

12 JUL 2007

P2 DB-M-07170



ROYAL HASKONING

**SVASEK**  
**HYDRAULICS**

## REVISIE DETAILADVIES Boulevard Bankert Evertsen

Aan : Dennis Hordijk, RIKZ  
Van : [REDACTED]  
2e Lezer: [REDACTED]  
Datum : 5 juli 2007  
Ref : PvdR/1340/D07290/B  
Betreft : Opdracht 2006.02.24 van mantelovereenkomst RKZ-1563  
Status : Definitief  
Aanvraag: [REDACTED]

**NB:** Dit detailadvies is een herziening van de versie van 3 maart 2006, ref BE/06085/1340. In het detailadvies van 3 maart 2006 bleken de dijkvakscheidingscoördinaten niet te corresponderen met de dijkpaalnummers en deze zijn daarom verbeterd in deze memo. Betreffende de dijkpaalnummers vervangt deze revisie de vorige memo, de randvoorwaarden blijven ongewijzigd.

### 1 Inleiding

Het projectbureau Zeeweringen heeft in de planning staan om in 2008 de dijkbekleding van een dijktraject bij de Boulevard van Vlissingen langs de Westerschelde te gaan vervangen. Momenteel wordt de toetsing van deze dijk geactualiseerd door het Waterschap.

Voor het ontwerp en de actualisatie van de toetsing is het van belang om de golfcondities, zoals vastgelegd in RIKZ\1997.046 [ref 1], RIKZ 1998.018 [ref 2] en RIKZ\2003.044 [3], grondig te controleren en vast te stellen in een detailadvies. Dit detailadvies is op verzoek van het RIKZ opgesteld door Svašek Hydraulics/Royal Haskoning als onderdeel van de mantelovereenkomst RKZ-1563.

Het ontwerp zal gemaakt worden voor het dijktraject van dijkpaal 33.50 tot 35.00.

In het verleden is er al een detailadvies [ref 4] uitgekomen voor het dijktraject van dijkpaal 34.00 tot 37.75. Hierdoor vindt er met dit huidige detailadvies een overlap plaats van twee randvoorwaardenvakken.

De volgende onderdelen worden behandeld in het advies:

- Analyse van de ligging van de randvoorwaardenvakken.
- Bepalen van de maatgevende golfbelastingen en waterstanden zoals vastgesteld in RIKZ\1997.046 [ref 1], RIKZ 1998.018 [ref 2] en RIKZ\2003.044 [ref 3].
- Advies uitbrengen voor het gebruik van de tabel met golfcondities
- Controleren en bepalen van de bodemligging per dijkvak.
- Figuren + tabellen

Doel van de werkzaamheden is om de hydraulische condities die voor het ontwerp gebruikt worden, te controleren en vast te stellen.



## 2 Omschrijving randvoorwaardenvakken

Deze startnotitie gaat over het dijktraject van dijkpaal 32.45 tot 35.26. Langs dit dijktraject liggen 4 dijkvakken, welke in dit advies voor het gemak worden aangeduid met vak A t/m D. Het eerste dijkvak (A) loopt vanaf de gevangentoren tot aan het badstrand. Het tweede dijkvak (B) loopt vanaf het badstrand tot aan het begin van de Nolledam. Het derde dijkvak (C) betreft de Nolledam en het vierde dijkvak (D) loopt tot aan de overgang van de steenbekleding naar het strand ter hoogte van het Nollebosch. Dit laatste dijkvak (D) valt overigens grotendeels buiten het ontwerptraject. Alle dijkvakken zijn inclusief dijkvakgrenzen grafisch weergegeven in Figuur 1. Bijlage 1 laat de dijkvakgrenzen in RD-coördinaten zien.

