

Maeslantkering

Verkennde meting

30 november 2000

Auteur: ing. N. de Hilster

Rapportnr: MDGAM 2000.55

Inhoudsopgave

1 De metingen	4
2 Video en sonar inspectie	5
2.1 Uitvoering	5
2.2 Resultaten	6
2.3 Leerpunten	7
3 Multibeamopname	8
3.1 Uitvoering	8
3.2 resultaten	8
4 Nieuw idee	12
5 CONCLUSIES	15

INLEIDING

De Dienstkring Nieuwe Waterweg van de RWS-directie Zuid-Holland heeft de Meetkundige Dienst (MD) opdracht verstrekt een advies te leveren ten aanzien van het inmeten van een aantal drempelblokken van de stormvloedkering in de Nieuwe Waterweg (Maeslantkering). In het rapport RWS/MD/GAP 2000.6 *Monitoring Concept Stormvloedkering* d.d. 10 februari 2000 zijn de probleemstelling en eisen van de klant terug te vinden, alsmede een aantal potentiële meettechnieken.

Dit rapport behandelt een video- en sonarinspectie (multibeam en sector scanning sonar) van de drempel van de Maeslantkering. Deze inspectie heeft tot doel te onderzoeken of de omgeving mogelijkheden biedt de drempelblokken met multibeam in te meten.

Tenslotte zal ook een nieuw idee om de positie van de blokken te monitoren worden gepresenteerd.

1 De metingen

Er is met twee vaartuigen gemeten. De maandag volgend op de sluiting (4 september 2000) is een video/sonar inspectie met het meetschip Zirfea (Directie Noordzee) uitgevoerd. De woensdag daarop is met de Cygnus (Meetdienst Zuid-Holland) een multibeam meting verricht.

Het doel van de meting aan boord van de Zirfea was te zien of het mogelijk is met video de voegbreedte tussen de blokken te bepalen en of visuele inspectie überhaupt tot de mogelijkheden behoorde. Deze metingen zijn uitgevoerd met de R.O.H.P. (Remote Operated Hoisted Platform), welke zich standaard aan boord van de Zirfea bevindt. Bovendien is gekeken of de hoogteverschillen tussen de blokken met de op de R.O.H.P. gemonteerde sonar te bepalen zijn.

Het doel van de meting aan boord van de Cygnus is te onderzoeken of het mogelijk is met multibeam de blokken nauwkeurig genoeg op te meten. Daarbij is gebruik gemaakt van de dokvloer van het zuidelijke droogdok als kalibratieplatform. Bovendien zijn voor deze meting op de vloer een drietal reflectoren geplaatst om te zien of deze aan de nauwkeurigheid bij kunnen dragen en of ze ook als toekomstig meetpunt op de blokken gebruikt kunnen worden.

2 Video en sonar inspectie

Op maandag 4 september heeft de Meetkundige Dienst in opdracht van de Dienstkring Nieuwe Waterweg van de Directie Zuid-Holland een video-inspectie laten uitvoeren op de drempelblokken van de Maeslantkering. De meting werd uitgevoerd met behulp van het surveyschip "Zirfea" van de Directie Noordzee.

Aan boord bevonden zich o.a.:

Piet Pronk (Directie Noordzee)
Nicolàs de Hilster (Meetkundige Dienst)
Bart Valstar (Meetkundige Dienst)
Maarten de Jong (Dienstkring Nieuwe Waterweg)

Het doel van de meting aan boord van de Zirfea was te zien of het mogelijk is met video de voegbreedte tussen de blokken te bepalen en of visuele inspectie überhaupt tot de mogelijkheden behoorde. Deze metingen zijn uitgevoerd met de R.O.H.P. (Remote Operated Hoisted Platform), welke zich standaard aan boord van de Zirfea bevindt. Bovendien is gekeken of de hoogteverschillen tussen de blokken met de op de R.O.H.P. gemonteerde sonar te bepalen zijn.

2.1 Uitvoering

De meting werd uitgevoerd met de R.O.H.P. (Remoted Operated Hoisted Platform) van het surveyschip Zirfea. Dit platform, met allerlei meetsensoren, waaronder een KSF (Klar Sicht Fenster, een serie naast elkaar gemonteerde omlaag gerichte videocamera's) en forward looking sonar, werd op de drempel neergelaten. Het schip werd met behulp van DP (Dynamic Position System) op positie gehouden, zo mogelijk recht boven de R.O.H.P. Hierdoor werd een indicatie van de positie van de R.O.H.P. verkregen. Deze positie en de plaatsingsgegevens van de blokken en de gegevens van de forward looking sonar, gaf een redelijke indicatie welke voeg er zichtbaar was op de KSF.

