

# **Verkenning Kunstwerken Afsluitdijk**

**Samenvattend eindrapport fase 1**

19 juli 2005

# Verkenning Kunstwerken Afsluitdijk

---

.....

## Colofon

**Uitgegeven door:** Bouwdienst Rijkswaterstaat

**Informatie:** B.P. van den Bunt, projectmanager  
**Telefoon:** 030 – 285 86 21  
**Fax:** 030 – 285 79 50

**Uitgevoerd door:** Projectteam Verkenning Kunstwerken Afsluitdijk  
A. Hoekstra, B.P. van den Bunt (red.)

**Documentnummer:** 9351-2005-0034

**Datum:** 19 juli 2005

**Status:** Definitief

**Versienummer:** 4.1

---

---

## Inhoudsopgave

---

<b>1.</b>	<b>Inleiding 5</b>
1.1	Achtergrond en aanleiding 5
1.2	Doelstelling verkenning 6
1.3	Opzet verkenning 6
1.4	Leeswijzer 7
<b>2.</b>	<b>Probleemanalyse 8</b>
2.1	Beschrijving Kunstwerken Afsluitdijk 8
2.2	Uitgangspunten bij probleemanalyse veiligheid 9
2.3	Analyse wettelijke veiligheid 10
2.3.1.	Toets aan bouwbesluit 10
2.3.2.	Toets aan Wet op de Waterkering 10
2.4	Analyse overige functies en indirecte effecten op veiligheid 13
2.4.1.	Mechanismen Den Oever 13
2.4.2.	Mechanismen Kornwerderzand 13
2.4.3.	Overige mechanismen leidend tot hinder voor wegverkeer 14
<b>3.</b>	<b>Oplossingsrichtingen 15</b>
3.1	Randvoorwaarden voor oplossingen 15
3.2	Bouwstenen voor totaaloplossingen 17
3.2.1.	Schutcapaciteit Den Oever 18
3.2.2.	Schutcapaciteit Kornwerderzand 23
3.2.3.	Spuicapaciteit Den Oever 29
3.2.4.	Spuicapaciteit Kornwerderzand 31
3.3	Totaaloplossingen 33
3.3.1.	Totaaloplossing Goedkoop 33
3.3.2.	Totaaloplossing Integraal en Robuust 34
<b>4.</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen 37</b>
4.1	Conclusies 37
4.2	Aanbevelingen 39
	<b>Literatuur 40</b>

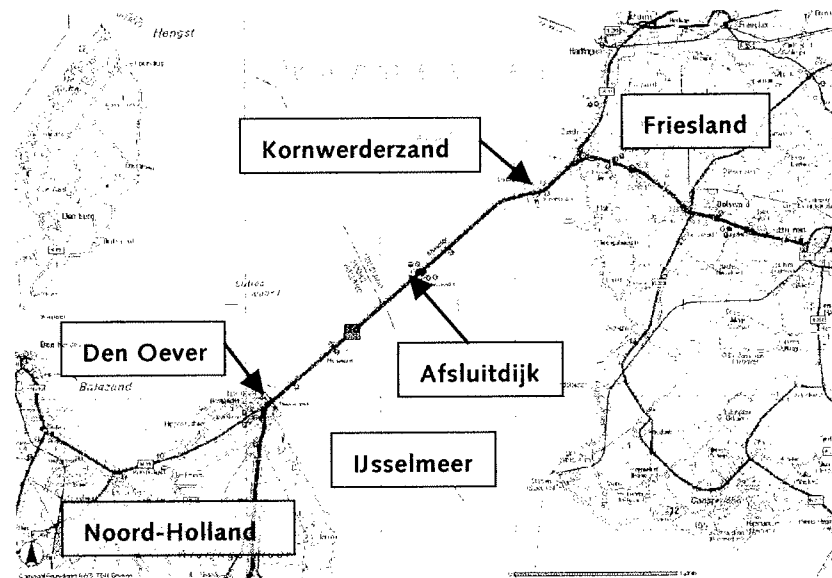
---

# 1. Inleiding

## 1.1 Achtergrond en aanleiding

Bij Rijkswaterstaat bestaat zorg over de staat van de Afsluitdijk als primaire waterkering. De huidige kunstwerken in de Afsluitdijk (spui- en schutsluizen) zijn door Rijkswaterstaat Bouwdienst onderworpen aan toetsingen op veiligheid ingevolge de Wet op de Waterkering. Uit de toetsresultaten tot nu toe en de second opinions daarop komen zij vooralsnog als onvoldoende naar voren.

*Figuur 1 Afsluitdijk en omstreken*



Na deze toetsingen was het nog onvoldoende duidelijk in hoeverre de beoordeling van de kunstwerken uit zou pakken in de tweede stap van de toetsing waarin rekening gehouden wordt met het bergend vermogen van het IJsselmeer (een zogenoemde 'achterlandstudie') en wanneer de constructieve betrouwbaarheden nader beschouwd worden. Daarbij is nog niet definitief bekend wat de uiteindelijke toetsresultaten voor de grondlichamen van de Afsluitdijk zijn en wat de invloed daarvan is op de uitkomsten van de achterlandstudie.

Naast de behoefte de veiligheid van de kunstwerken nader te beschouwen is er ook behoefte aan een inventarisatie van mogelijke maatregelen om de kunstwerken in de Afsluitdijk voor de functie waterkeren op acceptabel niveau te brengen, en van de effecten van die maatregelen voor de overige functies.

---

## 1.2 Doelstelling verkenning

Deze verkenning voor de kunstwerken in de Afsluitdijk heeft als doelstellingen:

1. Het indicatief aangeven van de mogelijke verbetering van de toetsresultaten van de waterkerende prestaties door toepassing van verfijnder toetsmethodes,
2. Het benaderen van de effecten van de waterkerende prestaties op het veiligheidsniveau van de achterliggende primaire waterkeringen,
3. Het in beeld brengen van kansrijke oplossingsrichtingen om de uit de toetsresultaten naar voren gekomen knelpunten weg te nemen.

Een subdoelstelling is

4. Het per 1 juli 2005 geven van voeding voor een eerste afweging van de opties voor de uitbreiding van de spuicapaciteit van de Afsluitdijk.

Niet tot de doelstellingen van het project behoort het doen van een verkenning naar verbetermaatregelen en hun effecten voor de dijklichamen.

## 1.3 Opzet verkenning

Om aan de in de vorige paragraaf beschreven doelstellingen invulling te geven is de verkenning opgedeeld in een aantal activiteiten:

Analyse:

- A. Huidige prestaties kunstwerken
- B. Achterlandstudie
- C. Functie-eisen

Oplossingsrichtingen:

- D. Selectiecriteria fase 1
- E. Opties per kunstwerk
- F. Inventarisatie en eerste selectie mogelijke oplossingsrichtingen

Rapportage:

- G. Rapportage fase 1

Nadere inperking en uitwerking oplossingsrichtingen:

- H. Selectiecriteria fase 2
- I. Tweede selectie oplossingsrichtingen
- J. Uitwerken gekozen oplossingsrichtingen

Rapportage:

- K. Eindrapportage

Voorliggende eindrapportage is hierbij activiteit G, en vormt vooralsnog een weerslag van de activiteiten A t/m F. Activiteiten H t/m K vinden in de tweede helft van 2005 als fase 2 plaats.

---

Dit rapport is bedoeld om de resultaten van de activiteiten A t/m F zo bondig mogelijk bij elkaar te zetten. Voor achtergronden en detailinformatie wordt verwezen naar een van de vier achterliggende rapporten bij dit document: de deelrapportages van activiteit A [1], activiteit B [2], activiteit C+D [3] en activiteit E+F [4].

Deze verkenning richt zich op het veiligheidsprobleem zoals dat, getoetst aan de eisen in de Wet op de waterkering, kan ontstaan door constructief falen van de kunstwerken in de Afsluitdijk.

Wanneer er echter ingrepen worden voorzien, ligt het voor de hand ook andere aspecten die in het plangebied spelen te betrekken. Hierbij gaat het onder andere over beschikbaarheid van de kunstwerken voor functies als doorlaten scheepvaart- en wegverkeer, keren en spuien van IJsselmeerwater, zoet-zoutscheiding en ecologie. Daarnaast kan gedacht worden aan (toekomstige) capaciteitsproblemen voor het weg- dan wel scheepvaartverkeer. In de verkenning zal worden aangegeven waar en hoe met evt. toekomstige capaciteitsproblemen rekening is gehouden.

#### **1.4 Leeswijzer**

In hoofdstuk 2 wordt ingezoomd op de bestaande kunstwerken in de Afsluitdijk. De resultaten van de toetsingen en de gevolgen voor het achterland en de overige functies worden weergegeven. In hoofdstuk 3 volgt een analyse van de randvoorwaarden voor oplossingen, die enerzijds uit de probleemanalyse volgen en anderzijds uit omgevingsfactoren. Vervolgens worden bouwstenen en enkele totaaloplossingen om de geconstateerde problemen op te lossen gepresenteerd. Hoofdstuk 4 tenslotte geeft enkele aanbevelingen voor de toekomst.

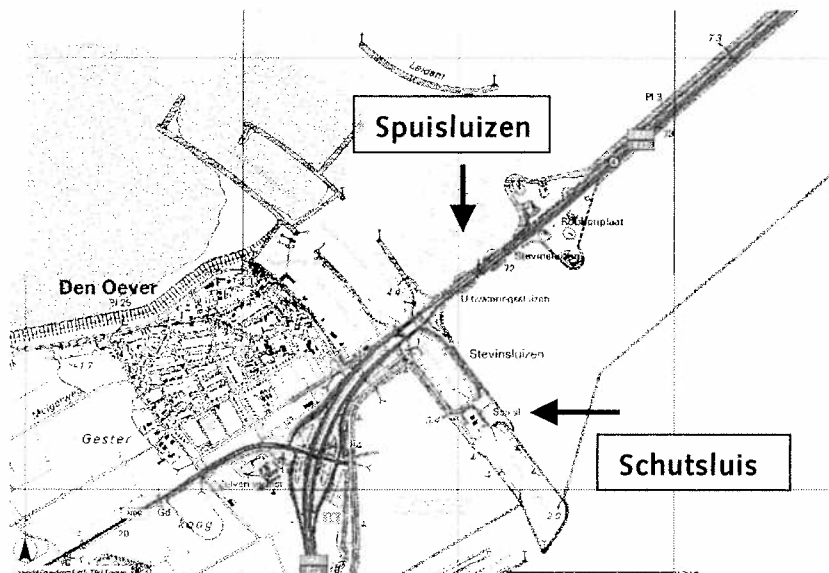
---

## 2. Probleemanalyse

### 2.1 Beschrijving Kunstwerken Afsluitdijk

Zowel bij Den Oever als Kornwerderzand bevinden zich spui- en schutsluizen. De sluizen bij Den Oever worden de Stevinsluizen genoemd, die bij Kornwerderzand de Lorentzsluizen.

Figuur 2 ligging kunstwerken Den Oever



#### *Spuisluizen*

De spuisluizen zijn gebouwd in de periode 1927-1932. Het complex te Den Oever bestaat uit 3 groepen van 5 spuiokers. De dwarsdoorsnede van elke koker heeft een doorstroomprofiel van 12m breed en 6,90m hoog.

Het spuicomplex in Kornwerderzand is constructief gezien nagenoeg identiek aan het complex Den Oever, met als verschil dat het complex te Kornwerderzand bestaat uit 2 groepen van 5 spuiokers, die in tegenstelling tot Den Oever op palen gefundeerd zijn.

Aan de zuidzijde van het spuicomplex in Den Oever kan water vrij toestromen vanaf het IJsselmeer. Aan de noordzijde is een spuihoek gemaakt, en zijn leidammen aangelegd om de spuistroom goed weg te leiden. Deze leidammen zijn ook voor de waterkerende functie belangrijk, omdat ze de golfhoogte beperken.

#### *Schutsluizen*

De schutsluis bij Den Oever heeft één kolk, die met een tussenhoofd in twee delen is te splitsen. De nuttige schutlengte is 120m (135m met ontheffing). De doorvaartbreedte is 14m. De drempeldiepte ligt in de drie hoofden op NAP-4,4m. Het maximale schutpeil is NAP+1,80m. De sluis is geschikt voor schepen tot 6.000 ton.

