-) druk, die heerst op het wateroppervlak. Daarom moet een verschuldrukopnemer via een referentie-luchtaansluiting in 'open' verbinding staan met de atmosferische druk. Aanbevolen wordt aan boord van een met een MARS uit te rusten schip slechts drukopnemers van een zelfde type, bereik en uitvoering toe te passen.

Andere methoden van diepgangsmeting zijn na overleg met en toestemming van de opdrachtgever toegestaan.

Niveau-opnemers

Voor de bepaling van het volume van de lading in de hopper (laadruim) wordt gebruik gemaakt van niveau-opnemers.

Indien het schip is voorzien van meerdere laadruimen (hoppers) gelden alle specificaties en voorschriften voor elk van de laadruimen.

Het gemiddelde hopperniveau wordt bepaald op basis van minimaal twee metingen in de hopper. Met behulp van de niveaumeters wordt tevens de trim van het ladingniveau in de hopper bepaald.

Ballasttank-opnemers

Voor het meten van het ballasttankniveau kan zowel van afstandsmeting als van de meting van de hydrostatische druk gebruik worden gemaakt. Met uitzondering van de bepaling van het bereik en de afwijkende nauwkeurigheidseisen, zijn zo veel mogelijk de zelfde specificaties van toepassing als gelden bij hopperniveaumeting, resp. bij diepgangsmeting (al naar gelang het gekozen meetprincipe).

Systematische fouten

Bij de afleiding van een grootte, zoals diepgang, ladingniveau of trim uit de metingen worden systematische fouten gemaakt.

Bij de meting kan een fout gemaakt worden. Deze fout wordt bepaald door de eigen nauwkeurigheid van de opnemer en door de nauwkeurigheid waarmee deze is afgeregeld. Voor de opnemers, zoals deze voor toepassing in het MARS aan boord geplaatst worden, zijn nauwkeurigheidseisen gespecificeerd, die mede de nauwkeurigheid van de afregeling omvatten

De nauwkeurigheid van de bepaling van de gemiddelde waarde van diepgang of hopperniveau blijkt tevens gevoelig te zijn voor trim en slagzij. Deze gevoeligheid hangt grotendeels samen met de posities waar de opnemers zich in het schip bevinden.

Signaaltransport en -omzettingen

Het meetsignaal moet vanaf de opnemer getransporteerd en in een geschikte vorm voor MARS omgezet worden. Door signaaltransport, -omzetting en -voorbewerking kan het opnemersignaal gestoord worden. Dat wil zeggen dat het signaal, zoals dat aan de MARS-computer wordt aangeboden, niet meer volledig overeenstemt met het opnemersignaal. Door signaaltransport en -omzetting zal de gespecificeerde nauwkeurigheid niet significant nadelig beïnvloed mogen worden. Daarom zijn hiervoor in hoofdstuk 6: 'Dataoverdracht' richtlijnen opgenomen. De geïntroduceerde signaalfout kan uitgedrukt worden in termen van nauwkeurigheid. Deze signaalfout wordt daartoe gerelateerd aan de gespecificeerde opnemernauwkeurigheid.

Calibratie

De goede werking van de opnemers voor een bepaalde meting kan door middel van calibraties worden aangetoond.

Stysteemcontroles

Het functioneren van het totale MARS wordt op nader omschreven momenten gecontroleerd. Voor deze systeem-controles zijn speciale procedures van toepassing (zie paragraaf 1.4 'Aannames en Toleranties'). Ook vinden er binnen het normale gebruik nog op automatische wijze operationele systeemcontroles plaats die indicatief kunnen zijn voor het functioneren van het totale systeem in het algemeen en van de niveau-opnemer in het bijzonder. Bijvoorbeeld na het storten de vergelijking van het binnenniveau met het buitenwaterniveau.

Functionele controle

Nadat bij een systeemcontrole of tijdens het gebruik, door middel van operationele systeemcontroles, is gebleken dat het MARS niet naar behoren functioneert moet door middel van het uitvoeren van functionele controles worden vastgesteld welk deelsysteem hiervan de mogelijke oorzaak is. Onder functionele controle wordt hierbij verstaan dat wordt gekeken of het betreffende deelsysteem zijn taak naar behoren vervult. Zo zal bijvoorbeeld van een niveau-opnemer kunnen worden gecontroleerd of de voeding in orde is en of het uitgangssignaal het ingangssignaal voldoende volgt.

Verantwoordelijkheden

In deze voorschriften voor installatie zal aangegeven worden wat benodigd is voor een goed werkend MARS. Verantwoordelijkheden m.b.t. het goed functioneren van het systeem en het verhelpen van problemen zullen vastgelegd worden in het contract tussen opdrachtgever en opdrachtnemer.

Systemen voor signaaloverdracht

Het opnemersignaal moet vanaf de opnemer naar het MARS worden overgebracht. Dit kan op diverse manieren gebeuren.

Signaalomzetting

Voor de analoge opnemers is een 4..20 [mA] stroomsignaal gespecificeerd. Aan het MARS-computersysteem dient een ASCII bericht te worden aangeleverd. Een analoog naar digitaal omzettingssysteem maakt deel uit van het MARS-computersysteem (Data-acquisitie-systeem).

Seriële verbinding

Alle opnemersignalen dienen na voorbewerking via een seriële verbinding aan het MARS-computersysteem te worden aangeboden.

9.2 Symbolenlijst

Symbol	Grootheid	Eenheid
M_{lading}	Massa van de totale lading	ton
V_{lading}	Volume van de totale lading (inclusief poriënwater)	m^3
V_{zand}	Volume van het zand in gepakte staat	m^3
V_{schip}	Waterverplaatsing van het schip	m^3
ρ_{water}	Soortelijke massa (zee-)water (ca. 1,0-1,020)	ton/m^3
ρ_{zand}	Soortelijke massa van het zand in gepakte staat (ca. 1,9-2,0)	ton/m^3
$\rho_{\text{vaste stof}}$	Soortelijke massa van het korrelmateriaal (droge stof) (ca. 2,6)	kg/m^3
ρ_{lading}	Massa lading / Volume lading	kg/m^3
n_0	Porositeit = volumepercentage poriën in het zand (ca. 0,40)	-
g	Zwaartekrachtsversnelling (ca. 9,81)	m/s^2
h	Diepgang	m
p	Waterdruk	$\text{Pa} = \text{N}/\text{m}^2$
ρ_{water}		
SMzand	Soortelijke massa zand, gelijk aan ρ_{zand}	ton/m^3

1 ton [t] = 1000 kg