## 3 Golfbelasting en waterstanden

### 3.1 Algemeen

Het betreffende dijktraject ligt fysisch gezien aan de monding van de Westerschelde. Het golfklimaat bij de Boulevard van Vlissingen zal sterk beïnvloed worden door golven die over de Vlakte van de Raan vanaf de Noordzee de Westerschelde binnendringen. Een klein deel van de golven komt uit noordwestelijke richting via het Oostgat aan bij de Boulevard. Hierdoor is de golfperiode bij Vlissingen hoog, en zijn de westelijke windrichtingen dominant.

In Figuur 2.1 en Figuur 2.2 zijn tweedimensionale weergaven gegeven van de golfhoogte bij NAP+4 en NAP +6 meter bij de (overwegend) maatgevende windrichting 270°.

### 3.2 Correctie n.a.v. evaluatie golfcondities Westerschelde

Eind 2003 heeft het RIKZ de resultaten gepubliceerd van de studie "Evaluatie golfcondities op de Westerschelde, RIKZ\2003.044" [ref 3]. In deze evaluatiestudie wordt o.a. geconstateerd dat voor dijkvakken die in het mondingsgebied van de Westerschelde liggen, de huidige golfcondities wellicht niet voldoende robuust zijn voor het ontwerp. De gemiddelde onderschatting van de golfperiode door het golfmodel SWAN bij locaties in de monding is ongeveer 15%. Op basis van deze studie wordt geadviseerd om voor dit ontwerp gebruik te maken van de golfcondities waarbij de golfperioden met 15% zijn verhoogd en waarbij tevens een ondergrens voor correctie aangehouden is van +1 seconde. In Bijlage 2 zijn de golfcondities weergegeven zonder deze correctie van 15%, echter in deze tabel is al wel 1 seconde bij de golfperioden opgeteld. Om de ontwerpcondities te kunnen bepalen zijn deze golfperioden eerst met 1 seconde verlaagd en vervolgens met 15% verhoogd. De maatgevende waarden (dus ofwel de op basis van 1 seconde verhoogde golfperioden ofwel de op basis van 15% verhoogde golfperioden) worden aangehouden voor het ontwerp. In Bijlage 3 zijn de ontwerpcondities inclusief maatgevende correctie weergegeven. **Deze tabel dient gebruikt te worden bij het ontwerp.**

### 3.3 Gebruik Belastingstabel 2

In de vigerende tabel met golfcondities is aangegeven dat voor het randvoorwaardenvak B t/m D voor het faalmechanisme  $Z=H_s \cdot T_{pm}^2$  een hogere golfbelasting geldt dan bij  $Z=H_s \cdot T_{pm}$ . Daarom zijn voor deze vakken golfcondities

weergegeven in Tabel 2 [ref 1,2]. Echter, voor de volgende waterstanden zijn de golfcondities niet gegeven:

- Randvoorwaardenvak B: NAP+2m
- Randvoorwaardenvak C: NAP+4m
- Randvoorwaardenvak D: NAP+4m en NAP+6m

Hierdoor wordt Tabel 2 nagenoeg onbruikbaar voor het ontwerp. Omdat voor steenbekledingen de bijdrage van golfhoogte en golfperiode in reguliere faalmechanismen toch ongeveer gelijk is, wordt geadviseerd om het ontwerp te baseren op de golfcondities uit Tabel 1, zoals weergegeven in Bijlage 3.

### 3.4 Waterstanden

In Bijlage 4 zijn de gemiddeld hoogwater stand (GHW) en het ontwerppeil weergegeven voor de betreffende dijkvakken.

## 4 Bodemligging

Voor de Westerschelde heeft het RIKZ golfcondities bepaald voor de waterstanden NAP+2, NAP+4 en NAP+6 m. Voor het ontwerpen van lage dijktafels, teenconstructies of kreukelbermen zijn regelmatig golfcondities nodig bij waterstanden lager dan NAP+2m. Deze golfcondities worden bepaald m.b.v. extrapolatie van de golfcondities van NAP+2 en NAP +4 meter. Belangrijk voor deze extrapolatie is de controle of de bepaalde golfcondities realistisch zijn bij de aanwezige bodemdiepte.