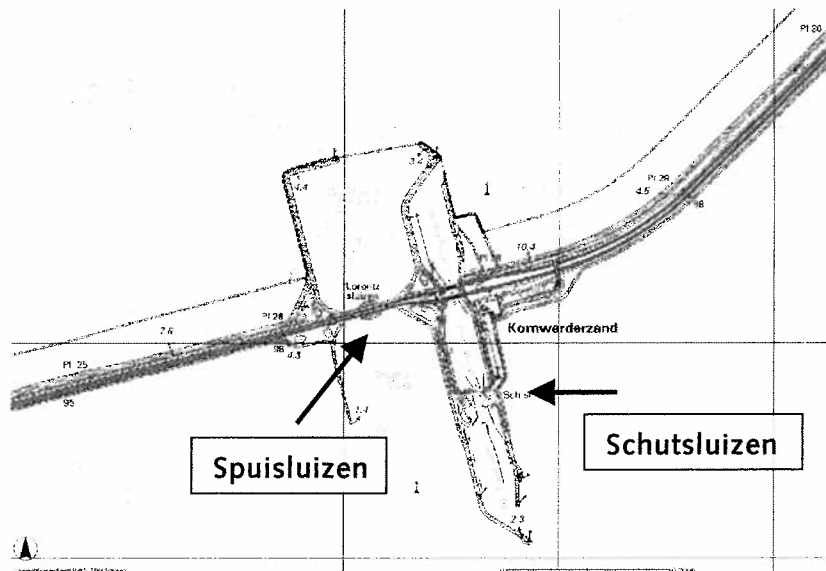


Het complex bij Kornwerderzand heeft 2 sluiskolken, een grote met een nuttige schutlengte van 120m (135m met ontheffing) bij een doorvaartbreedte van 14m, en een kleine met een schutlengte van 60m bij 9m doorvaartbreedte. De drempeldiepte ligt in beide kolken eveneens op NAP-4,4m. De sluizen zijn geschikt voor schepen tot 6.000 respectievelijk 2.000 ton.

De schutsluizen bij zowel Den Oever als Kornwerderzand zijn bereikbaar via voorhavens. Deze zijn ook voor de waterkerende functie belangrijk. Enerzijds omdat ze de golfhoogte beperken en anderzijds maken de dijken rondom de voorhaven tussen de schutsluis en de draaibruggen deel uit van de primaire waterkering.

De schutsluizen worden 24 uur per dag bediend en vervullen een functie voor zowel de beroepsvaart als ook voor de recreatievaart. In 2001 passeerden bij de Stevinsluis (Den Oever) 3.531 beroepsvaartuigen en 19.921 recreatievaartuigen. Voor de Lorentzsluizen (Kornwerderzand) liggen deze aantallen aanzienlijk hoger; de beroepsvaart had daar 4.526 passages en er passeerden 37.116 recreatievaartuigen.

Figuur 3 ligging kunstwerken Kornwerderzand



## 2.2 Uitgangspunten bij probleemanalyse veiligheid

Op basis van concept-resultaten uit de VTV-toetsingen zijn in 2004 de volgende noodmaatregelen voor de kunstwerken aanbevolen (zie ook [13]):

- schutsluis Den Oever: waterdichte deuren in bewegingswerkkelders, bedieningsinstructie peilbeheer (incl. benodigde faciliteiten);

- 
- spuicomplex Den Oever: bedieningsinstructie instellen kering, aanbrengen doorstroomopeningen noorderschuiven en verwijderen bovenafdichting zuiderschuiven;
  - schutsluizen Kornwerderzand: waterdichte deuren in bewegingswerkkelders, bedieningsinstructie peilbeheer (incl. benodigde faciliteiten);
  - spuicomplex Kornwerderzand: bedieningsinstructie instellen kering, aanbrengen doorstroomopeningen noorderschuiven.

In de analyses van deze Verkenning wordt er conform de projectopdracht [14] vanuit gegaan dat noodmaatregelen uitgevoerd zijn of op zeer korte termijn uitgevoerd worden.

## 2.3 Analyse wettelijke veiligheid

Het eerste deel van de probleemanalyse omvat de toetsing van de kunstwerken in de afsluitdijk aan de wettelijke veiligheidsvoorschriften. Hierbij gaat het om twee aspecten: enerzijds de toets aan het Bouwbesluit in het kader van de constructieve veiligheid, anderzijds de toets in het kader van de Wet op de waterkering voor de waterkerende prestatie-eisen.

### 2.3.1. Toets aan bouwbesluit

De constructieve veiligheid dient, ongeacht of deze voldoet aan de waterkerende prestatie-eisen, te voldoen aan de eisen voorgeschreven uit het Bouwbesluit voor bestaande constructies. In het RWS/TNO-rapport *Veiligheidsbeoordeling voor bestaande constructies* [11] wordt aangegeven hoe hiermee kan worden omgegaan.

In artikel 4.24 van de *Regeling Bouwbesluit 2003* [12] staat vermeld dat voor bestaande bouw de referentieperiode voor een bouwconstructie gelijkgesteld mag worden aan ten minste één jaar.

Zoals ook in *Veiligheidsbeoordeling voor bestaande constructies* [11] staat vermeld, kan worden volstaan met een 'beoordeling van het onmiddellijke gevaar voor instorten'. In praktische zin betekent dit, dat de referentieperiode op één jaar gesteld mag worden. Dit heeft dan wel als consequentie dat deze beoordeling ieder jaar moet worden uitgevoerd.

De in het kader van Activiteit A berekende constructieve betrouwbaarheden voor Schutsluis Den Oever en Spuisluis Kornwerderzand voldoen op dit moment nog aan de eis vanuit het Bouwbesluit, wanneer de levensduur op 1 jaar wordt gesteld. Door onder andere zeespiegelrijzing komt er een moment waarop niet meer aan deze eis voldaan kan worden.

### 2.3.2. Toets aan Wet op de Waterkering

De Wet op de waterkering (Wow) schrijft voor dat elke vijf jaar door de beheerder aan het bevoegd gezag verslag uitgebracht moet worden over de algemene waterstaatkundige toestand van de primaire waterkering

---

(Wow art. 9). In het kader van de Tweede toetsronde Wow zijn de kunstwerken in de Afsluitdijk getoetst [6 t/m 9]. Hierbij is conform het VTV (Voorschrift Toetsen op Veiligheid) de waterkering behandeld als ware die van categorie a en is getoetst tot op het niveau van de gedetailleerde toetsing. Zowel de schutsluizen als de spuisluizen krijgen dan als eindscore "voldoen niet aan de norm". Daaraan ligt de score "onvoldoende" op diverse subsporen in de toetsing ten grondslag. Dit houdt in dat volgens het VTV een achterlandstudie moet worden verricht. Alvorens de achterlandstudie werd uitgevoerd, is eerst voor twee bezwijkmechanismen een nadere analyse en verfijning van de toetsresultaten verricht (probabilistische validatie, VTV-toetsing op het niveau van geavanceerde toetsing).

#### *Probabilistische validatie VTV-toetsing*

In de probabilistische validatie (in deze Verkenning activiteit A) heeft beoordeling van de kunstwerken plaatsgevonden aan de hand van een toetsing van de constructieve betrouwbaarheden via een volledig probabilistische benadering.

Er is gekozen om twee van de vier kunstwerken aan de verfijndere probabilistische methode te onderwerpen. Hierbij wordt per kunstwerk een dominant bezwijkmechanisme nader beschouwd. De twee bezwijkmechanismen zijn geselecteerd op:

- variatie in type kunstwerk (spuisluis of schutsluis);
- dominantie en andersoortigheid van bezwijkmechanisme;
- uitvoerbaarheid berekening.

In tabel 1 staan de geselecteerde kunstwerken en bijbehorende dominante faalmechanismen genoemd. Aangenomen wordt dat de gekozen faalmechanismen zodanig dominant zijn dat ze het faalgedrag van de respectievelijke kunstwerken volledig representeren, wat in werkelijkheid niet het geval is.

*Tabel 1*

Locatie	Bezwijkmechanisme
Schutsluis Den Oever	Kantelstabiliteit gewichtsmuur buitenhoofd
Spuisluis Kornwerderzand	Overschrijden momentcapaciteit bovenste kokerligger noorderschuif

Het gebruik van de verfijnde methode leidt voor de beschouwde kunstwerken tot minder ongunstige resultaten. Het leidt echter niet tot het voldoen aan de gestelde eis van een bezwijkkans voor het hele object van maximaal  $1,0 \cdot 10^{-6}$  per jaar, zelfs niet indien de laatste informatielacunes ingevuld worden. Hierdoor kan aan de kunstwerken niet al in de eerste stap van de toetsing van de kunstwerken in de Afsluitdijk als waterkering categorie b de score 'voldoende' of 'goed' worden toegekend.

Een uitgebreide weerslag van de uitgevoerde berekeningen is te vinden in [1].

---

### *Effecten op het achterland*

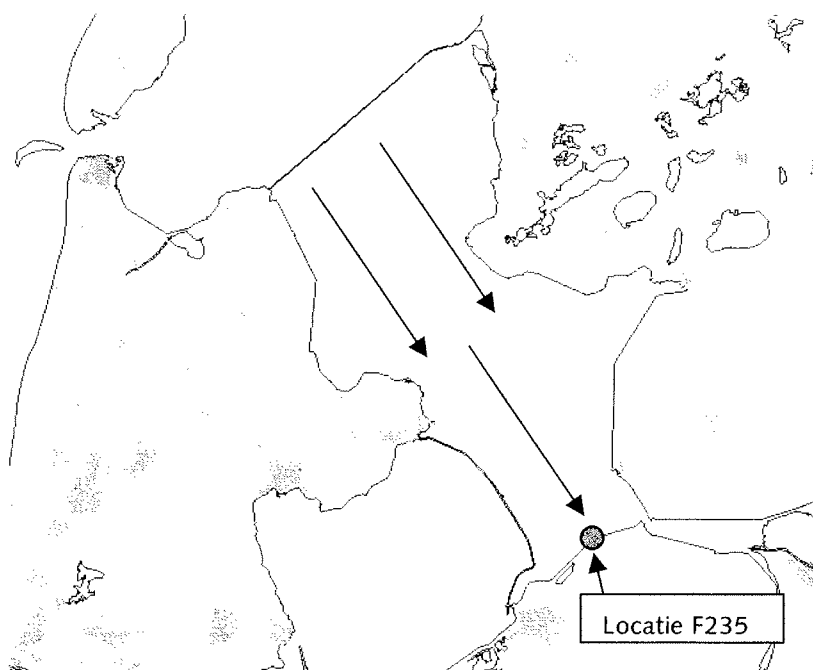
Om tot een uiteindelijke score voor de kunstwerken in de Afsluitdijk te kunnen komen is als activiteit B van deze verkenning een zogenaamde Achterlandstudie uitgevoerd.

Hierin worden de gevolgen van bezwijken van de kunstwerken in de Afsluitdijk op het achterland beschouwd. Het achterland ligt in dit geval niet achter de dijk: daar ligt het IJsselmeer. Het gaat dus om de gevolgen van het bezwijken op de gebieden die achter de IJsselmeerdijken liggen. Hierin is van belang dat het IJsselmeer een zeker waterbergend vermogen heeft: bij bezwijken van een kunstwerk in de Afsluitdijk hoeven nog niet meteen de dijken langs het IJsselmeer te bezwijken.

Bij de keuze voor een maatgevende locatie voor de achterlandstudie is uitgangspunt dat de extreme waterstandstatistiek van de Waddenzee wordt gedomineerd door noordwesterstormen. Wanneer nu een of meerdere kunstwerken bezwijken bij een noordwesterstorm, zal er dus veel water het IJsselmeer opstromen.

Als maatgevende locatie is F235 gekozen. Dit is een punt in het dijkvak ten Noordoosten van Lelystad (zie figuur 4). Op deze locatie kan op het moment van een noordwesterstorm relatief weinig berging toegestaan worden door de al ongunstige situatie (sterke opwaaiing) voor dit deel van de dijken van Flevoland.

*Figuur 4 maatgevende locatie achterlandstudie*



De verhoging van het toetspeil ter plaatse van deze locatie door de in Activiteit A onderzochte faalmechanismen ligt in de orde van 0,2 m. Of dit acceptabel is, kan pas blijken als het dijkvak ter plaatse van locatie F235 wordt getoetst.

---

Een uitgebreide weerslag van de uitgevoerde berekeningen is te vinden in [2].

