

Nederlandse Organisatie
voor toegepast-
natuurwetenschappelijk
onderzoek

663



Rijkswaterstaat/RIZA
Rijksinstituut voor
Integraal Zoetwaterbeheer en
Afvalwaterbehandeling
Documentatie
Postbus 17
8200 AA Lelystad

TNO-rapport
2000-CON-DYN-R2048

Rapportage van de uitgevoerde werkzaamheden in het kader van het SPRINT project

TNO Bouw

Contactpersoon

Lange Kleiweg 5, Rijswijk
Postbus 49
2600 AA Delft

Telefoon 015 284 20 00
Fax 015 284 39 90

Datum
8 mei 2000

Auteur(s)

Ir. P.H. Waarts
Prof. A.C.W.M. Vrouwenvelder
Ir. H.M.G.M. Steenbergen

Opdrachtgever : Rijkswaterstaat
Dienst Weg- en Waterbouwkunde
Postbus 20907
2500 EX DEN HAAG

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar
gemaakt door middel van druk, foto-
kopie, microfilm of op welke andere
wijze dan ook, zonder voorafgaande
toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
Algemene Voorwaarden voor onder-
zoeksopdrachten aan TNO, dan wel
de betreffende terzake tussen de
partijen gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het
TNO-rapport aan direct belang-
hebbenden is toegestaan.

Projectnaam : Sprint
Projectnummer : 006.01.475/01.01

Aantal pagina's : 74
Aantal tabellen :
Aantal figuren :

2000



Inhoud

1	Inleiding	5
2	Beschrijving van model 98 en 2000.....	7
2.1	Model 98.....	7
2.2	Model 2000.....	7
2.2.1	Faalmechanisme overloop en overslag	8
2.2.2	Faalmechanisme beschadiging bekleding.....	11
2.3	Invoerparameters	13
3	Omschrijvingen van de dijkringen	14
3.1	Centraal Holland	14
3.2	Hoeksche Waard.....	15
3.3	Betuwe, Tieler- en Culemborgerwaard.....	16
3.4	Groningen en Friesland.....	16
4	Ijkpuntdijk, model 98, onzekerheden volgens Marsroute.....	18
5	Bestaande dijk, model 98, onzekerheden volgens Marsroute	19
5.1	Centraal Holland	19
5.2	Hoeksche Waard.....	19
5.3	Betuwe, Tieler- en Culemborgerwaard.....	20
5.4	Groningen en Friesland.....	20
5.5	Samenvatting	21
6	Bestaande dijk, model 98, onzekerheden volgens ONIN.....	22
7	Effecten van model 2000	23
7.1	Faalkans per mechanisme bij de Bestaande dijk, onzekerheden volgens Marsroute.....	23
7.2	Bestaande dijk, onzekerheden volgens ONIN	24
8	Gevoeligheidsberekeningen	25
8.1	Aantal dijkvakken Hoeksche Waard.....	25
8.2	Maatgevende afvoer 16000 m ³ /s.....	25
9	Conclusies	26

Notaties

B	breedte van de doorstroomopening, [m]
B	breedte steen, [m]
c_g	coëfficiënt erosiebestendigheid grasmat, $[(ms)^{-1}]$
c_t	coëfficiënt steenmodel, [-]
c_L, c_B	constante van Lane, [-], constante van Bligh, [-]
c_{RB}	coëfficiënt m.b.t. reststerkte van de dijk kern, $[m^2s]$
c_{RK}	coëfficiënt m.b.t. reststerkte van de afdeklaag, $[m^2s]$
c'_{gem}, c'_{rw}	gemiddelde en rekenwaarde effectieve cohesie $[kN/m^3]$
C_{bear}	doorlatendheidsparameter (constante van Bear) [-]
d_d	ontwerpkorrel diameter Leidraad Duinen, [m]
d_f	filterdikte, [m]
d_w	dikte graszode, [m]
D	dikte steen, [m]
D_{f15}	korrel diameter filter (0.15-fractiel), [m]
F	stabiliteitsfactor, [-]
h_k	kruinhoogte, [m]
h	buitenwaterstand t.o.v. NAP, [m]
h_b	waterpeil in de sloot t.o.v. NAP, [m]
h_{ok}	hoogte open keerhoogte tov NAP, [m]
h_s	stijghoogte t.o.v. NAP, [m]
L_h	lengte van de horizontale kwelweg, [m]
L_v	lengte van de verticale kwelweg, [m]
L_B	breedte van de dijk kern ter hoogte van MHW, [m]
L_K	breedte van de afdekkende kleilaag, [m]
MHW	maatgevend hoogwater t.o.v. NAP, [m]
N	een aantal jaren, [-]
n	porositeit, [-]
P	kans, [-]
q	overslagdebiet, $[m^2/s]$
q_c	kritiek overslag debiet (debiet waarbij falen optreedt), $[m^2/s]$
$q_{c\ inun}$	kritiek debiet bij open kering, $[m^2/s]$
q_{toel}	toelaatbaar overslagdebiet, $[m^2/s]$
U	uniformiteitsmaat = d_{70}/d_{10} , [-]
Z	grenstoestandsfunctie
β	betrouwbaarheidsindex, [-]
Δ	$(\rho_{st}-\rho_w)/\rho_w$, [-]
γ	volumegewicht, $[kN/m^3]$
γ_k	volumegewicht opbarstende grond, $[kN/m^3]$
γ_n	stabiliteitsfactor, [-]
γ_p	volumegewicht zanddeeltjes, $[kN/m^3]$
γ_w	volumegewicht water, $[kN/m^3]$
Γ	klemfactor, [-]