Hiervoor wordt een representatieve bodemdiepte per dijkvak beschouwd, die als volgt is gedefinieerd:

*representatieve bodemligging = gemiddelde bodemligging over alle uitvoerpunten van het dijkvak – standaardafwijking bodemligging over alle uitvoerpunten van het dijkvak.*

De representatieve bodemligging voor de dijkvakken is gepresenteerd in Bijlage 5. Bij de extrapolatie naar lagere waterstanden mag de waarde  $H_s/D=0.7$  niet overschreden worden. In het beschouwde dijktraject wordt deze waarde voor enkele combinaties van dijkvak en waterstand overschreden, zie geel gearceerde vakken in Bijlage 6.

Bijlage 7 geeft nu de te hanteren waarden voor  $H_s$  bij lage waterstanden.

## 5 Referenties

- [1] Golfrandvoorwaarden op de Westerschelde gegeven een 1/4000 windsnelheid, RIKZ, november 1997, RIKZ\1997.046
- [2] Golfrandvoorwaarden op de Westerschelde gegeven een 1/4000 windsnelheid (deel II), RIKZ, juli 1998, RIKZ\1998.018
- [3] Jacobse, J.J.: 'Evaluatie van de ontwerpwaarden voor golfcondities in de Westerschelde', d.d. 15 december 2003, referentie RIKZ/2003.044
- [4] Jacobse, J.J.: 'Detailadvies Boulevard Vlissingen', RWS, Projectbureau Zeeweringen, 29 maart 2005, kenmerk K-05-03-10

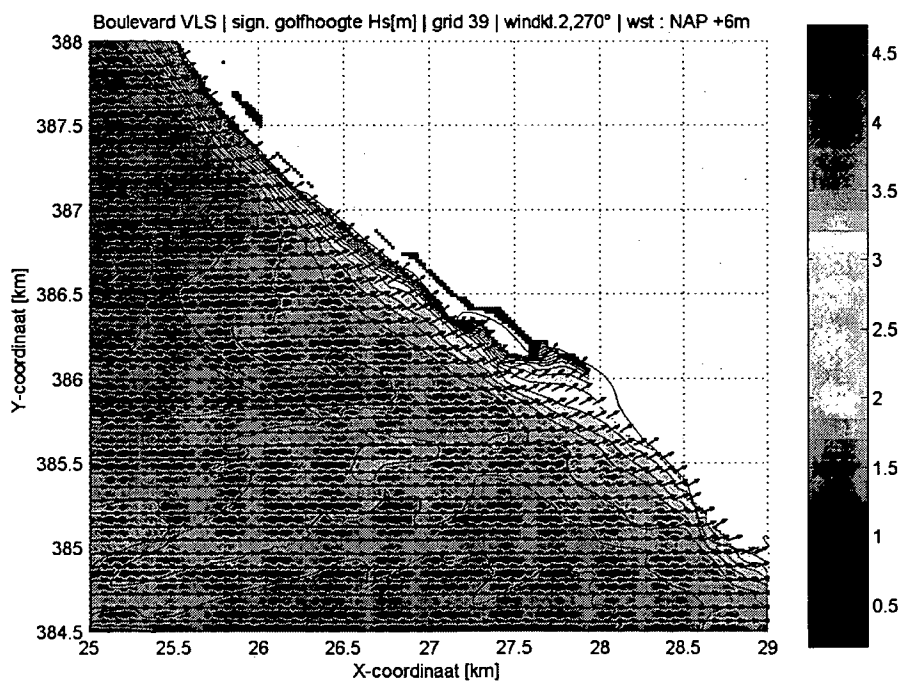
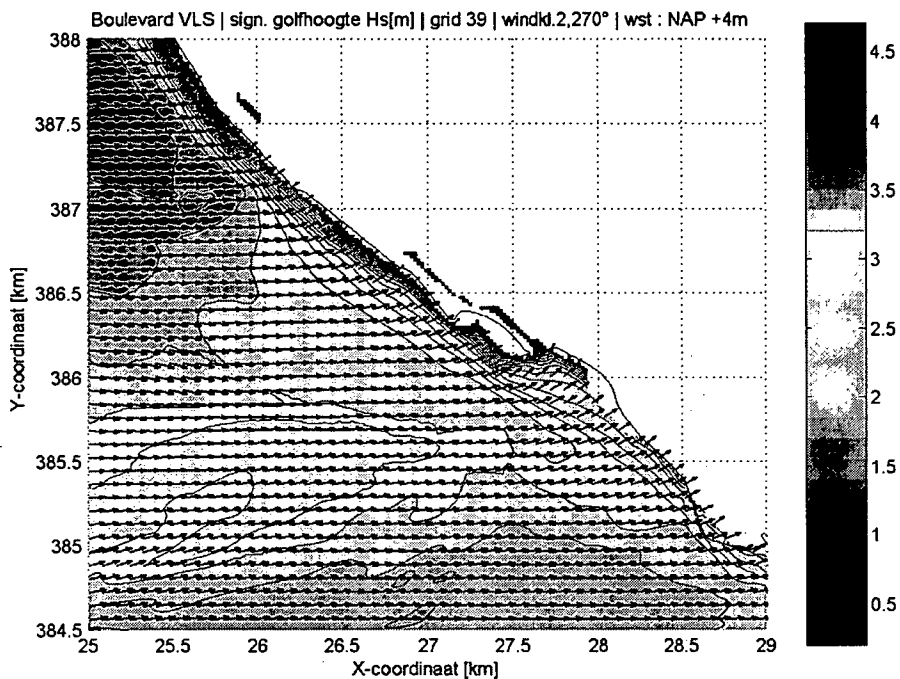
## Figuren en Bijlagen bij Startnotitie Boulevard Bankert Evertsen