Voor de meting was in de beschermplaten van de KSF een schaalverdeling geëitst, waardoor een indicatie van de voegbreedte op de beelden ontstond. Deze schaalverdeling is na de meting onder geconditioneerde omstandigheden gekalibreerd, waaruit bleek dat de waarden nog met 12.2% vermeerderd moesten worden.

Er kon, met een redelijke precisie, bepaald worden op welke voeg er gefilmd werd. Ook was het mogelijk om de oorzaak van een beschadiging onderaan de fender met de video-inspectie te vinden. Deze beschadiging bleek te zijn veroorzaakt door een tussen twee blokken ingeklemde steen. In verband met de tijdsdruk van de meting is besloten alleen de Zeekant van de drempel te filmen.

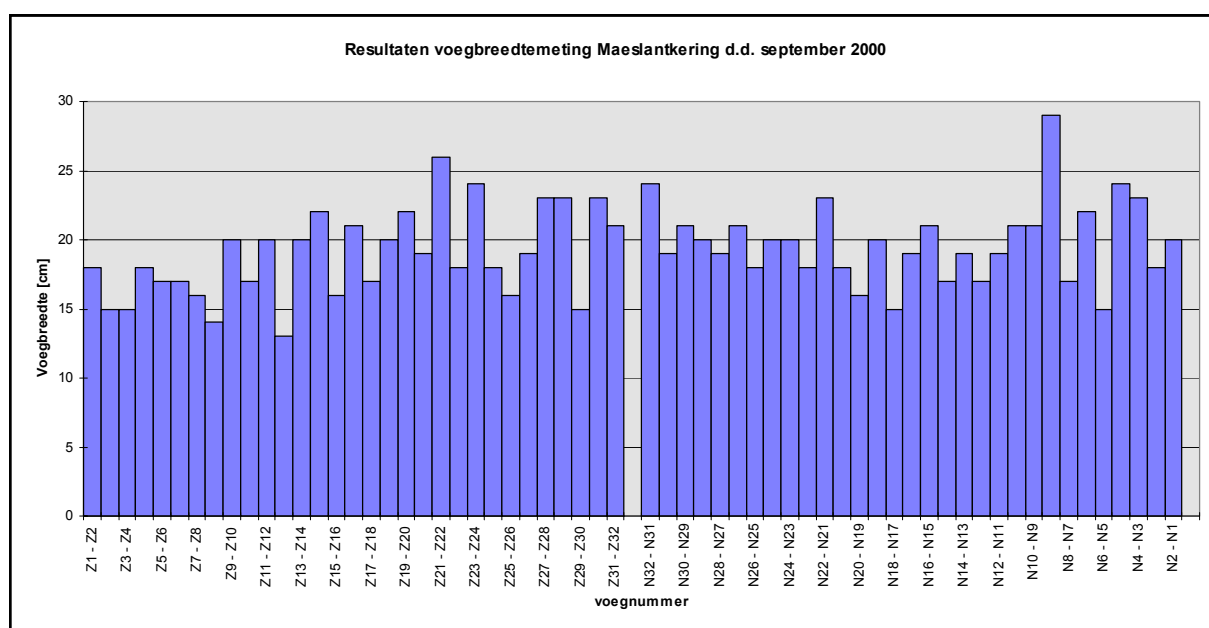
Opvallend is dat de stroming op de drempel nihil was. De verklaring hiervoor is dat de drempel lager ligt dan de omgeving, waardoor de meeste stroom over de drempel heengaat.