ρ	massadichtheid, [kg/m ³]
σ	standaardafwijking
ν	kinematische viscositeit, [m ² /s]
Ω	openheid. [-]
$\varphi'_{\text{gem}}, \varphi'_{\text{rw}}$	gemiddelde en rekenwaarde effectieve hoek inwendige wrijving, [°]

1 Inleiding

In dit rapport worden de werkzaamheden beschreven die zijn uitgevoerd in het kader van het project SPRINT. In 1998 zijn in het kader van de TAW Marsroute [1] voor een acht dijkringen de ontwerp-consequenties van bestaande leidraden of gangbare ontwerp-methoden vergeleken. Per dijkkring is slechts een beperkt deel van de dijkvakken in beschouwing genomen. Daarnaast zaten er in de beschrijving van de faalmechanismen nog enkele conservatieve aannamen.

In het project SPRINT wordt de faalkans van de dijkkring berekend op basis van de meest actuele gegevens voor de in de Marsroute studies gehanteerde dijkvakken. Daarnaast wordt de meest actuele stand van zaken in de beschrijving van de mechanismen verwerkt.

In het project SPRINT worden vier van de acht dijkringen in beschouwing genomen:

- Centraal Holland
- Hoeksche Waard
- Betuwe en Tieler- en Culemborgerwaard
- Groningen en Friesland.

In 1998 is het project Onzekerheidsanalyse Inundatiekans (ONIN) uitgevoerd [17]. In dit project is gewerkt aan het meenemen van de onzekerheden bij een overstromingskans-berekening. Hiertoe is de onzekerheid van een aantal belangrijke parameters ingeschat met behulp van een expertmeningenonderzoek. Hieruit zijn een aantal aanbevelingen gekomen om onzekerheden netjes en evenwichtig mee te nemen. Belangrijke aanbeveling was dat het belangrijk is om, naast de onzekerheden die te maken hebben met de belasting, ook (beter) te kijken naar de onzekerheden die te maken hebben met de reststerkte van de dijk. Dit voor een evenwichtige weergave van de onzekerheden.

Om de uitkomsten van de verschillende aanpassingen te kunnen vergelijken zijn een drietal berekeningen uitgevoerd die kunnen worden vergeleken met de voorgaande studie (TAW marsroute). De beschrijving van de in de Marsroute gebruikte mechanismen staan beschreven in [2] en worden in dit rapport aangeduid als model 98. De aangepaste modellen voor de mechanismen worden aangeduid als model 2000 en zijn weergegeven in hoofdstuk 2. Er zijn drie soorten berekeningen uitgevoerd volgens onderstaande matrix:

Tabel 1.1: Uitgevoerde berekeningsvarianten

	Model 98	Model 2000
ijkpuntdijk, onzekerheden volgens Marsroute	reeds uitgevoerd Marsroute zie hoofdstuk 4	niet uitgevoerd
bestaande dijk, onzekerheden volgens Marsroute	hoofdstuk 5	Vergelijkingsberekeningen in Hoofdstuk 7.1
bestaande dijk, onzekerheden volgens ONIN	hoofdstuk 6	hoofdstuk 7.2

De in de dijkringen beschouwde dijkvakken komen overeen met die in de Marsroute zijn gebruikt. Vanwege de vele verschillen tussen de werkelijke dijkring en de beschouwde dijkring zijn in de Marsroute pseudoniemen voor de dijkring gebruikt: "Volland" voor Centraal Holland, "Kabeljauwsche Waard" voor de Hoeksche Waard, "Lingerwaard" voor de Betuwe en Tieler- en Culemborgerwaard en "Grofriland" voor Groningen en Friesland. Voor de rapportage wordt respectievelijk verwezen naar [3,4,5,6].

De studie is uitgevoerd door TNO Bouw in samenwerking met GeoDelft, Fugro, Waterloopkundig Laboratorium in Delft, RWS-DWW en de Provincie Zuid-Holland.

Dit rapport bevat alleen de hoofdlijnen van de studie. Voor onderliggende resultaten en data wordt verwezen naar de bestanden op de CD, genaamd SPRINT.

2 Beschrijving van model 98 en 2000

2.1 Model 98

In de Marsroute studies [1] zijn de volgende faalmechanismen beschouwd:

1. Overslag
2. Afschuiving
3. Opbarsten en piping van dijken
4. Falen bekleding, onderliggende lagen en dijk kern
5. Piping bij kunstwerken en bijzondere waterkerende constructies
6. Niet sluiten van beweegbare kunstwerken
7. Doorbraak bij duinen