- Figuur 1: Ligging dijkvakken
- Figuur 2.1: SWAN resultaten golfhoogte Hs bij windrichting 270°, bij NAP+4m
- Figuur 2.2: SWAN resultaten golfhoogte Hs bij windrichting 270°, bij NAP+6m
  
- Bijlage 1: Ligging dijkvakken met coördinaten en dijkkilometreering
- Bijlage 2: Golfcondities zonder correctie op Hs
- Bijlage 3: Golfcondities met correctie op Hs
- Bijlage 4: Gemiddeld hoogwaterstand en ontwerppeil
- Bijlage 5: Relatieve bodemligging
- Bijlage 6: Hs/D bepaling bij lage waterstanden
- Bijlage 7: Te gebruiken Hs en D bij lage waterstanden

**Figuur 1 Ligging dijkvakken**



Figuur 2.1 en 2.2: Golfhoogte bij windrichting 270°, bij NAP4m en NAP+6m



**Bijlage 1: Ligging dijkvakken met coördinaten en dijkkilometreering**

| Dijkvak | Coördinaten [RD stelsel in m.] |        |       |        | Kilometreering Waterschappen |                |
|---------|--------------------------------|--------|-------|--------|------------------------------|----------------|
|         | van                            |        | tot   |        | van                          | tot            |
|         | X                              | Y      | X     | Y      |                              |                |
| A       | 28610                          | 385165 | 28100 | 385850 | 35.26                        | 34.33          |
| B       | 28100                          | 385850 | 27670 | 386150 | 34.33                        | 33.62          |
| C       | 27670                          | 386150 | 27500 | 386100 | 33.62                        | * <sup>1</sup> |
| D       | 27500                          | 386100 | 26760 | 386710 | * <sup>1</sup>               | 32.50          |