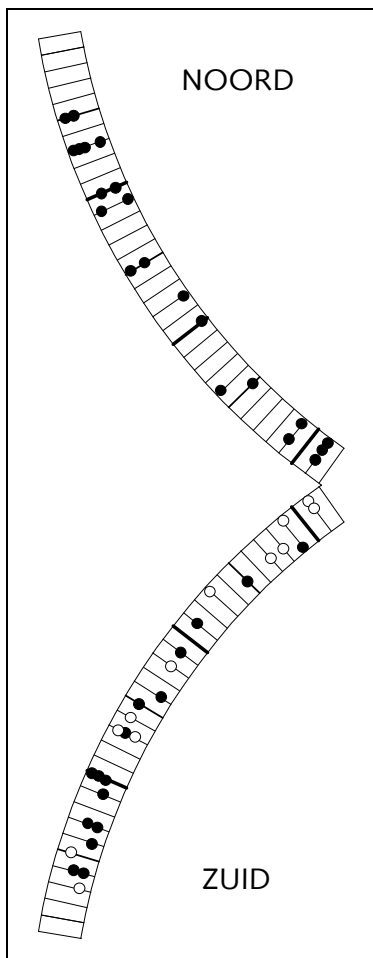
In verband met het sedimenttransport ter plaatse van de eerste drempelblokken aan de zuidoever is pas bij blok Z6 begonnen met de opname. De blokken Z1 tot Z6 zijn op latere datum alsnog opgenomen.

De opnames bestaan uit videobeelden van de voegen afgewisseld met sonarbeelden van de forward looking sonar. Aan het einde van de opnamedag is nog de gehele drempel (noord en zuid) in één keer met de forward looking sonar opgenomen.

2.2 Resultaten

Onderstaande grafiek toont de voegbreedte tussen de blokken aan de zeezijde van de drempel. De opening tussen Z32 en N32 zou volgens de forward looking sonar circa 2.5m bedragen. De precisie van deze meting is echter niet beter dan enkele decimeters.





In nevenstaande afbeelding staan de locaties van stenen welke tussen de voegen ingeklemd zitten. De witte cirkels zijn stenen die met video zijn gevonden, de zwarte met de forward looking sonar.

2.3 Leerpunten

De metingen hebben ons inzicht in de materie vergroot. Het is goed mogelijk de voegbreedte te bepalen en de drempel te controleren op ingesloten stenen. Daarnaast is het ook mogelijk met behulp van hellingmeters het hoogteverschil tussen de stenen te bepalen. In geval dat de meting herhaald gaat worden dient deze wel op een aantal punten verbeterd te worden:

- De R.O.H.P. uitrusten met onderwaterplaatsbepaling
- De Zirfea uitrusten met RTK (of LRK) plaatsbepaling
- Hellingmeters interfacen en op video tonen
- Software positie van R.O.H.P. laten berekenen en tonen tegen achtergrondplaatje van de drempelblokken.

Plaatsbepaling

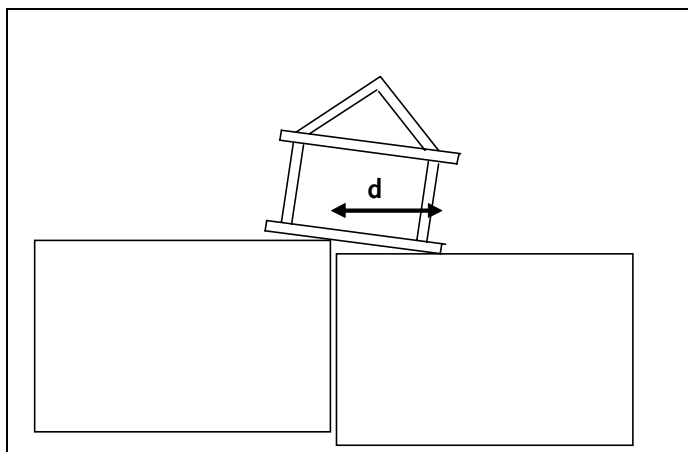
Voor zowel de Zirfea als de R.O.H.P. zou de plaatsbepaling verbeterd moeten worden. Met de huidige meetmethode ontstond er toch een aantal keer verwarring omtrent de positie van de R.O.H.P. De gebruikte plaatsbepaling had een precisie van circa 3m. De positie van de R.O.H.P. werd aangenomen als zijnde loodrecht onder de moonpool, terwijl in werkelijkheid dit door de stroming enkele meters kon afwijken. Bij elkaar genomen was er in een aantal gevallen sprake van een onzekerheid van 5 à 6 m, hetgeen net de breedte van een drempelblok is.