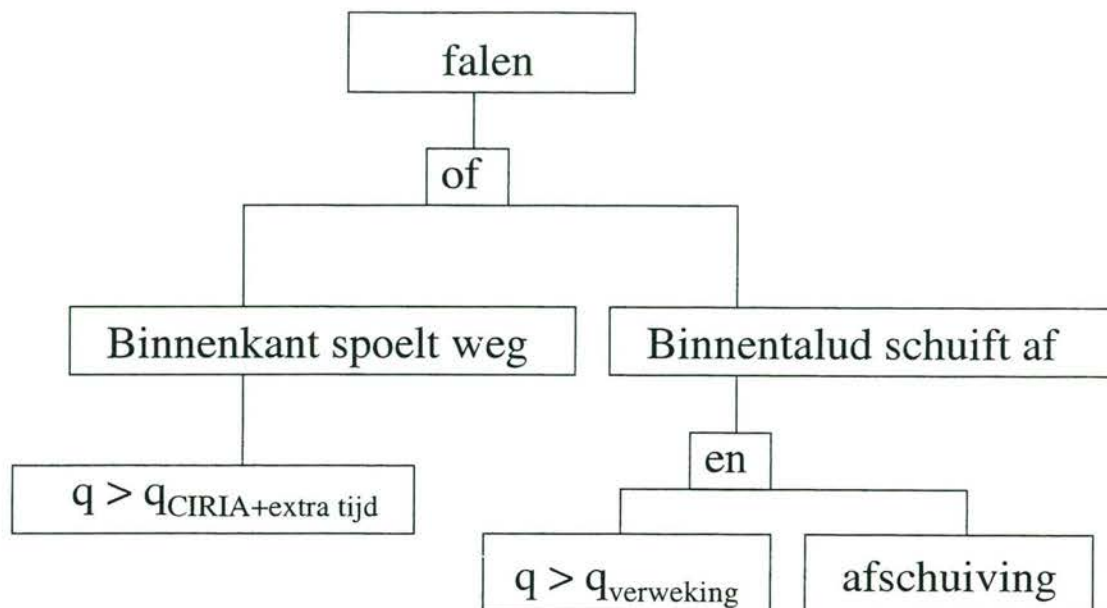
De mechanismen van model 98 zijn beschreven in de 'Theoriehandleiding PC-Ring, deel A, Mechanisme beschrijving' [2].

Behalve de hierboven genoemde mechanismen zijn er meer mechanismen denkbaar, zoals bijvoorbeeld "bezwijken van kunstwerken". Deze mechanismen zijn vanwege de beperkte relevantie in het kader van het MARSROUTE en SPRINT project niet beschouwd. Tenslotte wordt op gemerkt dat niet alle mechanismen in een dijkkring aanwezig hoeven te zijn. Bij voorbeeld doorbraak van duinen komt alleen bij de dijkkring "Centraal Holland" voor.

In de berekeningen wordt uitgegaan van een bepaalde planperiode. De planperiode is het aantal jaren dat de waterkering aan het gestelde veiligheidsniveau moet voldoen. Er wordt voor grondconstructies uitgegaan van een planperiode van 50 jaar. Voor bijzondere constructies zoals bijvoorbeeld gefundeerde keermuren en kunstwerken wordt een planperiode van 100 jaar aangehouden. Dit is vooral van belang i.v.m. de zeespiegelrijzing.

2.2 Model 2000

Door deskundigen is besproken [9,10] dat voor het mechanisme overslag/overloop en bekleding, in werkelijkheid, enige verbeteringen gebracht kunnen worden. De aanpassingen worden hieronder beschreven. Samen met de overige (niet ten opzichte van model 98 veranderde) mechanisme beschrijvingen wordt dit in het vervolg model 2000 genoemd. Figuur 2.1 geeft een overzicht van de faalmechanismen (die veranderd zijn ten opzichte van model 98).



Figuur 2.1: Foutenboom

2.2.1 Faalmechanisme overloop en overslag

Overslag

Bij het mechanisme overloop en overslag faalt de dijk volgens model 98 als het optredend debiet q_o groter is dan het kritieke debiet van een dijk q_c . In werkelijkheid zal de sterkte van de dijk groter zal zijn, doordat de onderliggende afdekkende kleilaag van het binnentalud nog enige sterkte zal bieden [9, 10]. In het model 2000 zal deze sterkte in rekening gebracht worden.

Aangenomen wordt dat erosie van gras t.o.v. klei aan het buitentalud dezelfde verhouding heeft als de erosie van gras t.o.v. klei aan het binnentalud.

$$\frac{\Delta t_{\text{gras,buiten}}}{\Delta t_{\text{klei,buiten}}} = \frac{\Delta t_{\text{gras,binnen}}}{\Delta t_{\text{klei,binnen}}}$$

Met behulp van het model voor de beschadiging van de bekleding van het buitentalud (zie [2]) kan eenvoudig de verhouding tussen de erosie van de bekleding en van 1 meter afdekkende klei op het buitentalud afgeleid worden:

$$\frac{\Delta t_{\text{gras,buiten}}}{\Delta t_{\text{klei,buiten}}} = \frac{d_w}{0,4 \cdot c_g \cdot c_{RK} \cdot L_K}$$

Hierin is d_w de bewortelingsdiepte van de graszode, c_g de coëfficiënt voor de erosiebestendigheid van de grasmatt, c_{RK} is een coëfficiënt met betrekking tot de erosiebestendigheid van de afdeklaag en L_K is de breedte van de afdekkende kleilaag. Zodra deze verhouding ingezet wordt voor het

binnentalud gaat het natuurlijk om de breedte van het binnentalud. In de Theoriehandleiding PC-Ring [2] is aangegeven hoe de breedte L_K gedefinieerd is en hoe ze afgeleid kan worden uit de dikte van de afdekkende kleilaag en de helling van het talud.