**Bijlage 2: Golfcondities zonder correctie (dus GEEN ontwerpcondities)**

| Dijk<br>Vak | Hs [m]         |     |     | Tpm [s]        |     |      | Wind<br>richting<br>+6m | Golfrichtingsband<br>Nautische graden |     | Waterdiepte [m]<br>bij waterstanden |     |     | Spectrumvorm<br>bij waterstanden |     |     |
|-------------|----------------|-----|-----|----------------|-----|------|-------------------------|---------------------------------------|-----|-------------------------------------|-----|-----|----------------------------------|-----|-----|
|             | Wst t.o.v. NAP |     |     | Wst t.o.v. NAP |     |      |                         | van                                   | tot | +2m                                 | +4m | +6m | +2m                              | +4m | +6m |
|             | +2m            | +4m | +6m | +2m            | +4m | +6m  |                         |                                       |     |                                     |     |     |                                  |     |     |
| A           | 2.7            | 3.2 | 3.6 | 7.8            | 8.8 | 9.9  | 270                     | 220                                   | 254 | 4.8                                 | 6.8 | 8.8 | 4                                | 4   | 4   |
| B           | 1.0            | 2.0 | 2.8 | 8.3            | 9.1 | 9.9  | 270                     | 220                                   | 235 | 1.5                                 | 3.6 | 5.5 | 4                                | 4   | 4   |
| C           | 1.3            | 1.8 | 2.3 | 8.5            | 9.3 | 10.2 | 270                     | 199                                   | 227 | 2.5                                 | 4.5 | 6.5 | 4                                | 4   | 4   |
| D           | 1.9            | 2.7 | 3.4 | 7.9            | 9.2 | 10.3 | 270                     | 213                                   | 245 | 2.7                                 | 4.7 | 6.7 | 4                                | 4   | 4   |

\* golfperiode is al wel verhoogd met 1 seconde

**Bijlage 3: Ontwerpgolfcondities met correctie voor faalmechanisme  $Z=H_s \cdot T_{pm}$   
(golfperioden zijn gecorrigeerd met  $T_{pm}+15\%$ , met 1s als ondergrens)**

| Dijk<br>Vak | Hs [m]         |     |     | Tpm [s]        |     |      | Wind<br>richting<br>+6m | Golfrichtingsband<br>Nautische graden |     | Waterdiepte [m]<br>bij waterstanden |     |     | Spectrumvorm<br>bij waterstanden |     |     |
|-------------|----------------|-----|-----|----------------|-----|------|-------------------------|---------------------------------------|-----|-------------------------------------|-----|-----|----------------------------------|-----|-----|
|             | Wst t.o.v. NAP |     |     | Wst t.o.v. NAP |     |      |                         | van                                   | tot | +2m                                 | +4m | +6m | +2m                              | +4m | +6m |
|             | +2m            | +4m | +6m | +2m            | +4m | +6m  |                         |                                       |     |                                     |     |     |                                  |     |     |
| A           | 2.7            | 3.2 | 3.6 | 7.8            | 9.0 | 10.2 | 270                     | 220                                   | 254 | 4.8                                 | 6.8 | 8.8 | 4                                | 4   | 4   |
| B           | 1.0            | 2.0 | 2.8 | 8.4            | 9.3 | 10.2 | 270                     | 220                                   | 235 | 1.5                                 | 3.5 | 5.5 | 4                                | 4   | 4   |
| C           | 1.3            | 1.8 | 2.3 | 8.6            | 9.5 | 10.6 | 270                     | 199                                   | 227 | 2.5                                 | 4.5 | 6.5 | 4                                | 4   | 4   |
| D           | 1.9            | 2.7 | 3.4 | 7.9            | 9.4 | 10.7 | 270                     | 213                                   | 245 | 2.7                                 | 4.7 | 6.7 | 4                                | 4   | 4   |