Hellingmeters

De hoogteverschillen tussen de blokken kan berekend worden uit de stand van de R.O.H.P. als deze over de voeg, tussen twee blokken in, heen staat. Momenteel worden de hellingmeters echter niet digitaal uitgelezen, waardoor alleen bepaald kan worden of de R.O.H.P. vlak staat of niet. Kwantificering van de scheefstand is niet mogelijk.

Software

Na berekening van de onderwaterpositie van de R.O.H.P. kan deze op een beeldscherm getoond worden. In combinatie met een digitale kaart van de drempelblokken kan vervolgens de positie van de videocamera's in relatie tot de blokken getoond worden. Een koppeling met de videobeelden is ook wenselijk, maar de band inspreken voldoet ook.



Ook de hellingen kunnen getoond worden. Berekening van het daaruit volgende hoogteverschil dient echter handmatig gedaan te worden, omdat dit mede afhankelijk is van manier waarop de R.O.H.P. op de blokken staat.

Ook de hellingen kunnen getoond worden. Berekening van het daaruit volgende hoogteverschil dient echter handmatig gedaan te worden, omdat dit mede afhankelijk is van manier waarop de R.O.H.P. op de blokken staat. De R.O.H.P. kantelt namelijk van het hoogste blok en blijft daarbij op het laagste steken, als meer dan de helft (in massa) boven het laagste blok staat. Om het hoogteverschil te kunnen bepalen moet bekend zijn welk stuk (de maat 'd' in nevenstaande tekening) van de R.O.H.P. boven het laagste blok zit.

3 Multibeamopname

Op woensdag 6 september heeft de Meetkundige Dienst in opdracht van de Dienstkring Nieuwe Waterweg van de Directie Zuid-Holland een multibeam inspectie laten uitvoeren op de drempelblokken van de Maeslantkering. De meting werd uitgevoerd met behulp van het surveyschip "Cygnus" van de Meetdienst Zuid-Holland.

Aan boord bevonden zich o.a.:

André Jeronimus (Meetdienst Zuid-Holland)

Nicolàs de Hilster (Meetkundige Dienst)

Bart Valstar (Meetkundige Dienst)

Maarten de Jong (Dienstkring Nieuwe Waterweg)

Het doel van de meting aan boord van de Cygnus is te onderzoeken of het mogelijk is met multibeam de blokken nauwkeurig genoeg op te meten. Daarbij is gebruik gemaakt van de dokvloer van het zuidelijke droogdok als kalibratieplatform. Bovendien zijn voor deze meting op de vloer een drietal reflectoren geplaatst om te zien of deze aan de nauwkeurigheid bij kunnen dragen en of ze ook als toekomstig meetpunt op de blokken gebruikt kunnen worden.

3.1 Uitvoering

Voor de metingen werd gebruik gemaakt van het Fansweep-systeem van de meet-informatiedienst Zuid-Holland. De werking van dit systeem berust op het interferometrische meetprincipe (zie hiervoor het MD-rapport *Inventarisatie Akoestische Meetsystemen, MDGAP 9812*). Over het algemeen is dit principe minder geschikt voor het afbeelden van objecten dan bundelvormende systemen. De meet-informatiedienst Zuid-Holland zal in de loop van 2001 een bundelvormende Reson 8125 multibeam in gebruik nemen.