Opdat de dijk bezwijkt zal de grasbekleding en de kleilaag binnen de stormduur t_s moeten eroderen.

$$t_s \geq \Delta t_{\text{gras,binnen}} + \Delta t_{\text{klei,binnen}}$$

Als input van de in PC-Ring beschreven modellen is de beschikbare stormduur voor de erosie van het gras benodigd. (De parameter t_e op blz. 11 van de Theoriehandleiding PC-Ring [2]). Deze beschikbare stormduur is af te leiden uit bovenstaande vergelijking:

$$t_s = \Delta t_{\text{gras,binnen}} + \frac{(0,4 \cdot c_g \cdot c_{RK} \cdot L_{K,\text{binnen}})}{d_w} \cdot \Delta t_{\text{gras,binnen}} = \frac{d_w + (0,4 \cdot c_g \cdot c_{RK} \cdot L_{K,\text{binnen}})}{d_w} \cdot \Delta t_{\text{gras,binnen}}$$

$$\Leftrightarrow \Delta t_{\text{gras,binnen}} = \frac{d_w}{d_w + (0,4 \cdot c_g \cdot c_{RK} \cdot L_{K,\text{binnen}})} \cdot t_s$$

Met $\Delta t_{\text{gras,binnen}} = t_e$ is verder de mechanisme beschrijving in de Theoriehandleiding PC-Ring [2] te volgen.

Faalmechanisme verweking binnentalud

Als de erosie van het binnentalud in rekening wordt gebracht, dan kan ook het mechanisme ‘verweking’ een rol spelen. Dit dient dus ook in het model opgenomen te worden. De onderstaande beschrijving is gebaseerd op de beschrijving van het mechanisme in de Handreiking constructief ontwerpen [11].

Bij het mechanisme verweking bezwijkt de dijk doordat eerst het binnentalud door overslaand of overstromend water verzadigd raakt met water en vervolgens afschuift. Dit mechanisme bestaat derhalve uit twee deelmechanismen, die beiden moeten optreden wil de dijk falen.

$$P(Z < 0) = P(Z_I < 0) \cap P(Z_{II} < 0)$$

Bij het eerste deelmechanisme moet de hoeveelheid overslaand of overstromend debiet q_o groter zijn dan een kritiek debiet voor verweking q_{cv} , zodat het binnentalud binnen de stormduur verzadigd raakt met water.

$$Z_I = q_{cv} - q_o$$

Als de kern van een dijk uit klei-achtige grond bestaat is 0,1 l/m/s infiltrerend water voldoende om binnen enkele uren te zorgen voor volledige verzadiging van de bovenste laag. Gegeven de open structuur van de kleiige toplaag op en vlak onder de kruin, zal praktisch al het water infiltreren in het geval van zuivere overloop (stel golfhoogte $H_s \leq 0,1$ m). Bij flinke overslag (stel $H_s \geq 0,1$ m), zal een groot gedeelte van het overslaande water niet infiltreren.

Het criterium voor kritieke overslagdebiet kan zodoende gesteld worden op:

Als $H_s \leq 0,1 \text{ m}$ dan is het kritieke debiet voor verweking

$$q_{cv} = 0,1 \text{ l s}^{-1} \text{ m}^{-1}$$

Als $H_s \geq 0,1 \text{ m}$ dan is het kritieke debiet voor verweking

$$q_{cv} = \frac{H_s}{0,1 \text{ m}} \cdot 0,1 \text{ l s}^{-1} \text{ m}^{-1}$$

Het optredende debiet q_o wordt op dezelfde wijze berekend als bij het mechanisme overloop/overslag.

Het tweede deelmechanisme is het faalmechanisme verweking. Het principe hierbij is dat de effectieve schuifsterkte van de grond steeds kleiner wordt naarmate de grond meer verzadigd is met water. Als het talud van de dijk te steil is terwijl de grond verzadigd is, zal het binnentalud afschuiven. Met andere woorden, het mechanisme treedt op als de helling van het binnentalud α_i groter is dan een kritieke helling α_c .

$$Z_{II} = \tan(\alpha_c) - \tan(\alpha_i)$$

De kritieke helling α_c kan berekend worden met de methode van Joustra en Edelman, zoals gegeven [11].

$$\tan(\alpha_c) = \frac{\left[\frac{\rho - \rho_w}{\rho} \tan(\varphi) + \frac{c}{\rho \cdot g \cdot d_k \cdot \cos(\alpha_c)} \right]}{\gamma_n \cdot \gamma_d}$$

Hierin zijn ρ en ρ_w het volumieke gewicht van grond en van water. φ is de hoek van inwendige wrijving en c de cohesie van grond. De gravitatiekracht is g . De dikte van de afdekkende kleilaag aan het binnentalud is d_k . De factoren γ_n en γ_d zijn een schadefactor respectievelijk een modelfactor. Omdat in een probabilistische aanpak in tegenstelling tot een deterministische aanpak geen rekening gehouden hoeft te worden met een schadefactor, is deze gelijk aan 1. De modelfactor is gelijk aan 1,1.

Faalmechanisme overloop

In het model PC-Ring wordt gerekend met overslag als de wind aanlandig is (hoek van de windrichting met de normaal van de dijk kleiner dan 90°). In het geval van aflandige wind wordt gerekend met overloop. Hiermee worden de mogelijkheid van refractie, diffractie en andere fracties verwaarloosd. In het model 98 is aangenomen dat de dijk faalt bezwijkt door overlopend water zodra de waterstand boven de kruin van de dijk uitkomt. Volgens [9] komt dit op verschillende punten niet overeen met de werkelijkheid.