**Bijlage 4: Gemiddeld hoogwaterstand en ontwerppeil**

| Dijkvak | Kilometreering Waterschappen |                | Zeespiegel-<br>stijging<br>75 jaar [m] | Basispeil<br>1985<br>[m+NAP] | Ontwerppeil<br>2060<br>[m+NAP] | GHW standen<br>[m+NAP] |
|---------|------------------------------|----------------|--|------------------------------|--------------------------------|------------------------|
|         | van                          | tot            |  |                              |                                |                        |
| A       | 35.26                        | 34.33          | 0.55                                   | 5.15                         | 5.70                           | 2.05                   |
| B       | 34.33                        | 33.62          | 0.55                                   | 5.15                         | 5.70                           | 2.00                   |
| C       | 33.62                        | * <sup>1</sup> | 0.55                                   | 5.10                         | 5.65                           | 2.00                   |
| D       | * <sup>1</sup>               | 32.50          | 0.55                                   | 5.10                         | 5.65                           | 2.00                   |

<sup>1</sup> dijkvakgrens ligt op de nol, 151m westwaarts vanaf dijkpaal 33.60



### Bijlage 5: Relatieve bodemligging

| Dijkvak | Kilometrerings Waterschappen |       | Representatieve bodemligging [m t.o.v. NAP] | Gemiddelde bodemligging [m t.o.v. NAP] | Standaard dev. bodemligging [m t.o.v. NAP] |
|---------|------------------------------|-------|---|--|--|
|         | van                          | tot   |   |  |  |
| A       | 35.26                        | 34.33 | -4.07                                       | -3.20                                  | 0.87                                       |
| B       | 34.33                        | 33.62 | 0.52  | 0.52                                   | 0.00                                       |
| C       | 33.62                        | *12   | 0.28  | 2.33                                   | 2.05                                       |
| D       | *1                           | 32.50 | -0.42                                       | 0.35                                   | 0.77                                       |

### Bijlage 6: Hs/D bepaling bij lage waterstanden

| Dijkvak | Kilometrerings Waterschappen | Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP |     |     | D [m] bij waterstand t.o.v. NAP |      |      | Hs/D [m] bij waterstand t.o.v. NAP |      |      |      |
|---------|------------------------------|----------------------------------|-----|-----|---------------------------------|------|------|------------------------------------|------|------|------|
|         |                              | van                              | tot | -2m | +0m                             | +1m  | -2m  | +0m                                | +1m  | -2m  | +0m  |
| A       | 35.26                        | 34.33                            | 1.7 | 2.2 | 2.45                            | 2.07 | 4.07 | 5.07                               | 0.82 | 0.54 | 0.48 |
| B       | 34.33                        | 33.62                            | -   | -   | 0.5                             | -    | -    | 0.48                               |      |      | 1.04 |
| C       | 33.62                        | *1                               | 0.3 | 0.8 | 1.05                            | -    | -    | 0.72                               |      |      | 1.46 |
| D       | *1                           | 32.50                            | 0.3 | 1.1 | 1.5                             | -    | 0.42 | 1.42                               |      | 2.62 | 1.06 |

### Bijlage 7: Te gebruiken Hs en D bij lage waterstanden

| Dijkvak | Kilometrerings Waterschappen | Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP |     |     | D [m] bij waterstand t.o.v. NAP |      |      |      |
|---------|------------------------------|----------------------------------|-----|-----|---------------------------------|------|------|------|
|         |                              | van                              | tot | -2m | +0m                             | +1m  | -2m  | +0m  |
| A       | 35.26                        | 34.33                            | 1.4 | 2.2 | 2.5                             | 2.07 | 4.07 | 5.07 |
| B       | 34.33                        | 33.62                            | -   | -   | 0.3                             | -    | -    | 0.48 |
| C       | 33.62                        | *1                               | -   | -   | 0.5                             | -    | -    | 0.72 |
| D       | *1                           | 32.50                            | -   | 0.3 | 1.0                             | -    | 0.42 | 1.42 |

<sup>1</sup> dijkvakgrens ligt op de nol, 151m westwaarts vanaf dijkpaal 33.60