## **2.4 Analyse overige functies en indirecte effecten op veiligheid**

De betrouwbaarheid van de kunstwerken heeft behalve invloed op de functie waterkeren tevens invloed op andere belangrijke functies: doorlaten scheepvaart, doorlaten wegverkeer, het keren en spuien van IJsselmeerwater, zoet/zoutscheiding en heeft daarnaast indirecte effecten op veiligheid voor waterkeren. Aangezien het analyseren van de huidige prestaties van de kunstwerken in relatie tot overige functies niet tot de scope van dit project behoort zijn die niet diepgravend onderzocht. Vanwege het belang van bovengenoemde functies wordt hier wel een korte analyse beschreven van de beperkte betrouwbaarheid van de kunstwerken voor deze functies.

Op basis van de informatie uit de VTV-toetsen en de activiteiten A en B van deze verkenning worden faalmechanismen belicht die leiden tot beperkte of niet-beschikbaarheid van bovengenoemde functies [15]. Hierbij dient opgemerkt te worden dat dit minder ernstige maar ook vaker voorkomende faalmechanismen zijn dan die mechanismen waarbij de veiligheid van waterkeren direct bedreigd wordt.

### **2.4.1. Mechanismen Den Oever**

#### *Schutzsluis*

Bij een storm met een kans van zo'n 1/250 per jaar komt er water in de bewegingswerkkelders van de vloeddeuren in het buitenhoofd, dat bewegingswerken daarvan beschadigt. Dit leidt tot een beperkte beschikbaarheid voor scheepvaart van de noorderkolk gedurende een herstelperiode van enkele maanden en ook tot een verminderde veiligheid voor waterkeren. De zuiderkolk blijft beschikbaar voor de scheepvaart.

#### *Spuisluizen*

Bij een storm die ongeveer eens per jaar voorkomt komen kleine hoeveelheden zout water over de zuiderschuiven.

Bij een storm met een kans van zo'n 1/1.000 per jaar bezwijken bij deze storm de spatmuren, leidend tot enkele maanden herstel van spatmuur en noordbruggen: afsluitingen en hinder voor wegverkeer. Daarnaast kunnen bij deze storm schuiven bezwijken, leidend tot acuut zoutbezwaar, een periode van aanzienlijk verkleinde veiligheid, beperkt IJsselmeerpeilbeheer en ongewenste effecten voor ecologie.

### **2.4.2. Mechanismen Kornwerderzand**

#### *Schutzluizen*

Bij een storm met een kans van zo'n 1/100 per jaar speelt zich hier een met Den Oever vergelijkbaar maar ernstiger mechanisme af: het water

---

komt ook hier in de bewegingswerkkelders waardoor niet alleen de bewegingswerken van de storm- en vloeddeuren maar ook die van de rioolschuiven kapot gaan. De grote kolk is daardoor in zijn geheel niet beschikbaar voor scheepvaart gedurende een herstelperiode van enkele maanden en heeft een verminderde veiligheid voor waterkeren.

#### *Spuisluizen*

Bij een storm met een kans van zo'n 1/1.000 per jaar kan de paalfundering van een of meer spuigroepen bezwijken waardoor die decimeters verschuiven. Dit leidt zeker tot een verkleinde veiligheid voor waterkeren, waarschijnlijk tot een aanzienlijk zout lekdebiet en mogelijk tot gehele niet-beschikbaarheid voor spuien. Verder is het wegverkeer voor enkele maanden of zelfs permanent gestremd doordat de bruggen niet meer in de as van de weg liggen en mogelijk niet meer veilig zijn. Herstel vergt minimaal enkele maanden, dit geldt ook voor het herstel van de spatmuur die bij deze storm bezwijkt.

#### **2.4.3. Overige mechanismen leidend tot hinder voor wegverkeer**

Mechanismen leidend tot een periode van beperkte of niet-beschikbaarheid van één van de schutcomplexen leiden tevens tot problemen voor het wegverkeer omdat tijdens zo'n periode de scheepvaart zich concentreert in het andere complex en dus ook de wachttijd voor de draaibruggen van dit complex evenredig toeneemt. Verder lopen bij een storm met een kans van zo'n 1/1.000 per jaar de draaibruggen waarschijnlijk schade op door golfklappen, leidend tot beperkte beschikbaarheid voor wegverkeer door noodzakelijk herstelwerk.

---

## 3. Oplossingsrichtingen

### 3.1 Randvoorwaarden voor oplossingen

Voor oplossing van de in het vorige hoofdstuk behandelde problematiek wordt ervan uitgegaan dat de kunstwerken in de Afsluitdijk als zelfstandige waterkering dienen. Ze hebben als hoofdfunctie:

1. Keren van Waddenzee water (tbv veiligheid achterland);
2. Keren/spuien van IJsselmeer water (tbv handhaving peil).

Hieruit volgt een aantal randvoorwaarden:

- De Afsluitdijk moet voldoen aan de eisen uit de Wet op de waterkering. Het betreft een primaire waterkering categorie b, met een normfrequentie van 1/10.000 per jaar (DGW/VW/2004/678);
- De spuicapaciteit in de Afsluitdijk mag niet afnemen ten opzichte van de huidige situatie;
- Het streefpeil van het IJsselmeer mag niet worden beïnvloed.

Verder vervult de Afsluitdijk met zijn kunstwerken naast de functie veiligheid nog een aantal functies:

1. Instandhouden scheiding zoet en zout water;
2. Doorlaten van scheepvaart;
3. Verbinden Noord-Holland en Friesland voor het wegverkeer;
4. Verbinden Kabels en Leidingen;
5. Recreatieve functies;
6. Wonen;
7. Militaire activiteiten;
8. Ecologische verbinding voor landgebonden fauna.

Hierbij wordt opgemerkt dat het doorlaten van het wegverkeer een kwetsbare is: er wordt verwacht dat in de autonome ontwikkeling in 2010 de wachttijden ten gevolge van brugopeningen zo lang worden dat er vrijwel permanente filevorming zal optreden. In deze situatie verbetering brengen is daarom voor de bouwstenen een pré.

Randvoorwaarden voor oplossingen die uit deze functies volgen zijn:

- De constructies in de Afsluitdijk dienen een maximaal toelaatbare bezwijkkans te hebben van  $1,6 \cdot 10^{-4}$  [-/levensduur] [11+12]);
- De Afsluitdijk en de kunstwerken erin mogen als geheel niet méér zout doorlaten (als gevolg van verbetermaatregelen) ten opzichte van de huidige situatie;
- De Afsluitdijk dient doorgang te verlenen voor scheepvaart (recreatievaart en beroepsvaart);
- De huidige schutsluiscapaciteit moet beschikbaar blijven;
- De Afsluitdijk dient scheepvaart met staande mast ongehinderd te laten passeren (geen hoogtebeperking op ten minste één locatie);

- De Afsluitdijk moet het wegverkeer over 2\*(2 rijstroken + 1 vluchtstrook) laten doorstromen met een ontwerpsnelheid 120 km/u (tpv brug en sluizen is dit 70 km/u);
- Het verkeer op de A7 dient niet meer hinder te krijgen van het passeren van scheepvaart dan bij 'niets doen' in combinatie met de autonome ontwikkeling;
- De functionaliteit van aanwezige kabels en leidingen moet worden gehandhaafd. Ter plaatse van de sluizen lopen elektra-, telecom- en waterleidingen en over de gehele dijk telecomlijnen;
- De verbinding voor het fietsverkeer moet worden gehandhaafd in twee richtingen met dezelfde breedte;
- Het kazemattenmuseum Kornwerderzand en het Monument Afsluitdijk incl. restaurant en infozuilen moeten worden gehandhaafd;
- Er moet worden voldaan aan de eisen uit de nieuwe Natuurbeschermingswet en de PKB Waddenzee;
- Hoogtebeperkingen uit de PKB Waddenzee en de vigerende bestemmingsplannen worden gerespecteerd;
- De Afsluitdijk is een cultuurhistorisch monument. Bij het nemen van verbetermaatregelen dient dan ook rekening gehouden te worden met instandhouding van de dijk als kaarsrechte streep in het landschap;
- De spuisluizen vallen gedeeltelijk onder monumentenzorg. Kornwerderzand is beschermd dorpsgezicht. Deze mogen niet worden gesloopt;

*Figuur 5 Kornwerderzand is beschermd dorpsgezicht*



- Het oefenterrein te Breezanddijk en een laagvliegroute blijven bestaan;
- De planperiode, waarbij de verbetermaatregelen dienen te voldoen aan de eisen, loopt tot en met 2050;



- 
- Indien er nieuwe spui- of schutsluizen worden aangelegd, hebben deze een levensduur van 100 jaar.

Voor een volledig overzicht van alle relevante randvoorwaarden, uitgangspunten en wensen wordt verwezen naar [3].

### **3.2 Bouwstenen voor totaaloplossingen**

In deze paragraaf worden oplossingen aangedragen. De oplossingen worden per functionaliteit van een kunstwerk weergegeven. Een oplossing kan zich bijvoorbeeld richten op het vervangen van de spuicapaciteit van de spuisluis in Den Oever. De oplossingen per functionaliteit van een kunstwerk worden bouwstenen voor totaaloplossingen genoemd.

Combinaties van deze bouwstenen die de volledige functionaliteit van de 4 kunstwerken dekken worden totaaloplossingen genoemd en komen in de volgende paragraaf aan de orde.

Bij de beschrijving van de bouwstenen wordt een inschatting van de kosten gemaakt. Hiertoe zijn enkele bouwstenen geraamd, en zijn andere op basis daarvan geschat. Het gaat om de projectkosten voor het realiseren van een bouwsteen. Genoemde bedragen hebben een bandbreedte van +/- 40% en zijn opgesteld conform de PRI-systematiek. Kosten voor onderhoud, eventueel aan te treffen vervuild slib en kabels en leidingen zijn buiten beschouwing gebleven. Ook met een eventuele restwaarde van bouwstenen in 2050 (einde planperiode) wordt geen rekening gehouden.

Bij het opzetten van de bouwstenen is op een enkele uitzondering na gekozen voor een grondige aanpak van de problematiek. Dit uit zich in ingrepen met een dusdanig karakter dat deze bij de huidige verwachtingen met betrekking tot zeespiegelrijzing en bodemdaling tot 2050 al voldoen aan de eisen uit de Wet op de waterkering bij toetsing zonder medeneming van de gunstige invloed van het bergend vermogen van het IJsselmeer.

De bouwstenen zijn tot stand gekomen middels een selectieproces in een aantal stappen. Het hele selectieproces en alle daarin aangedragen mogelijkheden zijn beschreven [4]. Ook de bouwstenen zijn qua inhoud en effecten uitvoerig behandeld in [4]. In deze paragraaf wordt daarom volstaan met een weergave op hoofdlijnen. Bij 'gevolgen voor andere functies van de afsluitdijk' gaat het om doorlaten van scheepvaart en wegverkeer, recreatieve en ecologische functies.

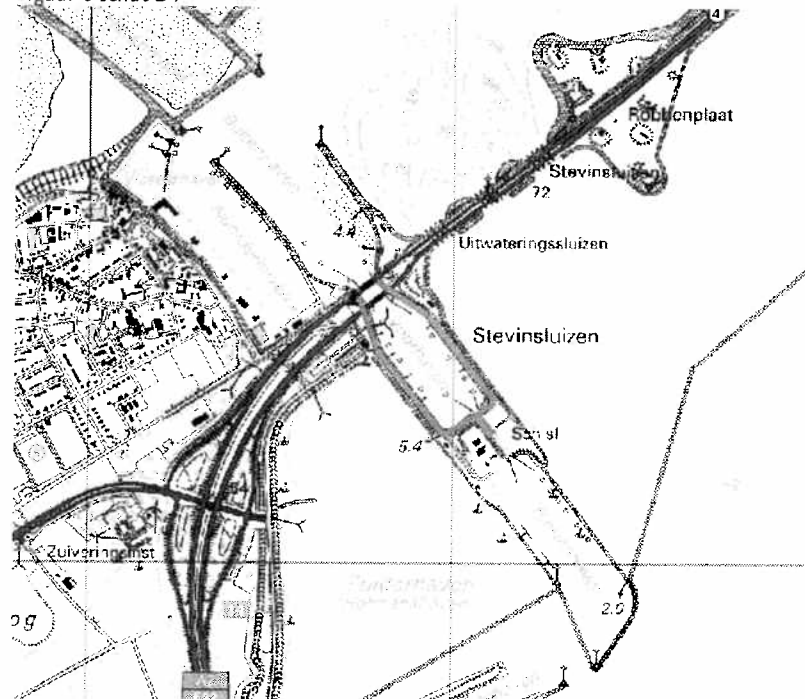
### 3.2.1. Schutcapaciteit Den Oever

#### SCHUT D 1

2010	2050
Renoveren schutsluis (06)	

Alle tekortkomingen voor de Wow worden opgelost door constructieve aanpassingen aan het bestaande object. Op hoofdlijnen betreft het een verhoging van de kerende hoogte tot ca. NAP+7,0m inclusief het aanbrengen van steunconstructies en vervanging van sluisdeuren. Daarnaast worden de aansluitende grondlichamen tot aan de Afsluitdijk verhoogd en indien nodig verzwaard. Deze oplossing heeft geen gevolgen voor andere functies van de afsluitdijk. De kosten worden geraamd op EUR 26 miljoen +/- 40%.