In het model 2000 zal een overlopend debiet aan dezelfde criteria getoetst worden als een overslaand debiet. Om programmeer-technische redenen wordt hiertoe niet de hoogte van de waterstand boven de dijk omgerekend in een overlopend debiet, maar worden de criteria omgezet in een hoogte. De betrouwbaarheidsfunctie voor overlopend debiet wordt hiermee:

$$Z = h_{kc} - h$$

Hierin is h de waterstand. De kritieke kruinhoogte h_{kc} is de som van de kruinhoogte h_k en een kritieke hoogte Δh_c .

$$h_{kc} = h_k + \Delta h_c$$

De kritieke hoogte Δh_c is een functie van het kritieke overslagdebiet. In de Theoriehandleiding PC-Ring [2] is beschreven hoe het kritieke overslagdebiet afgeleid wordt. Met behulp van de toevoegingen in de paragraaf 'faalmechanisme overslag' van dit rapport wordt daaraan ook de sterkte van de kleilaag aan het binnentalud toegevoegd.

In de Theoriehandleiding PC-Ring [2] staat op blz.29 hoe het overlopend debiet bij een volkomen overlaat afgeleid kan worden.

Als alle verzamelde gegevens in één vergelijking gezet wordt, geeft dat het verband tussen de kritieke hoogte Δh_c en het kritieke overslagdebiet q_c .

$$q_c = 0,6 \cdot \sqrt{g \cdot \Delta h_c^3}$$

$$\Leftrightarrow \Delta h_c = \sqrt[3]{\frac{2,78 \cdot q_c^2}{g}}$$

2.2.2 Faalmechanisme beschadiging bekleding

In model 98 is, in de modellering van het faalmechanisme beschadiging bekleding, in tegenstelling tot de andere mechanismen, wèl de reststerkte van de dijk kern opgenomen. De modellering is echter vrij conservatief en derhalve aangepast. Voor een meer uitgebreide beschrijving en onderbouwing van de aanpassingen zie de notitie 'Rudimentaire opzet erosiemodel dijken' [12].

Het principe van de berekening in model 2000 blijft hetzelfde als model 98. De reststerkte van de dijk kern wordt uitgedrukt in de tijd die een storm nodig zal hebben om door de kern heen te 'eten'. Zie hiervoor de Theoriehandleiding PC Ring [2] (ook voor de betekenis van de symbolen).

$$t_{RB} = \frac{0,4 \cdot L_B \cdot c_{RB}}{r^2 H_s^2}$$

In deze vergelijking worden definities van de breedte van de dijk kern L_B en de coëfficiënt met betrekking tot de erosiebestendigheid van de dijk kern c_{RB} aangepast. Achtergronden bij de aanpassingen zijn te vinden in de notitie 'Rudimentaire opzet erosiemodel dijken' ([12]).

De breedte van de dijk kern L_B wordt gedefinieerd als de horizontale afstand tussen het punt waar de erosie door de kleilaag heen de kern bereikt ($0,25H_s$ beneden de waterstand h) tot de buitenkruinlijn. (Voor definitieschets zie 'Rudimentaire opzet erosiemodel dijken', [12])

$$L_B = \left[\frac{h_k - h + 0,25 \cdot H_s}{\tan(\alpha_u)} \right] - L_k$$

Hierin is h_k de kruinhoogte, h de gemiddelde waterstand (ook wel 'stilwaterlijn'). Beiden zijn gegeven ten opzichte van N.A.P. H_s is de significante golfhoogte, d_k de dikte van de afdekkende kleilaag (loodrecht op het talud gemeten) en α_u de helling van het buitentalud.

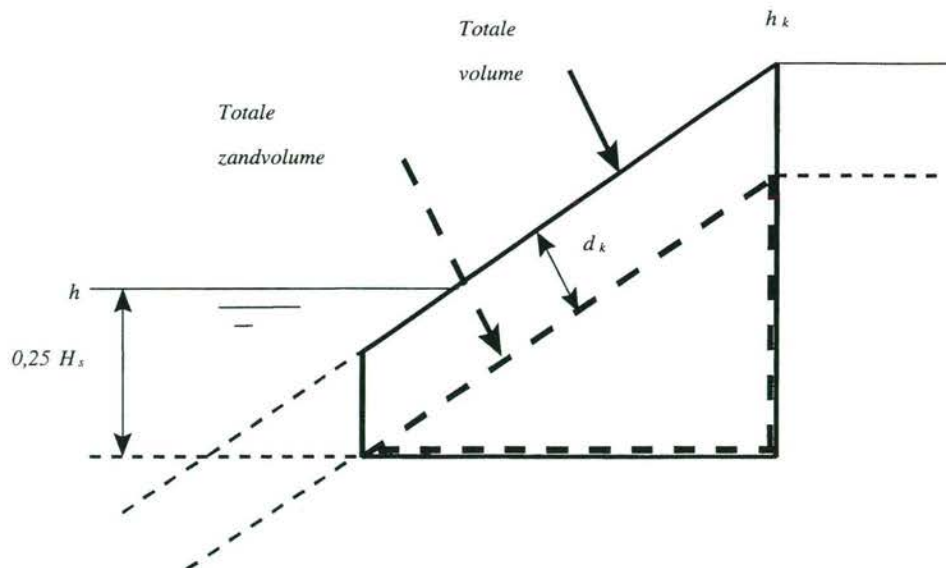
De coëfficiënt met betrekking tot de erosiebestendigheid van de dijk kern c_{RB} wordt ook aangepast. Deze coëfficiënt wordt gedefinieerd ten opzichte van de coëfficiënt met betrekking tot de erosie van de afdekkende kleilaag c_{RK} .

