Walhout Civil

NOTA

Resultaten mooring-analyses afmeerlocaties

Project	Z036003 Afmeerlocaties MS Holland Schylgerhaven Terschelling
T.a.v.	[redacted] Gemeente Terschelling
Auteur(s)	[redacted]
Datum	13-05-2024
Status	Definitief / ter vrijgave

Aanleiding

De MS Holland is een bekende zeesleper die beheerd wordt door Stichting Zeesleepboot Holland. Het schip heeft een iconische status voor de haven van West-Terschelling. Hoewel er op twee voorgenomen afmeerlocaties voldoende diepgang is en er infravoorzieningen aanwezig zijn is er beperkt inzicht in de belastbaarheid van de houten steigers. Vanwege de aankomst van MS Holland medio mei zijn deze twee houten steigers vorige week geïnspecteerd en geanalyseerd. In deze nota worden de eerste resultaten van de mooring-analyse gepresenteerd.

Locatie steigers

De twee voorgenomen afmeerlocaties betreffen:

- Grote houten steiger in de Kom (ligplaats de Toekomst)
- Eerste houten steiger aan de Willem Barentzkade (ook wel: 'het Middenplankier')

Toelichting steigerconstructies

De steigers zijn qua opbouw en constructie-indeling vergelijkbaar, echter verschilt de ligging en de waterbodemdiepte. De steigers bestaan uit een rijen van meerdere houten paalconstructies, zogenaamde dukdalven, met daartussen scharnierende, horizontale steigerdelen. Op de horizontale steigerdelen bevindt zich het loopvlak van de steiger. De meeste dukdalven zijn opgebouwd uit twee maal twee, met dwarsbalken en stalen spankabels aan elkaar verbonden, palen. Tussen de palen zijn bolders aangebracht. Kenmerkend is dat schoorverbanden ontbreken. Doordat de steigerdelen los op liggen en maar deels ingeklemd zijn[1], kunnen de steigerdelen in dwarsrichting meebewegen en scharnieren met de uitbuiging van de dukdalven. De intentie van de ontwerpers was waarschijnlijk om grotere uitbuiging van de dukdalven (door hogere scheeps- en trotsbelastingen) mogelijk te maken, zonder dat er excessieve spanningen in de horizontale steigerdelen optreden waardoor de constructie zou kunnen falen. Dit is ook de reden waarom er op de horizontale steigerdelen geen bolders zijn aangebracht. Echter kunnen door deze wijze van construeren vrijwel geen krachten worden herverdeeld over de andere dukdalven. Ook kunnen bij extreme uitbuiging van de dukdalven steigerdelen los komen te liggen.

[1] *Opmerking: dit verklaard ook het toepassen van de term 'plankier' voor deze steigerconstructies. De term plankier heeft meerdere betekenissen, waaronder "een houten vloer gemaakt van planken die een stuk boven de grond of het water zweven", "een van planken gemaakte steiger" of "een houten aanlegplaats voor schepen".*

Inspectie

Voorafgaand aan het onderzoek heeft een visuele inspectie plaatsgevonden. De inspectie is uitgevoerd vanaf het water met behulp van een vaartuig. Alle dukdalven zijn geïnspecteerd op schade en aantasting. De conditie van de houten loopgedeeltes is redelijk. Er is sprake van verwering en incidentele aangroei. Lokaal zitten delen los. De dukdalven vertonen mariene aangroei en onder de waterlijn zware oestergroei. Ook is inwatering van de paalkoppen aangetroffen. De meeste stalen verbindingen en spankabels zijn gecorrodeerd. Op bepaalde locaties zitten spankabels los of ontbreken. Deze spankabels dienen de palen en houten delen bij elkaar te houden. De algehele conditie van de verbindingen in de dukdalven is matig. Incidenteel is mechanische schade door aanvaring aangetroffen.

Tijdens de inspectie zijn van houthardheidsmetingen uitgevoerd. Bij deze metingen is met een houthardheidsmeter de indringing van het hout in millimeters gemeten. Door houtrot en mariene aantasting neemt de houtdikte naar verloop van tijd af. De gemeten houtafname is grofweg 5%, hetgeen een geringe afname betreft gelet op de hoge ouderdom van de constructie. De conditie van het houtwerk van de dukdalven is daardoor nog goed.

Modellering

De steigerconstructies zijn met behulp van de bouwtekeningen en software omgezet in een 3D-rekenmodel. Er is een model gemaakt van de steigers tijdens de aanleg (volledig nieuw) en een model van de steigers op dit moment (5% dikteafname van de houten palen en aanvullende degradatie van de verbindingen). Als uitgangspunt is aangehouden dat de paalpunten grotendeels volledig zijn ingeklemd in de onderwaterbodem.

In het model zijn meerdere belastingsituaties doorgerekend. In de eerste situatie meert een schip af aan de kade af en wordt er door de vaarsnelheid en de massa van het schip een afmeerenergie uitgeoefend op de steiger. In de tweede situatie ligt het schip met trossen aan de steiger en treden er troskrachten op door stroming en winddruk op het schip.