Figuur 6 schut D1

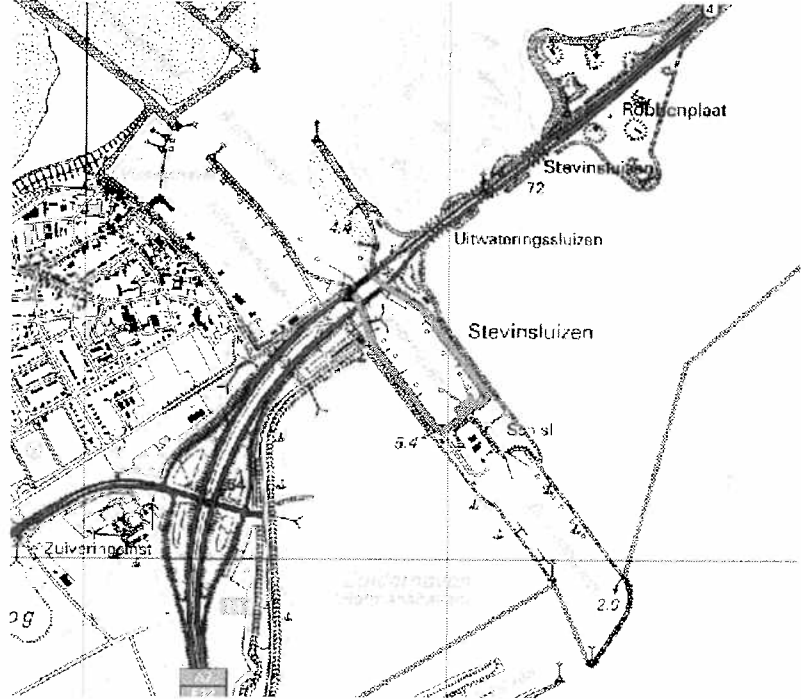


#### SCHUT D 2

2010	2050
Renoveren middels nieuw hoofd met keersluis (07)	

In deze optie wordt aan de noordzijde van het buitenhoofd een nieuwe keersluis gebouwd met een rol- of glijdeur. De kerende hoogte wordt circa NAP+7,0m. Daarop aansluitend worden de grondlichamen tot aan de Afsluitdijk verhoogd en indien nodig verzwaard. Deze oplossing heeft geen gevolgen voor andere functies van de afsluitdijk. De kosten worden geraamd op EUR 25 miljoen +/- 40%.

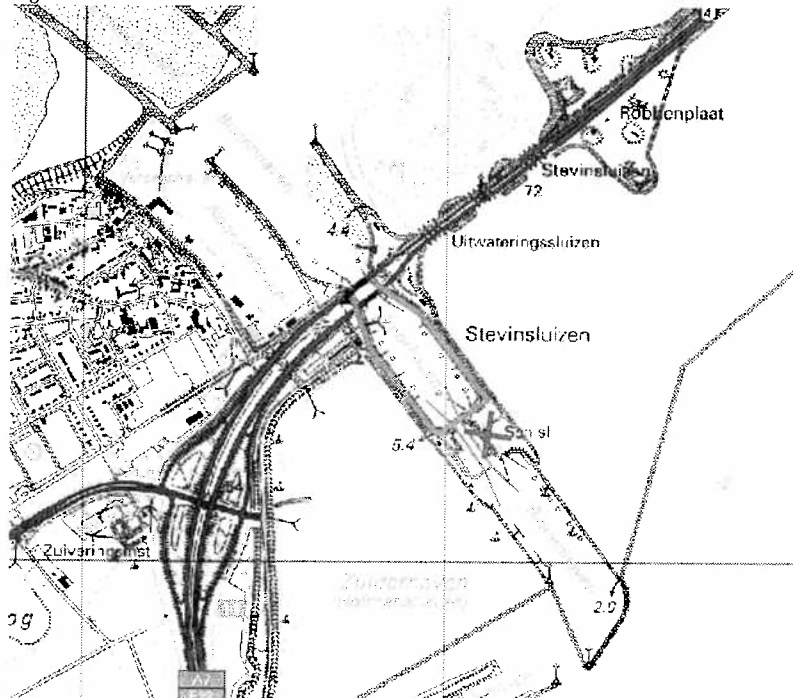
Figuur 7 schut D2



**SCHUT D 3**

2010	2050
Nieuwbouw schutsluis nabij huidige locatie (10)	

Figuur 8 schut D3



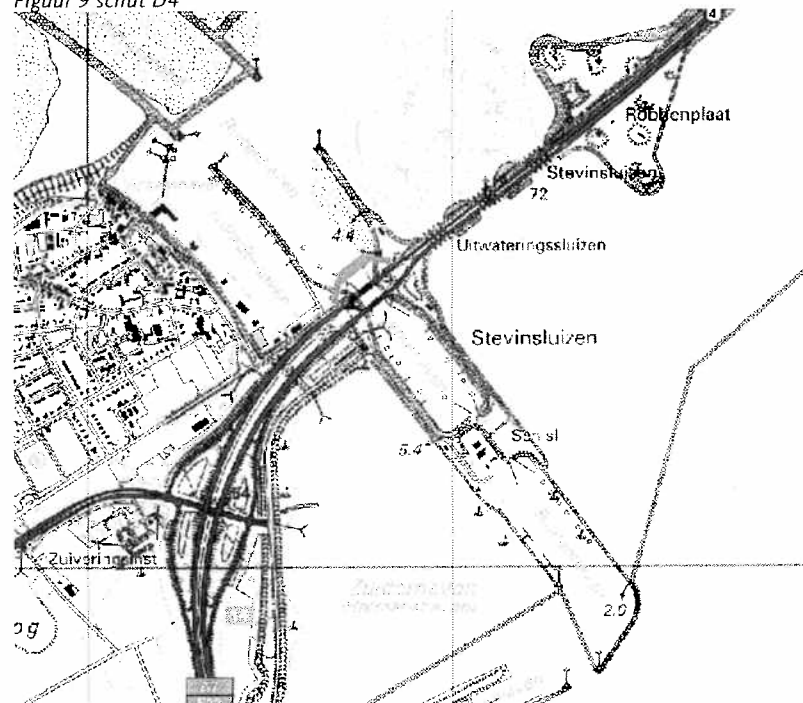
Een schutsluis bouwen op exact dezelfde locatie als de huidige is niet aan te raden vanwege de lange buitengebruikstelling die dat met zich mee brengt. Deze bouwsteen gaat daarom uit van een nieuwe CEMT-Va sluis naast de oude; aansluitende grondlichamen worden opgehoogd incl. voorhavendijken. Na het gereedkomen van de nieuwe sluis wordt de oude gesloopt en wordt de waterkering hersteld. Naast herstel van de hoogwaterkerende veiligheid leidt deze optie tot een lichte verbetering voor de scheepvaart, het belangrijke knelpunt m.b.t. de kruising van het wegverkeer wordt niet opgelost. Andere functies worden niet beïnvloed. De kosten worden geschat op EUR 81 miljoen +/- 40%.

#### SCHUT D 4

2010	2050
Bouw keersluis ten noorden bruggen (09)	

Deze bouwsteen voorziet in een nieuwe keersluis met één grote rol- of glijdeur benoorden de draaibruggen. De kerende hoogte wordt circa NAP+7,0m. Deze keersluis vervangt de voorhavendijken en de bestaande sluis als primaire waterkering, die dus ook niet meer te hoeven worden verbeterd. Belangrijkste gevolg is dat de maximale belasting op de schutsluis gecontroleerd kan worden, wat gunstig is voor de te verwachten restlevensduur. Daarnaast worden de draaibruggen beschermd tegen extreme condities, wat een gering positief effect heeft op de beschikbaarheid voor het wegverkeer. De kosten worden geraamd op EUR 58 miljoen +/- 40%.

Figuur 9 schut D4



## SCHUT D 5

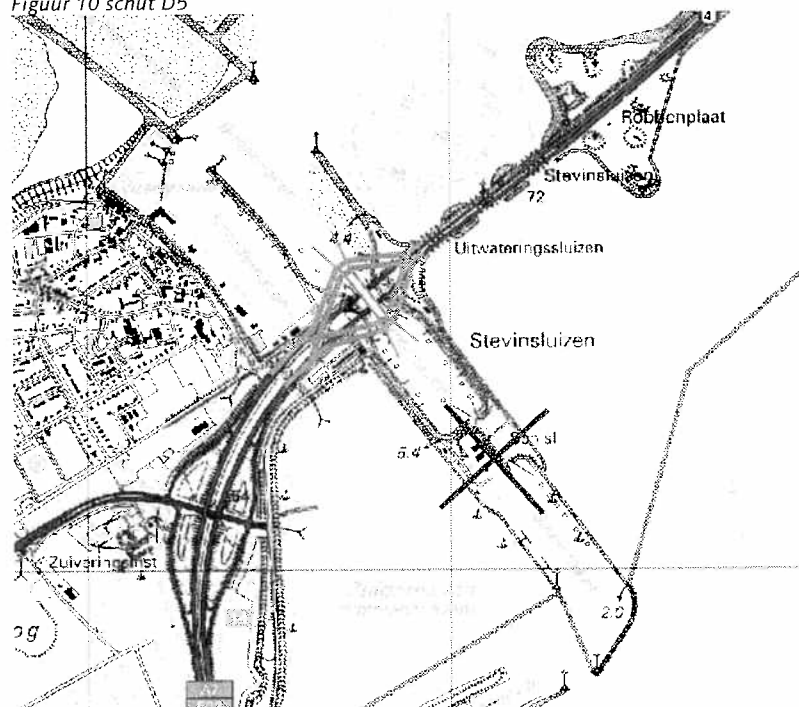
2010

2050

Nieuwbouw nabij huidige locatie en wegverkeer over sluishoofden leiden (10, 20)

Ter plaatse van de huidige draaibruggen komt een nieuwe hoogwaterkerende schutsluis met beweegbare bruggen over beide sluishoofden. Op deze wijze heeft het scheepvaartverkeer altijd vrije doorgang. Ook de doorstroming van het wegverkeer verbetert t.o.v. de huidige situatie, wel zal het bij de omschakeling van de ene brug naar de andere met een korte wachttijd te maken krijgen (VRI nodig). Ter plaatse van de bruggen zal een regime van 70 km/uur gelden.