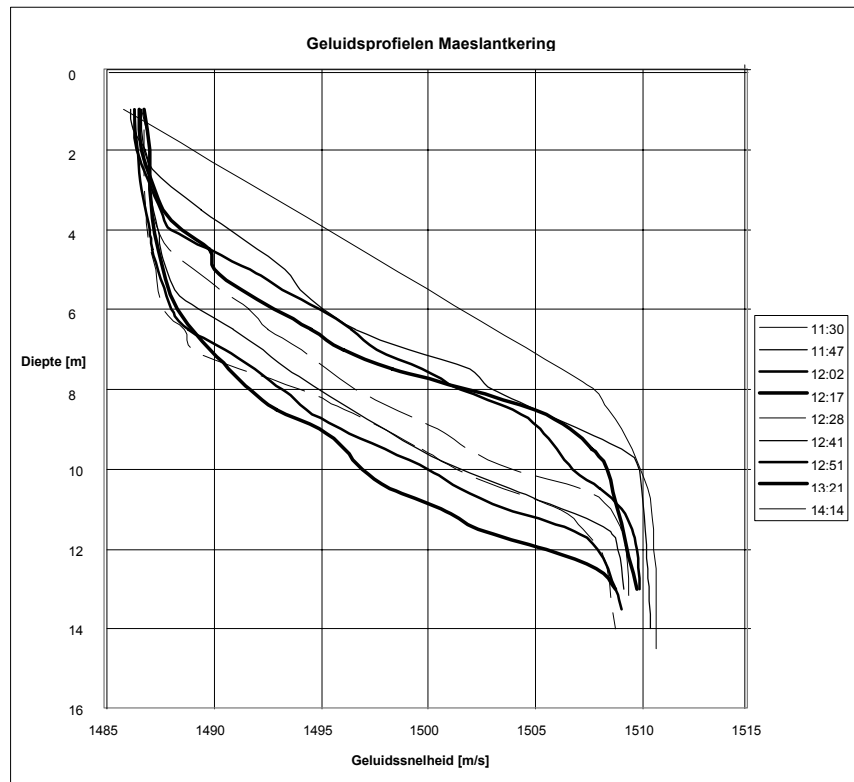
Ten einde een goede 'belichting' van de dokvloer en vooral van de reflectoren te krijgen, is zo langzaam mogelijk langs het dok gevaren. De metingen zijn tien keer uitgevoerd om uitspraak te kunnen doen over de herhaalbaarheid van de metingen.

3.2 Resultaten

De proef heeft inzicht gegeven in de heersende geluidssnelheid, de precisie in X, Y en Z van het multibeam systeem en de detecteerbaarheid van de in het droogdok gemonteerde reflectoren.

Geluidssnelheid

De geluidssnelheid is sterk afhankelijk van het zoutgehalte van het water en in mindere mate van de temperatuur. De richting van de bundels van de

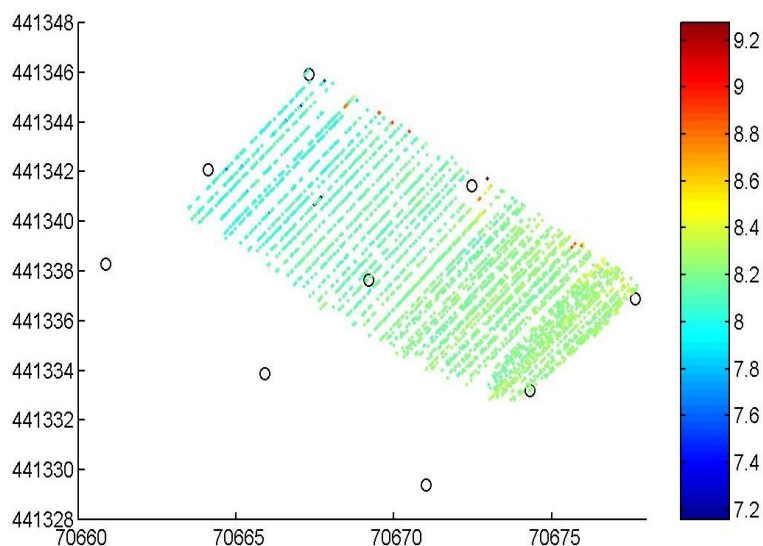


multibeam (en daarmee de plaats waar het geluid reflecteert) wordt beïnvloed door de variaties van de geluidssnelheid als functie van de diepte (het geluidssnelheidsprofiel). In de grafiek zijn de geluidssnelheidsprofielen getekend, zoals gemeten tijdens de proef met de multibeam. Zoals te zien is varieert de geluidssnelheid bij de Maeslantkering met de tijd. In de getoonde periode (11:30 - 14:14) is een verloop van 16m/s op 8 meter diepte waargenomen. Dit houdt in dat, als een meting met een zo hoog mogelijke nauwkeurigheid wordt nagestreefd, de geluidssnelheid zeer regelmatig gemeten dient te worden. Elk kwartier, zoals bij deze meting, is eerder uitzondering dan regel in de praktijk.

Uitgebreidere proeven moeten aantonen hoe dit verloop over een hele dag en in relatie tot het getij is. Wellicht zijn er perioden waarin de geluidssnelheid wel stabiel blijft.