$$c_{RB} = \frac{c_{RK}}{v_{ZB}}$$

v_{ZB} is een versnellingsfactor voor de erosiesnelheid van de kern ten opzichte van klei, omdat er zand onder de klei wordt aangevallen. Deze factor kan gemodelleerd worden als:

$$v_{ZB} = 1 + \alpha_Z \cdot r_Z$$

Hierin is α_Z een maat voor de versnelling van de erosie in de dijk kern ten opzichte van de coëfficiënt c_{RK} . De parameter r_Z is het gemiddelde aandeel zand in het afslagprofiel, de verhouding tussen de totale hoeveelheid zand in het afslagprofiel en het totale volume. Zie ook de onderstaande figuur.



In PC Ring wordt bij het faalmechanisme 'beschadiging van de bekleding' aangenomen dat de dijk geen berm heeft. (Of niet aanwezig of het afslagprofiel begint boven de berm). Het aandeel zand in het afslagprofiel r_z kan dan bepaald worden met de vergelijking:

$$r_z = \frac{0,5L_B \tan(\alpha_u)}{0,5L_B \tan(\alpha_u) + d_k / \cos(\alpha_u)}$$

In [12] is afgeleid hoe het aandeel zand in het afslagprofiel van een dijk met berm bepaald kan worden.

2.3 Invoerparameters

In Tabel 2.1 worden de gemiddelde waarden, verdelingstypen en variatiecoëfficiënten van alle genoemde parameters 'in order of appearance' gegeven. De waarden komen waar mogelijk overeen met de waarden gebruikt in de case-studies [3, 4, 5, 6].

Tabel 2.1: Invoer parameters model 2000.

X	Omschrijving	Eenheid	Verdelings type	μ	V	Ruimtelijke spreiding	
						Δx	ρ_x
d_w	Worteldiepte	m	determinist	0.1	-	-	-
c_g	Coëfficiënt erosie grasbekleding ¹	(ms) ⁻¹	determinist	$2.0 \cdot 10^{-6}$	-	-	-
c_{RK}	Coëfficiënt erosie kleilaag ²	ms	determinist	23000	-	-	-
t_s	Stormduur	uur	lognormaal	7.5	0.25	-	-
$tg \alpha_i$	Helling binnentalud	-	normaal	nominaal	0.05	150	0
ρ	Volumiek gewicht van natte klei	kg/m ³	normaal	1700	0.06	-	-
ρ_w	Volumiek gewicht van water	kg/m ³	determinist	1000	-	-	-
φ	Hoek van inwendige wrijving	°	normaal	26	0.075	-	-
c	Cohesie	Pa	normaal	1500	0.33	??	?
d_k	Dikte afdeklaag binnentalud ³	m	normaal	0.5	0.4	300	0
γ_n	Schadefactor verwekingsmodel	-	determinist	1	-	-	-
γ_d	Modelfactor verwekingsmodel	-	determinist	1.1	-	-	-
h_k	Kruinhoogte	m	normaal	nominaal	$\sigma=0.1$	300	0
α_z	Maat voor versnelling van erosie t.o.v. c_{RK}	-	determinist	2	-	-	-
B	Breedte van de berm	m	normaal	nominaal	$\sigma=0.15$	300	0
d_B	Hoogte vd berm	m +NAP	normaal	nominaal	$\sigma=0.2$	300	0

1¹ Aangenomen is dat gras op het binnentalud altijd (minimaal) van slechte kwaliteit is.

2¹ Aangenomen is dat klei op het binnentalud altijd (minimaal) van slechte kwaliteit is.

3¹ Aangenomen is dat de dikte van de kleilaag op het binnentalud altijd (minimaal) 0,5m dik zal zijn

3 Omschrijvingen van de dijkkringen

Voor de case-studie is voor overslag uitgegaan van een geschematiseerde dijkkring: een beperkt aantal dijkvakken is beschouwd overeenkomend met de Case-studies. Er is een steekproef uit alle dijkvakken genomen, waarbij gezocht is naar de dijkvakken die per mechanisme de grootste bijdrage leveren in de overstromingskans. Voor het faalmechnisme overloop en overslag zijn rond de dertig dijkvakken per dijkkring beschouwd. Voor de overige mechanismen twee tot tien dijkvakken. Voor een uitgebreide beschrijving zie [3, 4, 5, 6].

3.1 Centraal Holland

Volgens de wet op de waterkering worden primaire waterkeringen van Centraal Holland (dijkkring 14) omschreven als hieronder weergegeven.

Directe Keringen

- Nieuwe Maas en Nieuwe Waterweg (vakken 1-16)
- Nieuwe Waterweg, zeedijkgedeelte (vakken 17-19)
- Hollandsche IJssel (vakken 20-33)
- Noordzee (vakken 35-39)

Indirecte keringen

- Noordzeekanaal
- Slaperdijk
- Spaarnedammerdijk (vak 34)
- oude zeedijken door Amsterdam
- dijk door Nieuwe Meer
- westelijke kanaaldijk Amsterdam-Rijnkanaal tot verkeersknooppunt Hooggelegen
- parallelweg van de A12 tot aansluiting S19
- de Meerndijk
- noordkade langs Hollandsche IJssel tot de Waaiersluis

Zoals in de inleiding van dit hoofdstuk beschreven worden in deze case studie niet alle dijken beschouwd. Bijvoorbeeld van de indirecte keringen wordt alleen de Spaarnedammerdijk beschouwd.