Figuur 10 schut D5



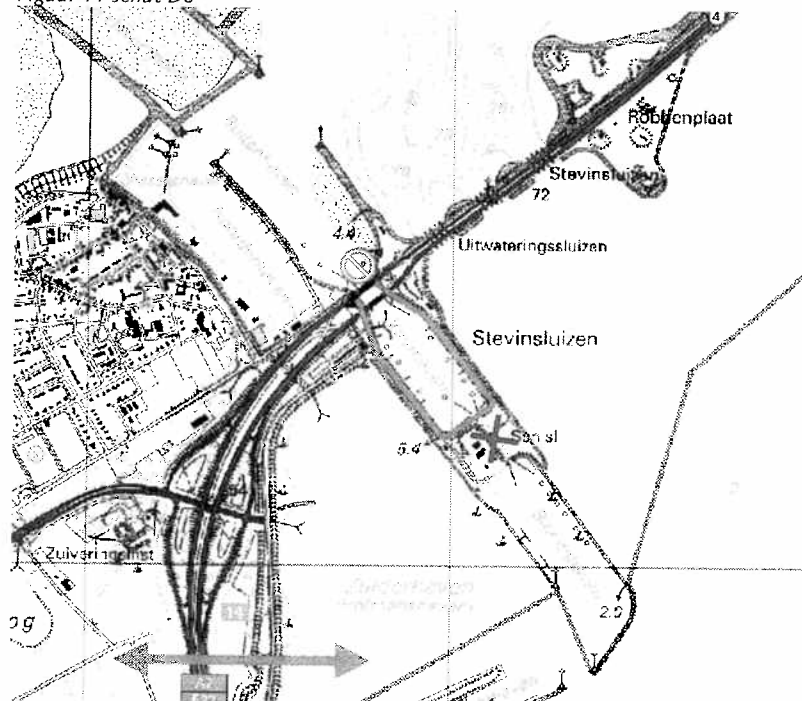
Na het gereedkomen van de nieuwe sluis moet de oude worden opgeruimd en het grondlichaam met bebouwing om de oude sluis heen worden afgegraven, om vrije doorvaart mogelijk te maken. Andere functies worden niet beïnvloed. Deze oplossing zal bij de bouw veel hinder veroorzaken voor de scheepvaart. De kosten worden geschat op EUR 130 miljoen +/- 40%.

## SCHUT D 6

2010	2020	2050
Huidige schutsluis in stand houden	Schutsluis dicht + mogelijk deel capaciteit opvangen door Wieringerrandmeer (23)	

In deze optie worden tot 2020 in nauw overleg met het Bevoegd Gezag tijdelijke maatregelen genomen om het sluiscomplex in een voor betrokken partijen acceptabele staat te houden. Daarna wordt hij gesloten voor het scheepvaartverkeer en afgebroken. Hierbij wordt opgemerkt dat tot dat moment niet voldaan wordt aan de Wet op de waterkering. Dit in afwijking op de uitgangspunten, met alle risico's van dien. De draaibruggen verdwijnen ook, de waterkering wordt vervangen door een dijklichaam op de locatie van de draaibruggen.

Figuur 11 schut D6



Voor de scheepvaart is dit een verslechtering, omdat slechts een deel van de scheepvaart gebruik kan gaan maken van de nieuwe sluis voor de ontsluiting van het aan te leggen Wieringerrandmeer. Via de sluisen bij Den Helder kunnen deze schepen naar zee varen. Het overige scheepvaartverkeer wordt via Kornwerderzand geleid. Zonder maatregelen daar zal de verkeersproblematiek daar verergeren. De kosten van deze bouwsteen worden geschat op EUR 23 miljoen +/- 40%. Grote onzekerheid hierin is het pakket te treffen maatregelen om de situatie tot 2020 acceptabel te houden. Uitgegaan is van ophogen van de voorhavendijken en enige kleine ingrepen aan de sluis zelf. Verder geldt bij deze bouwsteen dat een aanzienlijk deel van de kosten (sloopwerk) pas rond 2020, dus beduidend later dan bij andere

bouwstenen, wordt gemaakt. Het hiermee gepaard gaande voordeel blijft buiten beschouwing.

### 3.2.2. Schutcapaciteit Kornwerderzand

Alvorens wordt ingegaan op de bouwstenen die de schutcapaciteit bij Kornwerderzand vervangen, komen twee bouwstenen aan de orde die beide functionaliteiten op één plaats concentreren.

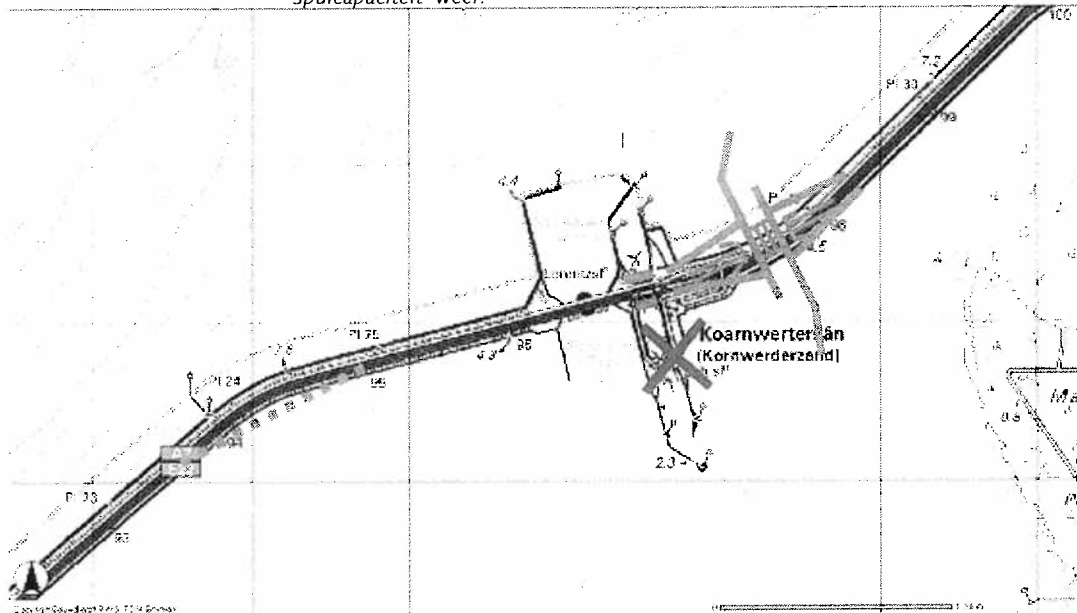
#### SCHUT D+K 1

2010	2050
Schutcapaciteit concentreren op één locatie, bijv. nabij huidige locatie Kornwerderzand + naviduct bouwen; huidige schutsluizen bij Kornwerderzand en Den Oever dicht (13,19)	

De gezamenlijke schutcapaciteit van de schutsluizen van Den Oever en Kornwerderzand wordt nieuw gebouwd. De bestaande schutsluizen en draaibruggen verdwijnen, de Afsluitdijk wordt doorgetrokken. Het wegverkeer wordt met een naviduct onder de scheepvaart door geleid. Een heel hoge brug zou in dit verband een alternatief kunnen zijn (21), maar wordt voorsnog buiten beschouwing gelaten omdat de inpasbaarheid twijfelachtig is.

Zowel weg- als scheepvaartverkeer krijgen dan vrije doorgang. Tegenover het voordeel van vrije doorvaart staat voor de scheepvaart het nadeel dat maar één mogelijkheid om de Afsluitdijk te kruisen overblijft. Wellicht kan in de toekomst een deel van de scheepvaart gebruik maken van de route via het aan te leggen Wieringerrandmeer.

Figuur 12 schut D+K1, locatie bij wijze van voorbeeld, de stippellijn geeft een kansrijke optie voor 'Extra Spuicapaciteit' weer.



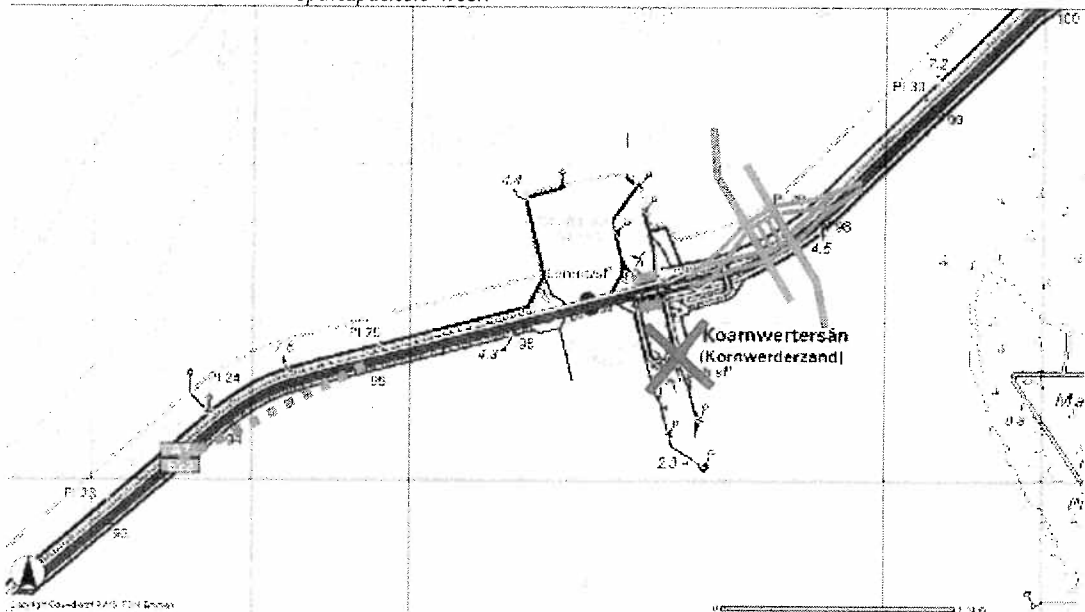
De kosten worden geraamd op EUR 269 miljoen +/- 40%. Hierbij is uitgegaan van een ontwerpsnelheid van 120km/uur voor het wegverkeer. Een lagere ontwerpsnelheid staat een krappere profiel toe, waardoor in enige mate kosten kunnen worden bespaard (circa 8% bij 70km/u i.p.v. 120km/u).

### SCHUT D+K 2

2010	2050
Schutcapaciteit concentreren op één locatie, bijv. nabij huidige locatie	
Kornwerderzand + wegverkeer over sluishoofden; huidige schutsluizen bij Kornwerderzand en Den Oever dicht (13,20)	

Deze bouwsteen lijkt in principe op de vorige, maar verschilt er in de praktijk wezenlijk van doordat wordt gekozen voor beweegbare bruggen over beide sluishoofden. Dit maakt naast de bruggen zelf een aanzienlijk uitgebreidere weginfrastructuur noodzakelijk (meer asfalt, VRI) waardoor deze optie qua kosten aanmerkelijk duurder wordt dan de oplossing met een naviduct; de kosten worden geraamd op EUR 308 miljoen +/- 40%. Hierbij is uitgegaan van een ontwerpsnelheid van 70km/uur voor het wegverkeer. Een hogere ontwerpsnelheid is mogelijk maar is kostbaarder, omdat dan meer ruimte, asfalt en ongelijkvloerse kruisingen nodig zijn.

Figuur 13 schut D+K2, locatie bij wijze van voorbeeld, de stippellijn geeft een kansrijke optie voor 'Extra Spuicapaciteit' weer.



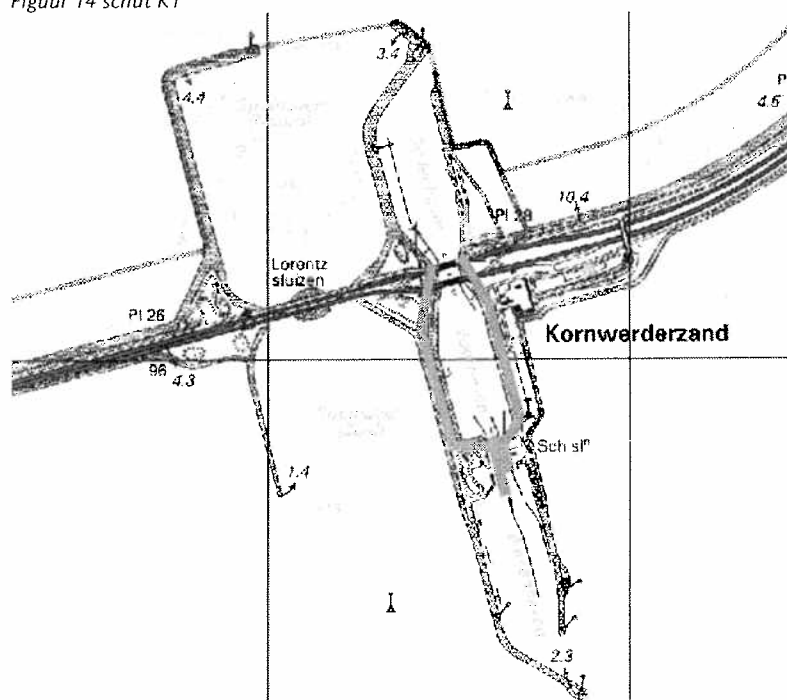


### SCHUT K 1

2010	2050
Renoveren (06)	

Alle tekortkomingen voor de Wow worden opgelost door constructieve aanpassingen aan het bestaande object. Op hoofdlijnen betreft het een verhoging van de kerende hoogte tot ca. NAP+7,2m inclusief het aanbrengen van steunconstructies en vervanging van sluisdeuren. Daarnaast worden de aansluitende grondlichamen tot aan de Afsluitdijk verhoogd en indien nodig verzwaard. Deze oplossing heeft geen gevolgen voor andere functies van de Afsluitdijk. De kosten worden geraamd op EUR 26 miljoen +/- 40%.