Dieptegegevens

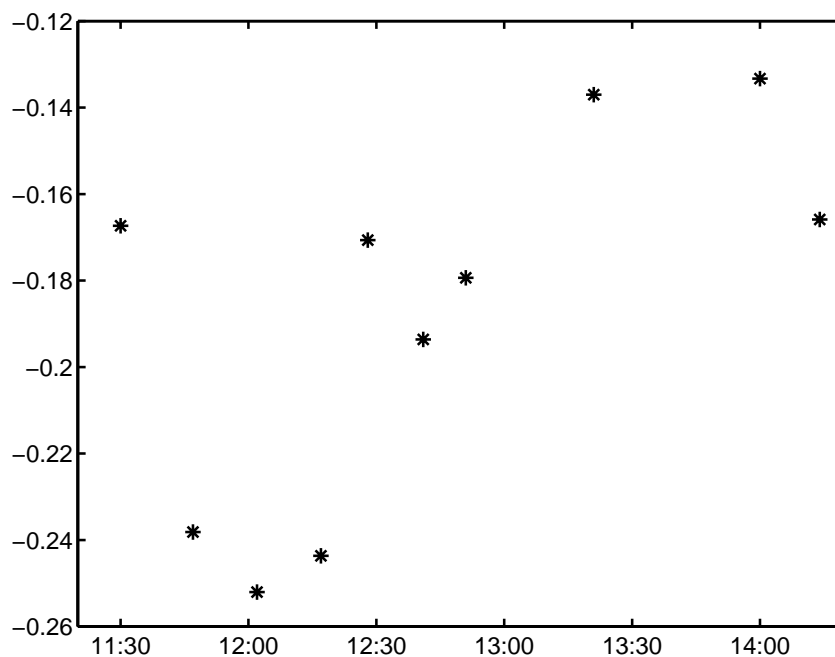
In de onderstaande figuur zijn de gemeten dieptes op de zuidelijke dokvloer weergegeven. De afgebeelde meting is de vijfde meetserie van in totaal 10 meetseries. De zwarte cirkels geven de ligging van de referentiepunten weer. Hieruit blijkt dat de dokvloer aan de oostelijke zijde iets dieper ligt dan aan de westelijke zijde. De afstand tussen de lijnen varieert sterk, afhankelijk van de vaarsnelheid, tussen 5 cm en 30 cm.



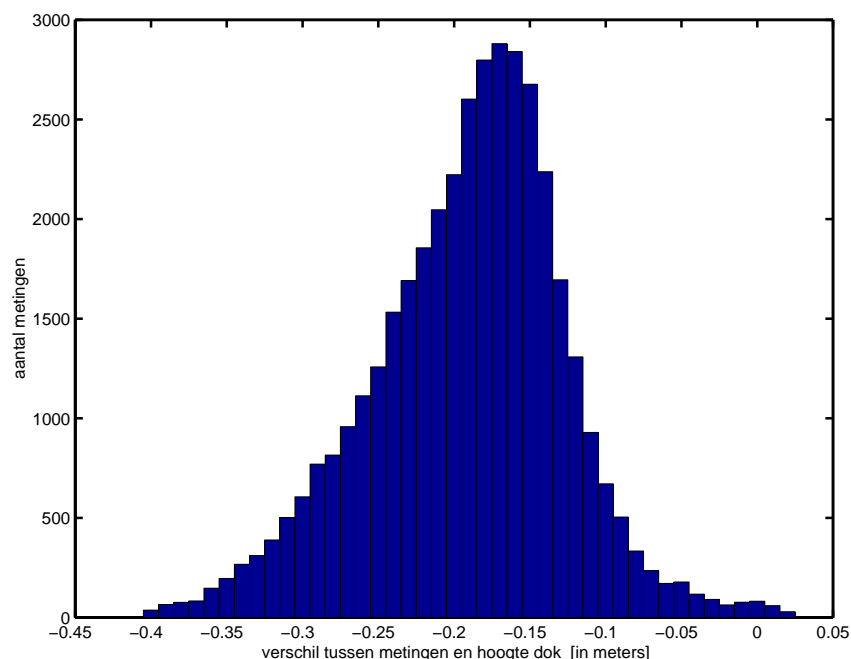
Nauwkeurigheid

Om de nauwkeurigheid van dit systeem te beschrijven is gekeken naar de reproduceerbaarheid en naar de spreiding van de metingen rond de gemiddelde ligging van de dokvloer.

