



## Memo

Aan

[Redacted]

**Datum**

16 april 2019

**Ons kenmerk**

11201202-004-HYE-0001

**Aantal pagina's**

4

**Contactpersoon**

[Redacted]

**Doorkiesnummer**

[Redacted]

**E-mail**

[Redacted]@deltares.nl

**Onderwerp**

Hydraulische Randvoorwaarden bij lage waterstanden ten behoeve van ontwerp constructies Afsluitdijk

## 1 Inleiding

Voor het ontwerp van onder andere de keerwanden bij de sluizencomplexen Den Oever en Kornwerderzand heeft Levvel laagwaterstanden nodig op de IJsselmeer- en Waddenzeezijde. Deze waterstanden zijn momenteel niet door Rijkswaterstaat voorgeschreven en zijn ook niet afgeleid in Deltares/HKV (2013). In Deltares/HKV (2013) zijn wel vervallen bepaald, maar er zijn geen laagwaterstanden bij een bepaalde terugkeertijd onafhankelijk van verval bepaald. In Dillingh (2013) zijn wel de onderschrijdingsfrequentie van laagwaterstanden aan de Waddenzeezijde bepaald. Echter, de onderschrijdingsfrequenties gaan niet verder dan 1/20 jaar en voor het ontwerp van onder andere de keerwanden zijn hogere onderschrijdingsfrequentie nodig.

Dit memo beschrijft de bepaling van de laagwaterstanden voor onderstaande combinaties:

- Laagwaterstanden bij locaties Den Oever en Kornwerderzand
- IJsselmeer- en Waddenzeezijde
- Voor zichtjaar 2120
- Voor de volgende onderschrijdingsfrequenties:
  - 1/1 jaar;
  - 1/10 jaar;
  - 1/100 jaar;
  - 1/1.000 jaar;
  - 1/10.000 jaar.

## 2 Methode

De laagwaterstanden voor verschillende (extreme) onderschrijdingsfrequenties zijn bepaald met behulp van extreme-waardenstatistiek. Daarbij is gebruik gemaakt van de waterstandsreeksen bij Den Oever en Kornwerderzand, zowel aan de Waddenzeezijde (aangeduid als 'buiten') als de IJsselmeerzijde (aangeduid als 'binnen'). Tabel 2.1 geeft een overzicht van de gebruikte metingen.

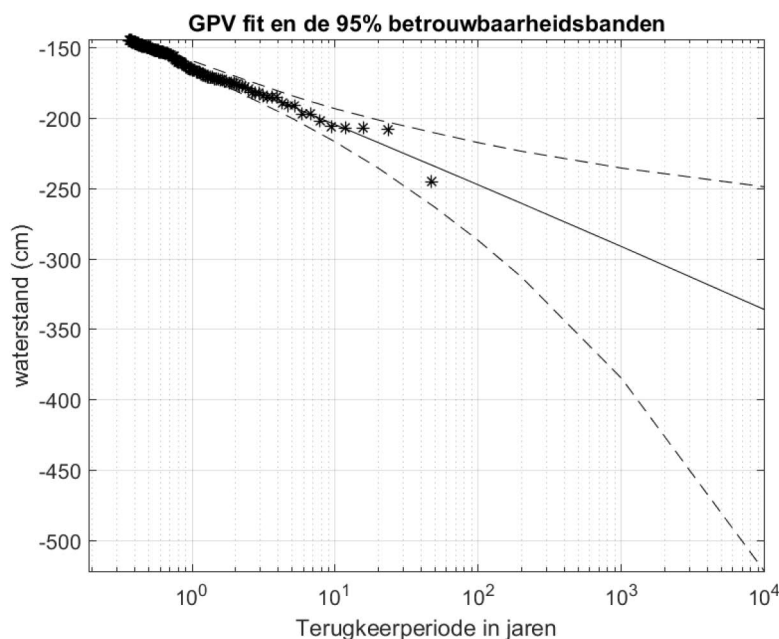
Station	Data start	Data eind
Den Oever buiten	Januari 1971	December 2018
Kornwerderzand buiten	Januari 1969	December 2018
Den Oever binnen	Juli 1988	December 2018
Kornwerderzand binnen	Augustus 1988	December 2018

Tabel 2.1 Gebruikte waterstandsmetingen

De laagwaterstanden bij verschillende onderschrijdingsfrequentie zijn bepaald door:

- 1 Het definiëren van de extreme waarden in de dataset met behulp van de 'Peaks Over Threshold' (POT) methode. Alleen de waarnemingen, die (in dit geval) onder een goed gekozen lage drempel  $u$  uitsteken, worden beschouwd. De drempel is voor elke locatie met een automatisch algoritme bepaald met behulp van de ORCA-toolbox ('metOcean data tRansformation, Classification and Analysis')<sup>1</sup>. Een minimum tijdsafstand van 96 uur is aangehouden tussen de pieken, om statistische onafhankelijkheid van de data te kunnen garanderen;
- 2 Een statistische verdeling te fitten op deze extreme waarden. Hiervoor wordt het GPV-model (met de gegeneraliseerde Pareto-verdeling) gebruikt. Hierbij is ook een betrouwbaarheidsinterval aangegeven. Ook deze bewerking is uitgevoerd met de ORCA-toolbox;
- 3 De waarden bij verschillende onderschrijdingsfrequenties te bepalen.