Figuur 14 schut K1

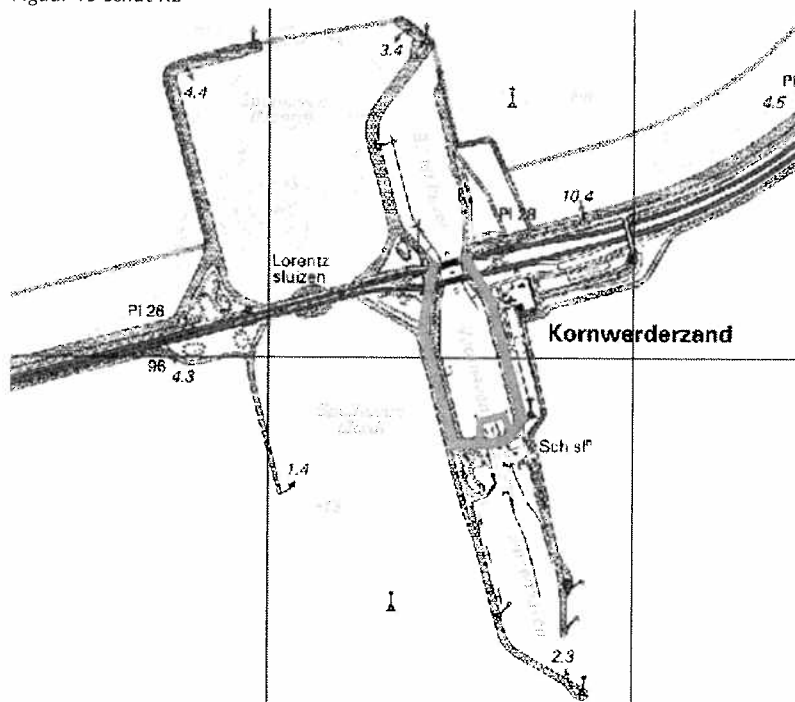


### SCHUT K 2

2010	2050
Renoveren middels nieuw hoofd met keersluis (07)	

In deze optie wordt aan de noordzijde van het buitenhoofd een nieuwe keersluis gebouwd met voor elke kolk één rol- of glijdeur. De kerende hoogte wordt circa NAP+7,2m. Daarop aansluitend worden de grondlichamen tot aan de Afsluitdijk verhoogd en indien nodig verzwaard. Deze oplossing heeft geen gevolgen voor andere functies van de Afsluitdijk. De kosten worden geraamd op EUR 33 miljoen +/- 40%.

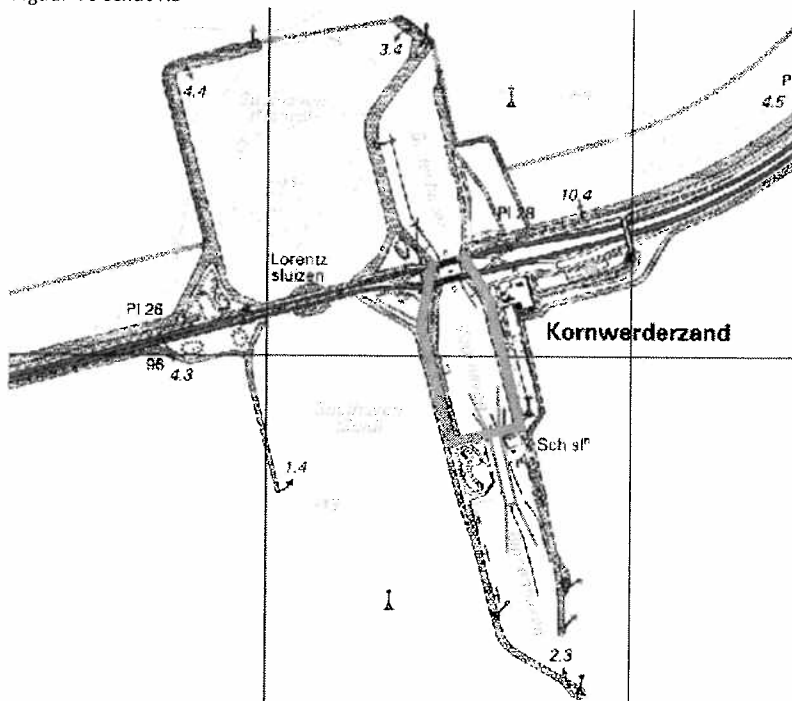
Figuur 15 schut K2



**SCHUT K 3**

2010	2050
Nieuwbouw op huidige locatie (10)	

Figuur 16 schut K3

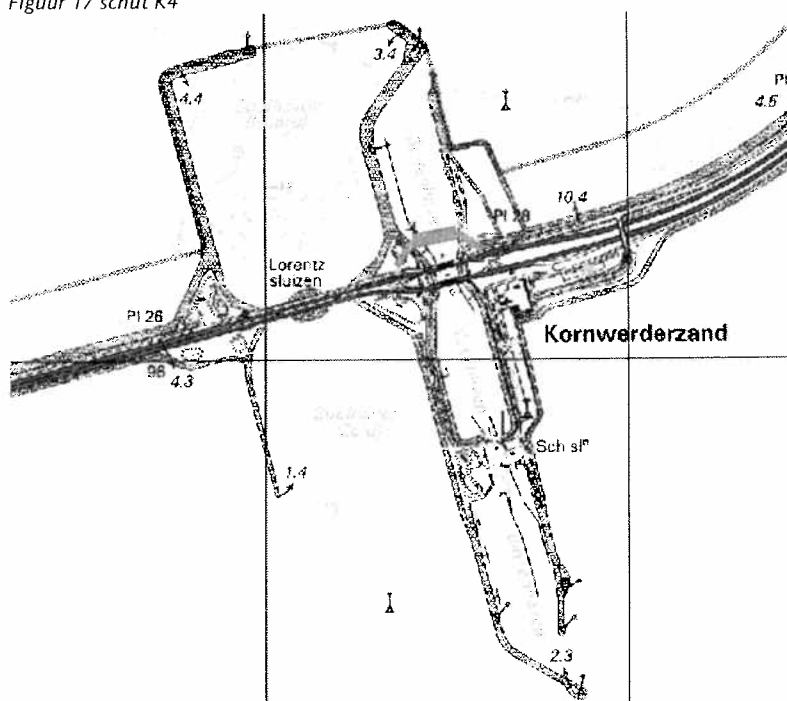


Deze bouwsteen gaat uit van een nieuwe CEMT-Va sluis op de locatie van de bestaande grote kolk, uitgegaan wordt van de afmetingen van de huidige grote kolk. Tijdens de bouw kan (een deel van) de scheepvaart de kleine kolk gebruiken, die na voltooiing van de nieuwe sluis wordt gesloopt. De aansluitende grondlichamen incl. voorhavendijken worden opgehoogd en op de nieuwe sluis aangesloten. Naast herstel van de hoogwaterkerende veiligheid leidt deze optie tot een lichte verbetering voor de scheepvaart, het belangrijke knelpunt m.b.t. de kruising van het wegverkeer wordt niet opgelost. Andere functies worden niet beïnvloed. De kosten worden geschat op EUR 73 miljoen +/- 40%.

#### SCHUT K 4

2010	2050
Bouw keersluis ten noorden bruggen (09)	

Figuur 17 schut K4



Deze bouwsteen voorziet in een nieuwe keersluis met één grote rol- of glijdeur benoorden de draaibruggen. De kerende hoogte wordt circa NAP+7,2m. Deze keersluis vervangt de voorhavendijken en de bestaande sluis als primaire waterkering, die dus ook niet meer te hoeven worden verbeterd. Belangrijkste gevolg is dat de maximale belasting op de schutsluizen gecontroleerd kan worden, wat gunstig is voor de te verwachten restlevensduur. Daarnaast worden de draaibruggen beschermd tegen extreme condities. De kosten worden geraamd op EUR 60 miljoen +/- 40%.

## SCHUT K 5

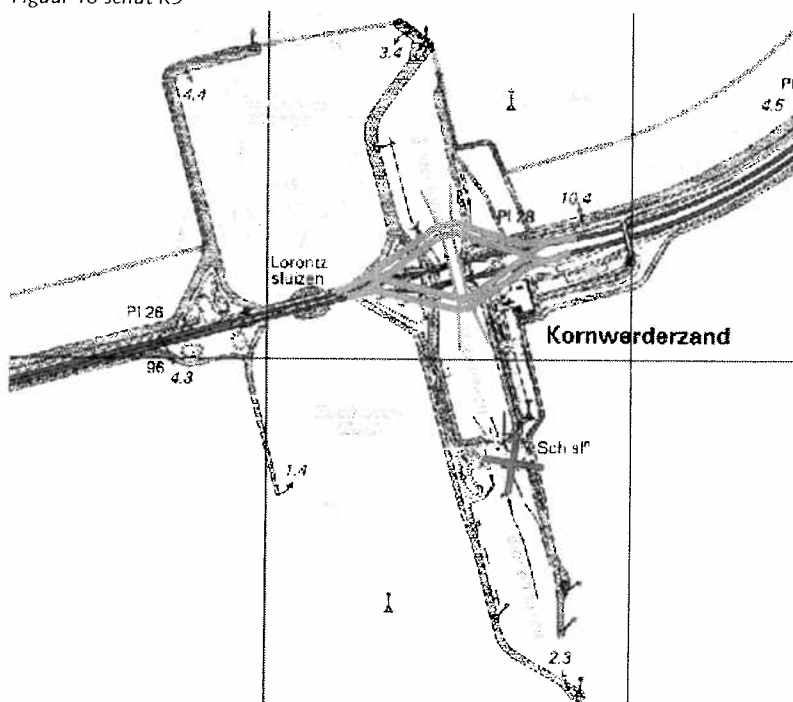
2010

2050

Nieuwbouw nabij huidige locatie en wegverkeer over sluishoofden leiden (10,20)

Ter plaatse van de huidige draaibruggen komt een nieuwe hoogwaterkerende schutsluis met beweegbare bruggen over beide sluishoofden. Op deze wijze heeft het scheepvaartverkeer altijd vrije doorgang. Ook de doorstroming van het wegverkeer verbetert t.o.v. de huidige situatie, wel zal het bij de omschakeling van de ene brug naar de andere met een korte wachttijd te maken krijgen (VRI nodig). Ter plaatse van de bruggen zal een regime van 70 km/uur gelden.

Figuur 18 schut K5



Na het gereedkomen van de nieuwe sluis moet het oude schutsluis-complex worden opgeruimd om vrije doorvaart mogelijk te maken. Andere functies worden niet beïnvloed. Deze oplossing zal bij de bouw veel hinder veroorzaken voor de scheepvaart. De kosten worden geschat op EUR 132 miljoen +/- 40%.