In de onderstaande figuur is de gemiddelde afwijking van de metingen ten opzichte van een vlak door de referentiepunten voor de verschillende meetseries weergegeven. Er blijkt een spreiding van ongeveer 12 cm in de gemiddelde hoogteligging gevonden te worden.



In de volgende figuur staat de spreiding van de meetpunten in de vorm van een histogram weergegeven, nadat gecorrigeerd is voor de scheefstand van de dokvloer.



Reflectoren

Met het huidige systeem (Fansweep) is het niet mogelijk de reflectoren te detecteren. Zoals in paragraaf 3.1 is gememoreerd is het meetprincipe van de fansweep niet het meest geschikt voor het detecteren van objecten, zoals de reflectoren. Tevens is de grootte van de reflectoren zo klein dat het goed mogelijk is dat deze door geen één of door slechts één bundel van de multibeam wordt gemeten. Hierdoor is het zeer moeilijk de reflector tussen de andere meetgegevens te identificeren. Ook bleek het niet mogelijk met het huidige systeem het profiel van de rand van het dok goed te meten.

Begin 2001 zal de meetdienst Zuid-Holland een nieuw multibeam systeem operationeel hebben (Reson Seabat 8125). Naar verwachting zal dit systeem de reflectoren beter detecteren en met een hogere nauwkeurigheid dan de Fansweep. Het is aanbevolen bij metingen met dit systeem bij de plaatsing van de reflectoren (of andere objecten) rekening te houden met het identificatieprobleem.

4 Nieuw idee

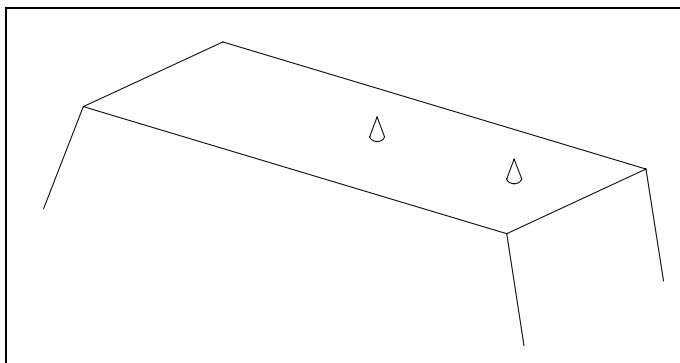
Tijdens het onderzoek met de R.O.H.P. aan boord van de Zirfea werden in het droogdok de deuren visueel geïnspecteerd. Daarbij bleek een van de fenders beschadigd te zijn. Ons werd gevraagd te kijken of de oorzaak van deze beschadiging gevonden kon worden. Inderdaad werd op de overeenkomstige locatie een, tussen twee drempelblokken ingeklemde, steen gevonden die ver genoeg uitstak om een beschadiging te veroorzaken.

Dit voorval leidde tot het volgende idee:

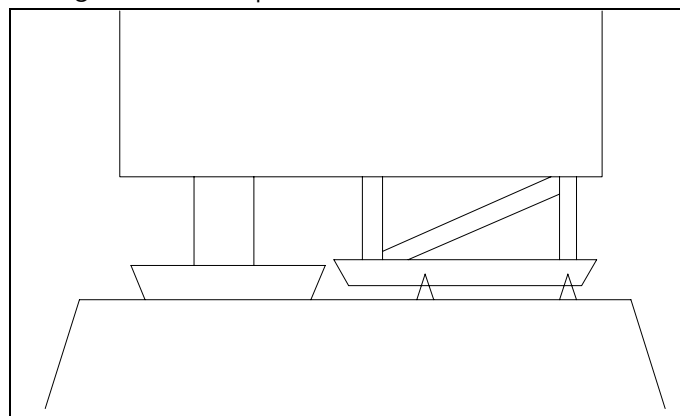
Gebruik de deur voor het inmeten van de drempelblokken.

Dit kan als volgt:

- Monteer op de drempelblokken een tweetal meetpunten die uitsteken.