Voor de probabilistische sommen de hierna volgende uitgangspunten gehanteerd.

- 1) Waterstand bij Hoek van Holland volgens RIKZ 1995 [7]
- 2) Rivierafvoer bij Lobith volgens Boertien I
- 3) Wind-statistiek volgens het Rijksoort Weibull model van Schiphol
- 4) Correlatie wind-waterstand volgens Volker
- 5) Lokale waterstanden volgens ZWENDL (gelijk aan Marsroute)

- 6) Lokale opwaai-correcties
- 7) Golfberekeningen volgens Bretschneider
- 8) Voorlandcorrecties
- 9) Een zeespiegelrijzing tot het jaar 2045 (einde planperiode) van 0.10 m
- 10) tweetoppig spectrum bij de zeedijk in de Nieuwe Waterweg
- 11) seiches en buistoten conform Randvoorwaardenboek [13] en Leidraad 2 [14]

3.2 Hoeksche Waard

De dijkkring Hoeksche Waard (dijkkring 21) ligt in het benedenrivierengebied en wordt achtereenvolgens omgeven door:

- De Oude Maas (in het noorden)
- De Dordtse Kil (in het oosten)
- Het Haringvliet en het Hollandsch Diep (in het zuiden)
- Het Spui (in het westen)

De dijkkring ligt in een zogenaamd overgangsgebied, in dit geval een gebied waar de waterstanden zowel door de rivierafvoer als door de waterstanden op zee worden beïnvloed. De waterstand wordt verder beïnvloed door de stand (open of dicht) van de stormvloedkeringen in de Nieuwe Waterweg (SVKW) en in het Hartelkanaal (SVKH).

De hydraulische randvoorwaarden zijn als volgt:

- 1) Waterstand bij Hoek van Holland volgens RIKZ 1995 [7]
- 2) Rivierafvoer bij Lobith volgens Boertien I
- 3) Wind-statistiek volgens het Rijksoort Weibull model van Schiphol
- 4) Correlatie wind-waterstand volgens Volker
- 5) Lokale waterstanden volgens ZWENDL (gelijk aan Marsroute)
- 6) Lokale opwaai-correcties
- 7) Golfberekeningen volgens Bretschneider
- 8) Voorlandcorrecties
- 9) Een zeespiegelrijzing tot het jaar 2045 (einde planperiode) van 0.10 m

Voor een overzicht van de gebruikte algemene statistische gegevens wordt verwezen naar [8]. Voor specifieke invoer gegevens wordt verwezen naar [4].

3.3 Betuwe, Tieler- en Culemborgerwaard

De dijkkring 3.4 Betuwe, Tieler- en Culemborgerwaard (dijkkring 43) ligt grotendeels in het bovenrivierengebied en wordt achtereenvolgens omgeven door:

- de Lek vanaf de Diefdijk tot het Amsterdam-Rijnkanaal (in het noorden)
- de Nederrijn tot en met Arnhem (in het noorden)
- het Pannerdensch kanaal (in het oosten)
- de Waal van Doornenburg tot Gorichem (in het zuiden)
- de Linge (in het westen)

Verder wordt de dijkkring in het westen begrensd door een compartimenteringsdijk (Diefdijk) van Leerdam tot Goilberdingen.

Het westelijk deel van de dijkkring ligt fysiek in het zogenaamd overgangsgebied, in dit geval een gebied waar de waterstanden voornamelijk door de rivierafvoer en in beperkte mate door de waterstanden op zee worden beïnvloed.

Globaal zijn de volgende uitgangspunten toegepast:

- 1) windstatistiek bij Deelen en correlatie wind-waterstand volgens Volker voor de ijkpuntsom; bij de “huidige” berekeningen zijn de windsnelheden volgens de Leidraad Bovenrivieren aangehouden [14]
- 2) rivierafvoer bij Lobith volgens Boertien I
- 3) lokale opwaai-correcties
- 4) lokale waterstanden volgens ZWENDL (gelijk aan Marsroute)
- 5) golfberekeningen volgens Bretschneider [14]
- 6) buistoten en bui-oscillaties verwaarloosd (invloed klein)
- 7) voorlandcorrecties niet meegenomen
- 8) een zeespiegelrijzing tot het jaar 2045 (einde planperiode) van 0.10 m

3.4 Groningen en Friesland

De dijkkring 3.5 (Groningen en Friesland) wordt achtereenvolgens omgeven door:

- de Waddenzee
- de Eems
- de Dollard (in het noorden)
- het IJsselmeer (in het westen)

In het zuiden en het oosten wordt de begrenzing van de dijkkring gevormd door hoge gronden. Een van de beschouwde dijkvakken: dijkvak 14, Eemshaven (west) betreft niet de primaire waterkering. De berekende faalkansen zullen dus een overschatting zijn van de werkelijke faalkansen.