Een voorbeeld van de fit op de data van Den Oever buiten wordt getoond in Figuur 2.1. In dit geval zijn er 246 metingen (zwarte markers) die onder de gekozen drempel van -1.33 m+NAP liggen. De zwarte getrokken lijn geeft de fit weer en het betrouwbaarheidsinterval wordt weergegeven door de zwart gestreepte lijnen.



Figuur 2.1 Onderschrijdingsfrequentielijn laagwater Den Oever buiten

<sup>1</sup> De keuze van de drempel is een compromis: een te lage drempel geeft een minder goede fit, een te hoge drempel geeft minder data.

### 3 Resultaten

Tabel 3.1 en Tabel 3.2 geven de resultaten voor respectievelijk de Waddenzeezijde en de IJsselmeerzijde. De waarden worden voor het zichtjaar 2020 zijn met 5 centimeter nauwkeurig gegeven. Dit om schijnnaauwkeurigheid te voorkomen.

De waarden voor het zichtjaar 2120 (KNMI W+ scenario) zijn verkregen door de extra zeespiegelstijging t.o.v. 2020 (dit is 98 cm voor de Waddenzee en 60 cm voor het IJsselmeer) bij de waarden voor het peiljaar 2020 op te tellen.

<b>Waddenzeezijde</b>										
Zichtjaar (scenario)	2020 (KNMI W+)					2120 (KNMI W+)				
Peilstijging Waddenzee	0.07					1.05 <sup>2</sup>				
	Zichtjaar 2020 (KNMI W+)					zichtjaar 2120 (KNMI W+)				
Overschrijdings- frequentie 1/X jaar	1	10	100	1.000	10.000	1	10	100	1.000	10.000
Laagwaterstanden Den Oever	-1.65	-2.05	-2.50	-2.90	-3.35	-0.67	-1.07	-1.52	-1.92	-2.37
Laagwaterstanden Kornwerderzand	-1.85	-2.30	-2.75	-3.20	-3.65	-0.87	-1.32	-1.77	-2.22	-2.67

Tabel 3.1 Laagwaterstanden (m+NAP) voor verschillende overschrijdingsfrequentie voor de Waddenzeezijde

<b>IJsselmeerzijde</b>										
Zichtjaar (scenario)	2020 (KNMI W+)					2120 (KNMI W+)				
Peilstijging IJsselmeer	0.00					0.60				
	Zichtjaar 2020 (KNMI W+)					zichtjaar 2120 (KNMI W+)				
Overschrijdings- frequentie 1/X	1	10	100	1.000	10.000	1	10	100	1.000	10.000
Laagwaterstanden Den Oever	-0.75	-1.10	-1.40	-1.70	-2.00	-0.15	-0.50	-0.80	-1.10	-1.40
Laagwaterstanden Kornwerderzand	-0.75	-1.00	-1.30	-1.65	-1.95	-0.15	-0.40	-0.70	-1.05	-1.35

Tabel 3.2 Laagwaterstanden (m+NAP) voor verschillende overschrijdingsfrequentie voor de IJsselmeerzijde

<sup>2</sup> Voor de bepaling van de vervallen is bij de lage waterstanden aan de Waddenzeezijde rekening gehouden met een zeespiegelstijging van 0,67 m voor het zichtjaar 2120 (Hydraulische Randvoorwaarden Afsluitdijk v6.2). Aangezien niet duidelijk is waar deze 0,67 m vandaan komt is in dit memo het KNMI W+ scenario toegepast voor 2120. Dit houdt in dat er 1,05 m bij op wordt geteld.

**Datum**  
16 april 2019

**Ons kenmerk**  
11201202-004-HYE-0001

**Pagina**  
4 van 4

### **Literatuur**

Deltares/HKV (2013). Hydraulische Randvoorwaarden voor het ontwerp van de versterking van de Afsluitdijk. Deltares rapport 1207150-000-HYE-0009, April 2013.

Dillingh, D. (2013). Kenmerkende waarden Kustwateren en Grote Rivieren. Deltares rapport 1207509-000-ZKS-0010, November 2013.

Rijkswaterstaat Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2017). Hydraulische Randvoorwaarden Afsluitdijk, v6.2, 1 november 2017.

**Kopie aan**