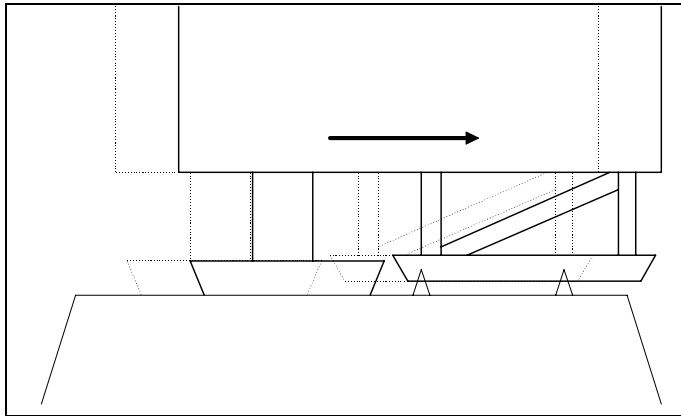
- Monteer onder de deur een zachte fender die, bij sluiting, de bovengenoemde meetpunten zal bedekken.



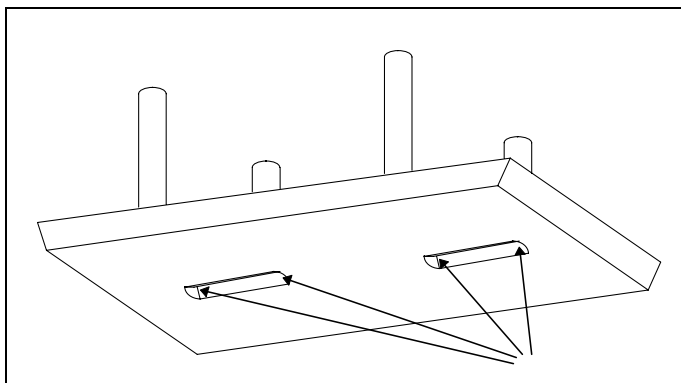
- Voorzie de deur van een uitgebreid plaatsbepalingssysteem¹, zodat de locatie van de extra fenders altijd bekend is.

¹ Het plaatsbepalingssysteem moet minimaal voorzien in een vijftal meetpunten bovenop de deur (tachymeter of RTK-dGPS) voor X, Y, Z bepaling en een vijftal hellingmeters ter plaatse van de meetpunten voor standbepaling van de deur. Het aantal meetpunten is zo groot gekozen, omdat er van uit gegaan moet worden dat de deur tijdens het afzinken tijdelijk zal vervormen.

-
- Monitor de bewegingen van de deur tijdens het afzinken.



- Meet na het afzinken de, door de meetpunten veroorzaakte, beschadigingen op.



- Uit de combinatie van deze metingen kan vastgesteld worden wat de absolute locatie van het, met meetpunten uitgeruste, drempelblok is.

Naar verwachting kan bovenstaande meting met een precisie van enkele centimeters uitgevoerd worden. Ook het verschuiven van de deuren op de drempelblokken kan op deze manier gemonitord worden.

5 CONCLUSIES

De dienstkring Nieuwe Waterweg van de Directie Zuid-Holland is geïnteresseerd in het monitoren van de positie van de drempelblokken van de Maeslantkering. Na een verkennend onderzoek zijn in 2000 enkele proeven uitgevoerd, die in dit rapport zijn beschreven.

Er is een gecombineerde survey op de drempel uitgevoerd met een R.O.H.P. met daarop video en forward-looking sonar. Het bleek goed mogelijk hiermee de toestand van de drempelblokken te inspecteren. Verder kon met een precisie van enkele decimeters de voegbreedtes tussen de blokken bepaald worden.

Er zijn ook multibeam metingen uitgevoerd van de dokvloer van de deuren. Het gebruikte systeem is echter op grond van het meetprincipe niet het meest geschikt voor dit type metingen. Het bleek daarbij niet mogelijk om vooraf geplaatste reflectoren in de metingen te identificeren en ook het profiel van de rand van het dok kon niet goed worden gemeten. In 2001 wordt door de meet-informatiedienst Zuid-Holland een Reson 8125 in gebruik genomen. Dit systeem is veel beter voor deze inspecties geschikt. Een multibeam is erg gevoelig voor variaties in het geluidssnelheidsprofiel. Uit metingen van dit profiel, die ieder kwartier zijn uitgevoerd, blijkt dat er grote variaties optreden. Regelmatige meting van het profiel is daarom noodzakelijk om een nauwkeurige multibeammeting in dit gebied uit te voeren.

Tenslotte is een nieuwe methode beschreven, waarmee de positie van de blokken tijdens een proefsluiting kan worden gemeten. Deze methode zal in 2001 verder worden uitgewerkt.