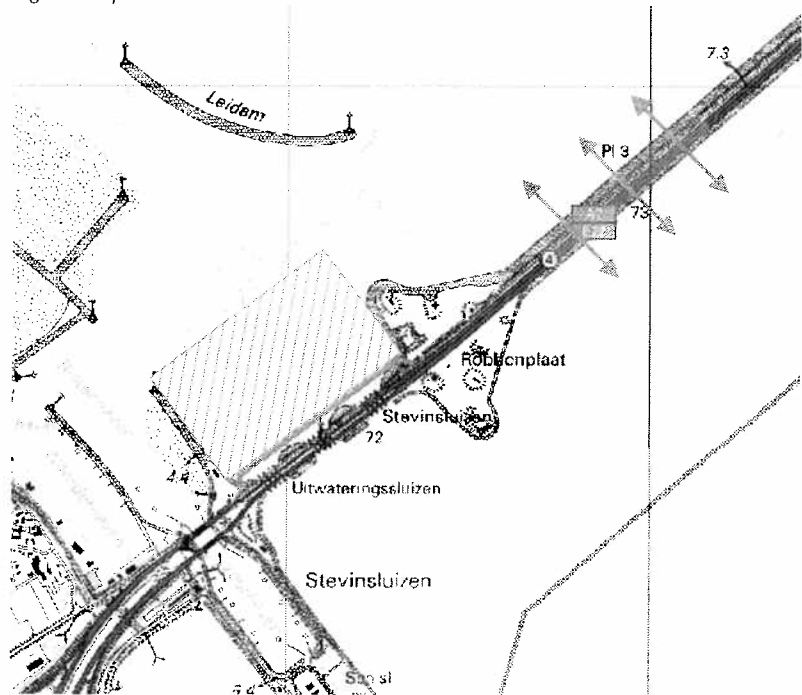
### 3.2.3. Spuicapaciteit Den Oever

#### SPUI D 1

2010	2050
Nieuwbouw ten oosten huidige locatie en oude complex dichtzetten (11)	

Er wordt vervangende spuicapaciteit gebouwd ten oosten van de huidige spuisluisen. Dit kan aanleiding zijn voor morfologische en ecologische effecten. Uitgegaan wordt van een oplossing die eruit ziet als bij het project 'Extra Spuicapaciteit', met drie openingen. De bestaande spui groepen worden buiten gebruik gesteld, er wordt een dijklichaam langs de noordkant van de spui groepen gemaakt in de gedempte spui kom. De bestaande spui groepen behouden alleen de verkeersfunctie, waarbij de huidige maximumsnelheid van 70km/u gehandhaafd wordt. Voor andere functies worden hooguit marginale effecten verwacht. De kosten worden geraamd op EUR 179 miljoen +/- 40%.

Figuur 19 spui D1



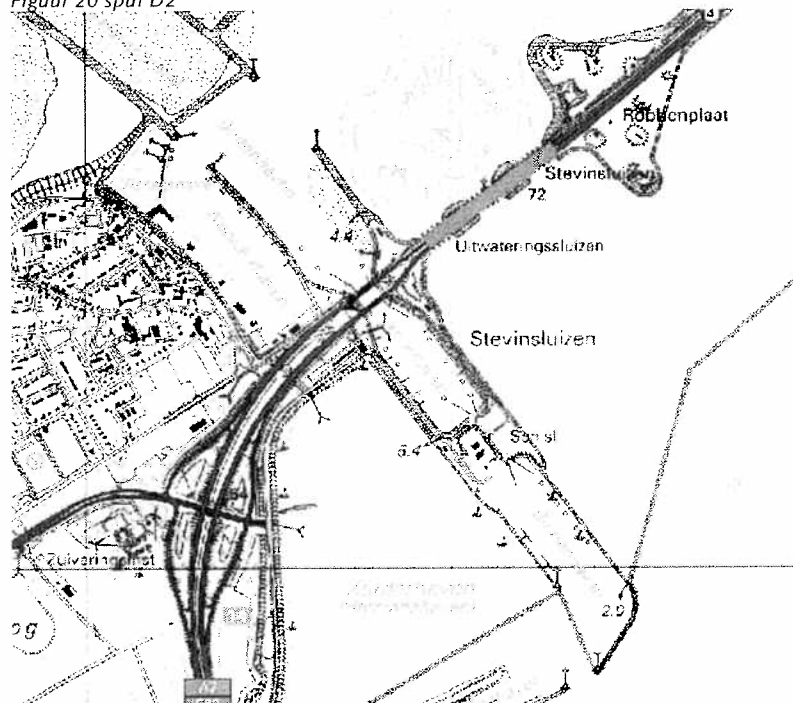
## SPUI D 2

2010

2050

Renoveren (08)

Figuur 20 spui D2



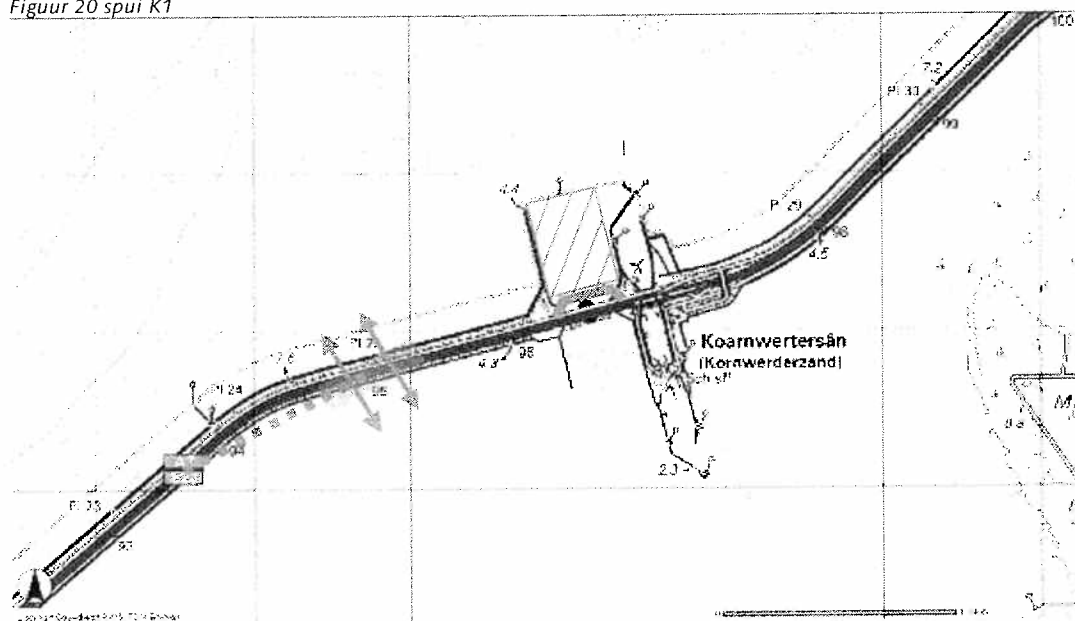
In deze optie worden alle tekortkomingen voor de Wow opgelost door constructieve aanpassingen. Uitgegaan wordt van het realiseren van een enkele hoogwaterkering (over de noorderschuiven) met een zo betrouwbaar mogelijke besturing en bediening. De aanpassingen houden dan in hoofdzaak in dat de defensiebalken worden verwijderd, de noorderschuiven worden vernieuwd en de spatmuren worden vervangen door waterkerende wanden. Verder wordt onder andere de bekleding op de binnentaluds van de aangrenzende grondlichamen aangepast en worden aanpassingen aan de werktuigbouwkundige en civiele constructies voorzien. De kosten worden geraamd op EUR 84 miljoen +/- 40%.

### 3.2.4. Spuicapaciteit Kornwerderzand

#### SPUI K 1

2010	2013	2030	2050
Huidige spui in stand houden.	Op 1-1-2013 Spui K dicht en cap. 'Extra Spuicapaciteit' gebruiken	Vanaf 1-1-2030 Uitbreiding bij 'Extra Spuicapaciteit' in bedrijf (11,12,36)	

Figuur 20 spui K1



In 2030 wordt vervangende spuicapaciteit gerealiseerd bij locatie 'Extra Spuicapaciteit', naar ontwerp daarvan. Het gaat dan om twee openingen. Na gereedkomen van 'Extra Spuicapaciteit' in 2013 wordt het bestaande spuicomplex buiten gebruik genomen (verkeersfunctie blijft behouden), de spuikom wordt gedempt en er wordt een dijklichaam langs de noordkant van de spuigroepen gemaakt. Beide ingrepen vormen mogelijk aanleiding voor ecologische en morfologische effecten. Andere effecten zullen hooguit marginaal zijn. Tot 2013 blijven de huidige spuigroepen in gebruik als spui middel met hooguit enkele minimale aanpassingen om tot een acceptabel niveau van niet-beschikbaarheid en zoutindringing te komen. Tot 2013 wordt dus niet aan de Wow voldaan en daarmee vormt wijkt deze bouwsteen af van de uitgangspunten. De kosten worden geraamd op EUR 125 miljoen +/- 40%. Een aanzienlijk deel van voornoemd bedrag hoeft echter pas veel later dan bij de andere bouwstenen geïnvesteerd te worden. Het hiermee gepaard gaande voordeel blijft buiten beschouwing.

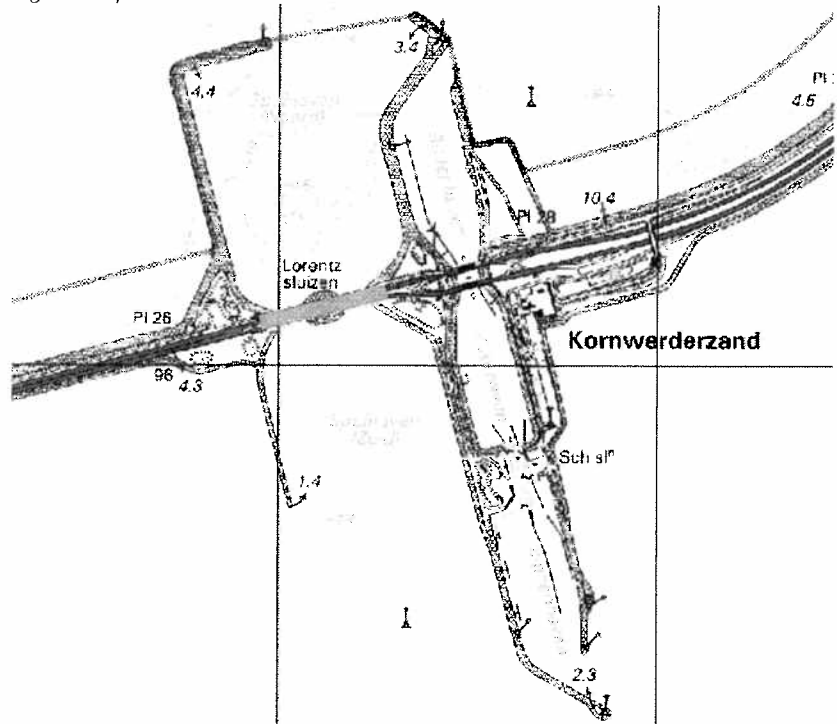
## SPUI K 2

2010

2050

Renoveren (08)

Figuur 21 spui K2



In deze optie worden de tekortkomingen voor de Wow opgelost door constructieve aanpassingen. Uitgegaan wordt van het realiseren van een enkele hoogwaterkering (over de noorderschuiven) met een zo betrouwbaar mogelijke besturing en bediening. De aanpassingen houden dan in hoofdzaak in dat de defensiebalken worden verwijderd, de noorderschuiven worden vernieuwd en de spatmuren worden vervangen door waterkerende wanden. Bovendien worden beide spuiagroepen voorzien van een steunconstructie die de horizontale stabiliteit moet waarborgen. Verder wordt onder andere de bekleding op de binnentaluds van de aangrenzende grondlichamen aangepast en worden aanpassingen aan de werktuigbouwkundige en civiele constructies voorzien. De kosten worden geraamd op EUR 61 miljoen +/- 40%.



### 3.3 Totaaloplossingen

Met de in de vorige paragrafen uitgewerkte bouwstenen zijn in theorie veel combinaties te maken tot totaaloplossingen. Deze zullen hier niet één voor één worden gepresenteerd.

Er wordt uitgegaan van een zo groot mogelijke bandbreedte van de aspecten kosten, integraliteit en robuustheid. Dit ten behoeve van het bewaren van een zo groot mogelijke keuzevrijheid in realistische oplossingen. De genoemde begrippen zijn als volgt geïnterpreteerd:

- Kosten: de goedkoopst mogelijke oplossing moet in beeld blijven;
- Integraliteit: zowel oplossingen die sec het veiligheidsprobleem oplossen blijven in beeld, als oplossingen die ook het verwachte probleem van kruising met het wegverkeer oplossen;
- Robuustheid: het verschil tussen 'pappen en nathouden' en een degelijke langetermijnoplossing blijft in beeld.

Om voor de totaaloplossingen deze bandbreedte te garanderen is bij de keuze voor bouwstenen al rekening gehouden met deze aspecten.

Er zullen hier vier mogelijke combinaties worden weergegeven: de goedkoopste combinatie en een geoptimaliseerde variant daarop, en de meest robuuste combinatie, waarbij tevens het meest optimaal rekening is gehouden met het oplossen van knelpunten voor het wegverkeer, met eveneens een variant daarop.