De mooring analyses zijn gebaseerd op de afmetingen, de diepgang en het gewicht van de MS Holland. Om de resultaten nog beter te kunnen duiden is ook een configuratie van vier naast en aan elkaar afgemeerde zeikklippers (Bruine Vloot) doorgerekend. De winddruk op het schip is bepaald met statistische windanalyses op basis van data van het KNMI (Hoorn Terschelling) over de afgelopen 10 jaar. Voor de hydraulische randvoorwaarden zijn de waterstanden en beschikbare gegevens m.b.t. stroomsnelheden aangehouden. Alle berekeningen zijn uitgevoerd volgens de geldende normen.

Toetsingskader

Om de berekeningsresultaten te kunnen duiden is gebruik gemaakt van eisen uit de Richtlijn Vaarwegen 2020 (RVW). De steigers waren immers in het verleden van Rijkswaterstaat. Voor een steiger aan een dergelijke vaarweg geldt op dit moment een bolderbelastingseis van minimaal 150 kN per bolder of paal. Uit de berekeningen voor de steiger in de Kom volgt een maximaal toelaatbare belasting op de dukdalven van 100 kN tijdens de aanleg en van 98 kN met de huidige degradatie (het verschil is minimaal vanwege de goede conditie van de palen). Uit de berekeningen voor de steiger in de WB-haven volgt een maximaal toelaatbare belasting van 109 kN. De maximaal toelaatbare belastingen in de huidige richtlijnen blijken dus circa 1,5 keer zwaarder te zijn dan de oorspronkelijke ontwerpuitgangspunten. Dit komt doordat de normen en richtlijnen in de loop van de jaren strenger zijn geworden, ook vanwege de toename van zwaardere schepen

met meer gewicht en vermogen. Als referentie wordt daarom een toelaatbare maximale belasting van 100 kN aangehouden voor de steiger in de Kom en 109 kN voor de steiger aan de Willem Barentzkade. Het betreft hier de belasting die uitgeoefend kan worden op de dukdalven. Verondersteld wordt dat horizontale steigerdelen vrijwel geen belastingen uit schepen kunnen opnemen. Bij aanvaring zullen deze dus al relatief snel bezwijken.

Resultaten

Houten steiger in de Kom

Uit de berekeningen volgt dat de afmeerbelasting van de MS Holland 205 kN bedraagt. Deze belasting treedt op tijdens het afmeren van het schip tegen de dukdalven. Hoe zachter het schip vaart, hoe minder belasting er wordt uitgeoefend. Voor de berekening is de norm aangehouden. De dukdalven kunnen echter maar 100 kN aan en voldoen daardoor niet. Het risico bestaat dat de dukdalven verplaatsen en uiteindelijk bezwijken. In afgemeerde toestand oefent de MS Holland een trosbelasting uit van 67 kN op de dukdalven. In afgemeerde toestand voldoen de dukdalven dus wel. Tijdens maximale winddruk op de afgemeerde MS Holland en met stroming langs het schip zullen dukdalven licht uitbuigen zonder te bezwijken. De horizontale steigerdelen kunnen in deze toestand wel gaan scharnieren en verschuiven.

Houten steiger aan de Willem Barentzkade (Middenplankier)

Uit de berekeningen volgt dat de afmeerbelasting van de MS Holland 205 kN bedraagt. Dit is hetzelfde als in de Kom, omdat de optredende krachten en verplaatsingen vergelijkbaar zijn bij het afmeren van het schip. De dukdalven kunnen echter maar 109 kN aan en voldoet daardoor niet. In afgemeerde toestand oefent de MS Holland een trosbelasting uit van 59 kN. In afgemeerde conditie voldoen de dukdalven wel. Dat de resultaten voor de steiger aan de Willem Barentzkade gunstiger zijn ligt in de lijn van de verwachting gezien de ligging en positie van de steigers. De MS Holland heeft immers meer last van winddruk in de Kom vanwege de zuidwestelijke ligging. Ook is er veel meer stroming en golfslag te verwachten in de Kom dan bij de steiger aan de Willem Barentzkade.

Besluitende opmerkingen

Ter vergelijking zijn ook vier afgemeerde zeilklippers (naast elkaar aan de steiger) doorgerekend. De resultaten geven weer dat het afmeren van een zeilklipper grofweg 50% minder afmeerenergie uitoefent op de dukdalven dan de MS Holland. De optredende belasting is 96 kN. De trosbelasting van vier afgemeerde zeilklippers geeft een belasting van 35 kN op de dukdalven in de Kom en 31 kN op de dukdalven aan de Willem Bartentzkade. Dit is aanzienlijk lager dan de belastingen die volgen uit de MS Holland. Dit komt omdat de zeilklippers veel lichter zijn en minder diepgang hebben.

Dat de dukdalven (nog) niet altijd bezwijken of falen tijdens het afmeren van de MS Holland of een vergelijkbaar schip is te verklaren doordat de dukdalven mogelijk meer flexibiliteit hebben om krachten in de bodem over te dragen, doordat dukdalven in zijn geheel verplaatsen en door de grond worden getrokken, of doordat de afmeerenergie in de praktijk wat lager uitvalt, waardoor de optredende spanningen in de dukdalven lager zijn. Echter zijn de mooring-analyses gebaseerd op de vigerende normen en rekenrichtlijnen, waarin ook specifieke eisen en veiligheidsfactoren worden voorgeschreven. Hierdoor zullen de steigers in de praktijk iets sterker zijn dan uit de berekeningen volgt, waardoor de veiligheid van de constructies wordt vergroot en er ook marge is voor het opnemen van incidentele, extreme belasting tijdens calamiteiten.