#### 3.3.1. Totaaloplossing Goedkoop

De goedkoopste oplossing ziet er als volgt uit:

##### Totaaloplossing Goedkoop

Bouwsteen	Kosten (mln €)	Tijdsbalk met ingrepen		
		2010	2020	2050
SCHUT D 6	23	Huidige schutsluis in stand houden	Schutsluis dicht + deel capaciteit opvangen door Wieringerrandmeer (23)	
SCHUT K 1	26	Renoveren (06)		
SPUI D 2	84	Renoveren (08)		
SPUI K 2	61	Renoveren (08)		
<b>totaal</b>	<b>194</b>	<b>(+/- 40%: tussen 116 en 272 miljoen)</b>		

Vanwege het geringe kostenverschil tussen renovatie van de oude schutsluizen en het bouwen van nieuwe keersluizen als nieuw buitenhoofd, wordt vanuit technisch oogpunt aangeraden om te kiezen voor nieuwe keersluizen.

Daarnaast biedt combinatie met het project Wieringerrandmeer (schut D6) interessante aanknopingspunten, maar realisatie ervan is vooralsnog onzeker en ook de maatregelen tot 2020 staan niet vast, dus of deze bouwsteen gerealiseerd kan worden en tegen welke kosten is vooralsnog speculatief.

Daarom wordt als variant op de goedkope totaaloplossing voorgesteld:

#### Totaaloplossing Goedkoop variant

Bouwsteen	Kosten (mln €)	Tijdsbalk met ingrepen	
		2010	2050
SCHUT D 2	25	Renoveren middels nieuw hoofd met keersluis (07)	
SCHUT K 2	33	Renoveren middels nieuw hoofd met keersluis (07)	
SPUI D 2	84	Renoveren (08)	
SPUI K 2	61	Renoveren (08)	
<b>totaal</b>	<b>203</b>	<b>(+/- 40%: tussen 122 en 284 miljoen)</b>	

#### 3.3.2. Totaaloplossing Integraal en Robuust

De meest integrale en robuuste totaaloplossing ziet er als volgt uit:

#### Totaaloplossing Integraal en Robuust

Bouwsteen	Kosten (mln €)	Tijdsbalk met ingrepen			
		2010	2013	2030	2050
SCHUT D 5	130	Nieuwbouw nabij huidige locatie en wegverkeer over sluishoofden leiden (10,20)			
SCHUT K 5	132	Nieuwbouw nabij huidige locatie en wegverkeer over sluishoofden leiden (10,20)			
SPUI D 1	179	Nieuwbouw ten oosten huidige locatie en oude complex dichtzetten (11)			
SPUI K 1	125	Huidige spui in stand houden	Op 1-1-2013 Spui K dicht en cap. 'Extra Spuicapaciteit' gebruiken	Vanaf 1-1-2030 Uitbreiding bij 'Extra Spuicapaciteit' in bedrijf (11,12,36)	
<b>totaal</b>	<b>566</b>	<b>(+/- 40%: tussen 340 en 792 miljoen)</b>			

Deze totaaloplossing garandeert, naast uiteraard het oplossen van de veiligheidsproblematiek, een bijna vrije doorgang voor het autoverkeer. Tevens blijft er op beide locaties doorgang voor het scheepvaartverkeer bestaan.

Alle functionaliteiten worden in deze oplossing nieuw gebouwd. De spuicapaciteit van Kornwerderzand wordt op termijn verplaatst naar een uitbreiding van 'Extra Spuicapaciteit', bij Den Oever komt een nieuw spuicomplex ten oosten van het huidige. Er worden nieuwe schutsluizen gebouwd ter plaatse van de huidige draaibruggen. De

---

oude schutsluizen verliezen hun functie en worden gesloopt. Het wegverkeer gaat middels beweegbare bruggen over de sluishoofden heen. Ter plaatse van de nieuwe bruggen en de oude spuisluizen zal een regime van 70 km/uur gelden.

Naast een zeer robuuste is dit ook een zeer kostbare oplossing. Bijna dezelfde doelstelling zou ook met de volgende combinatie van bouwstenen kunnen worden gerealiseerd:

#### Totaaloplossing Integraal en Robuust variant

Bouwsteen	Kosten (mln €)	2010	2050
SCHUT D+K 1	269	Schutcapaciteit concentreren op één locatie + naviduct bouwen; huidige schutsluizen dicht (13,19)	
SPUI D 2	84	Renoveren (08)	
SPUI K 2	61	Renoveren (08)	
<b>totaal</b>	<b>414</b>	(+/- 40%: tussen 248 en 580 miljoen)	

Bij deze variant wordt in zowel in Den Oever als in Kornwerderzand de spuisluis gerenoveerd. Het wegverkeer krijgt volledig vrije doorgang middels een naviduct. Het scheepvaartverkeer heeft hier niet meer de keuze uit twee locaties ten behoeve van schutten, al is er wellicht voor een deel in de toekomst de mogelijkheid via het Wieringerrandmeer te varen.

---

---

---

## 4. Conclusies en aanbevelingen

### 4.1 Conclusies

1. Op basis van de beperkte, selecte steekproef van twee dominant geachte constructieve faalmechanismen die met probabilistische rekenmethodes geavanceerd zijn getoetst is aangaande de wettelijke veiligheid het volgende bevonden:
  - a. de kunstwerken in de Afsluitdijk kunnen volgens de eerste stap van de toetsing conform de Wet op de waterkering niet als 'goed' of 'voldoende' worden gekwalificeerd;
  - b. het lijkt aannemelijk dat de betrouwbaarheid van de kunstwerken wat minder ongunstig uitpakt dan bij de eerdere VTV-toetsingen;
  - c. de kunstwerken doorstaan op basis van deze steekproef de toets aan het Bouwbesluit nog, mits jaarlijks wordt geoordeeld dat er geen onmiddellijk gevaar voor instorting bestaat;
  - d. de onderzochte constructieve faalmechanismen leiden voor de gekozen locatie in het achterland tot een niet-verwaarloosbare verhoging van het toetspeil van orde 0,2 m, waarmee de kunstwerken ook volgens de tweede stap conform de Wet op de waterkering nog niet als 'goed' of 'voldoende' kunnen worden gekwalificeerd (toetsing van het betreffende dijkvak moet uitwijzen of de berekende verhoging van het toetspeil aldaar acceptabel is);
  - e. bovenstaande bevindingen kunnen nog verbeteren met het aanbrengen van nadere verfijningen in de berekeningen en mits het invullen van informatielacunes gunstig uitpakt, daarvoor zijn wel grote inspanningen en onderzoeken nodig waarvan de resultaten niet snel voorhanden zullen zijn;
  - f. een definitieve kwalificatie 'voldoende' of 'goed' voor de kunstwerken in de Afsluitdijk kan pas worden toegekend nadat in een uitgebreidere achterlandstudie meerdere combinaties van belangrijke faalmechanismen en locaties in het achterland zijn onderzocht en elk leiden tot eindkwalificaties 'voldoende' voor de betreffende dijkvakken.
2. Het wordt niet waarschijnlijk geacht dat na een uitgebreidere achterlandstudie (meerdere combinaties van faalmechanismen en dijkvakken onderzoeken) een definitieve kwalificatie 'voldoende' of 'goed' kan worden toegekend aan de kunstwerken in de Afsluitdijk.
3. De betrouwbaarheid van de kunstwerken voor de functies doorlaten scheepvaart, doorlaten wegverkeer, het keren en spuien van IJsselmeerwater en zoet/zoutscheiding is beperkt. Al bij stormen met een kans van zo'n 1/100 per jaar treedt deels verlies van één of meer van deze functies op en vermindert de veiligheid voor de volgende storm.

- 
4. Bovenstaande conclusies gelden onder voorbehoud van het nemen van de in ref. [13] voorgestelde noodmaatregelen. Worden deze niet genomen, dan is het bijna onmogelijk dat de kunstwerken een kwalificatie 'voldoende' volgens de Wet op de waterkering krijgen en aan het Bouwbesluit voldoen. Ook treedt al bij frequentere stormen ernstiger verlies van één of meer van de overige functies op en neemt de veiligheid voor de volgende storm nog verder af.
  5. Het al dan niet accepteren van bovenbeschreven situatie met betrekking tot de functie waterkeren en de overige functies en de beslissing over welke maatregelen genomen moeten worden valt buiten het kader van deze verkenning en is aan de beslisser.
  6. Het is mogelijk de kunstwerken in de Afsluitdijk tot 2050 constructief op orde (waaronder voldoende betrouwbaar) te krijgen. Er zijn meerdere oplossingen mogelijk tussen een goedkope (tussen 116 en 272 miljoen Euro) die vooral uitgaat van renovatie van de huidige kunstwerken en een dure (tussen 340 en 792 miljoen Euro) die uitgaat van nieuwbouw en tegelijkertijd een toekomstig knelpunt tussen weg- en scheepvaartverkeer wegneemt.

---

## 4.2 Aanbevelingen

1. Gegeven de beperkte betrouwbaarheid van de kunstwerken in de Afsluitdijk ten aanzien van de verschillende functies wordt aanbevolen géén intensief en tijdrovend spoor van meerdere geavanceerde probabilistische berekeningen, achterlandstudies en toetsingen van achterliggende dijkvakken in te gaan, mede omdat het niet waarschijnlijk wordt geacht dat daarmee voor de kunstwerken een kwalificatie 'voldoende' voor de Wet op de waterkering bereikt wordt.
2. Op basis van de onderzoeksresultaten in deze verkenning wordt aanbevolen om de noodzakelijke stappen te nemen ten behoeve van een SNIP2 beslissing voor een integrale planstudie voor de Afsluitdijk.
3. Zet met spoed de in [13] voorgestelde noodmaatregelen in gang, vanwege de beperkte veiligheid voor waterkeren en de zeer beperkte betrouwbaarheid ten aanzien van de overige functies van de kunstwerken in de Afsluitdijk in de huidige situatie.

### Achterliggende rapporten (Deelrapportages)

1. *Project verkenning Kunstwerken Afsluitdijk, deelrapportage activiteit A*: Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat Bouwdienst, docnr. 9351-2005-0038.
2. *Project verkenning Kunstwerken Afsluitdijk, deelrapportage activiteit B: Achterlandstudie*, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat Bouwdienst, docnr. 9351-2005-0039.
3. *Project verkenning Kunstwerken Afsluitdijk, deelrapportage activiteit C+D*: Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat Bouwdienst, docnr. 9351-2005-0041, mei 2005.
4. *Project verkenning Kunstwerken Afsluitdijk, deelrapportage activiteit E+F: Integrale oplossingen*, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat Bouwdienst, docnr. 9351-2005-0033.

### Overige bronnen

5. *Waterkerende prestaties kunstwerken, Indicatieve waarden betrouwbaarheid*, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat Bouwdienst, docnr. 8086-P-2004.0050, augustus 2004.
6. *Toetsrapport schutsluis Den Oever*, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat Bouwdienst, docnr. 8086-P-2004-0042, februari 2005.
7. *Toetsrapport schutsluizen Kornwerderzand*, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat Bouwdienst, docnr. 8086-P-2004-0043, maart 2005.
8. *Toetsrapport spuisluis Den Oever*, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat Bouwdienst, docnr. 8086-P-2004-0046, mei 2005.
9. *Toetsrapport spuisluis Kornwerderzand*, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat Bouwdienst, docnr. 8086-P-2004-0048, november 2004.
10. *Omgevingsanalyse Afsluitdijk*, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat RIZA, maart 2001.
11. *Veiligheidsbeoordeling voor bestaande constructies, Gewapend betonnen kunstwerken*, Projectteam Rijkswaterstaat/TNO Bouw, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat



---

Bouwdienst & TNO Bouw, Documentnummer OBE.BET-4-97090/ 97-CON-R1019/01, Opdrachtnummer PHXC 97001220, december 1997.

12. *Bouwbesluit 2003* (ISSN 0920-2064; Integrale tekst van Staatsblad 2001 410 na wijzigingen gepubliceerd in Staatsblad 2002 203; Staatsblad 2002 516; Staatsblad 2002 518), januari 2003.
13. *Memo Gebruik sluizen Kornwerderzand en Den Oever*, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat Bouwdienst, docnr. 8086-P-2004-0060, maart 2005.
14. *Verkenning Kunstwerken Afsluitdijk, Aanbieding, Projectopdracht en Projectplan*, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat Bouwdienst, docnr. VEKA-2005.0001, maart 2005.
15. *Memo Niet beschikbaarheid en hinder*, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat Bouwdienst, docnr. 8086-P-2004-0070, juli 2005.

Voor de bronnen die gebruikt zijn voor de achterliggende rapporten wordt verwezen naar de literatuuroverzichten in deze rapporten.