Globaal zijn de volgende uitgangspunten toegepast:

Waddenzee:

- 1) waterstandstatistiek van Harlingen en Delfzijl volgens Basispeilen-rapport [7]
- 2) lokale waterstand via lineaire inter- en extrapolatie
- 3) gecombineerde wind-waterstandstatistiek volgens [16]
- 4) golfberekening volgens Bretschneider via correctiefactoren gecalibreerd aan [15]
- 5) zeespiegelrijzing in 50 jaar van 0.10 m bij Harlingen en 0.15 m bij Delfzijl

IJsselmeerkust:

- 1) meerpeilstatistiek volgens een Gumbelverdeling
- 2) windstatistiek bij Schiphol
- 3) lokale waterstand, golfhoogte en periode volgens HISWA-berekeningen

Voor meer details en getalwaarden wordt verwezen naar [3]. Eventuele afwijkingen zullen per mechanisme worden vermeld.

4 IJkpuntdijk, model 98, onzekerheden volgens Marsroute

In 1998 zijn in het kader van de TAW Marsroute [1] voor een acht dijkringen de ontwerp-consequenties van bestaande leidraden of gangbare ontwerp-methoden vergeleken. Per dijkkring is een beperkt deel van de dijkvakken in beschouwing genomen. Het doel was enerzijds inzicht te krijgen in de technische haalbaarheid van de overstromingskansberekening en anderzijds een referentiepunt (Ijkpunt) om een vergelijking te maken tussen de toentertijd vigerende ontwerpbenadering (overbelasting per dijkvak en de nieuwe ontwerpbenadering (overstromingskans benadering).

In het project SPRINT zijn vier van de acht dijkringen in beschouwing genomen:

- Centraal Holland
- Hoeksche Waard
- Betuwe en Tieler- en Culemborgerwaard
- Groningen en Friesland.

De berekeningen zijn dus niet gericht op de actuele dijken maar op fictieve dijken zoals die op dat moment ontworpen zouden worden.

De resultaten van de ijkpunt berekeningen zijn weergegeven in [3, 4, 5, 6]. De betrouwbaarheidsindex voor de totale dijkkring is samengevat in onderstaande tabel.

Tabel 4.1 : Betrouwbaarheidsindices ijkpuntdijk, model 98, onzekerheden volgens Marsroute

Dijkkring	Betrouwbaarheids-index β	Faalkans P_f	
Centraal Holland	3.5	$0.23 \cdot 10^{-3}$	1 / 4000
Hoeksche Waard	3.2	$0.67 \cdot 10^{-3}$	1 / 1500
Betuwe en Tieler- en Culemborgerwaard	3.3	$0.48 \cdot 10^{-3}$	1 / 2000
Groningen en Friesland	3.4	$0.33 \cdot 10^{-3}$	1 / 3000

5 Bestaande dijk, model 98, onzekerheden volgens Marsroute

Van de dijkvakken zoals bekend uit de ijkpuntstudies zijn de werkelijke gegevens achterhaald (bestaande dijk, zie bijlage A). De berekeningen zelf zijn gelijk aan die van de ijkpuntstudie (model 98) en uitgevoerd met het programma PC-Ring versie 1.01 [16]. De resultaten qua betrouwbaarheidsindices per vak en mechanisme en voor de totalen per vak en mechanisme staan weergegeven in bijlage B. De achtergrond van de gebruikte invoer is weergegeven in bijlage A.

5.1 Centraal Holland

De achtergrond van de gebruikte invoer is weergegeven in bijlage A-1. In Bijlage B-1, tabel B.1.1, wordt een overzicht gegeven van de betrouwbaarheidsindices per dijkvak en per mechanisme. De betrouwbaarheidsindex van de ring $\beta_{\text{totaal}} = -0.1^1$ (faalkans $P_f = 0.5 = 1/2$). De hieruit volgende relatief grote faalkans wordt geheel bepaald door de afschuiving van de Spaarnedammerdijk (tussen Haarlem en Amsterdam). Deze dijk wordt momenteel verbeterd. Zonder falen van deze dijk stijgt de betrouwbaarheidsindex naar 3.0 (faalkans $P_f = 1.35 \cdot 10^{-3} = 1/740$). Dit laatste wordt grotendeels bepaald door het falen (niet sluiten van de kering) in vak 37 (Uitwateringssluits te Monster en piping van de dijk aan de Hollandsche IJssel hmp 210 (vak 30). Bij dit laatste mechanisme is de aanwezige kwelling 33 m terwijl volgens de ijkpunt benadering ongeveer 100 m nodig is. Als ook deze twee zwakke schakels worden verbeterd dan stijgt de betrouwbaarheidsindex tot $\beta = 3.9$ (Faalkans $5 \cdot 10^{-5} = 1/20000$).

Een andere benadering is gegeven in tabel B.1.2 waar voor de afschuiving van de Spaarnedammerdijk ook is uitgegaan van een reeds verbeterde dijk (dit dijkvak is momenteel in verbetering, voor afschuiving wordt $\beta = 5.1$ aangenomen) en voor de kunstwerken er vanuit gegaan is dat deze zijn ontworpen volgens de uitgangspunten van de Marsroute. Het resultaat is een betrouwbaarheidsindex $\beta = 3.3$ (faalkans $P_f = 4.83 \cdot 10^{-4} = 1/2000$).

5.2 Hoeksche Waard

De achtergrond van de gebruikte invoer is weergegeven in bijlage A.2. In Bijlage B, tabel B.2.1, wordt een overzicht gegeven van de betrouwbaarheidsindices per dijkvak en per mechanisme. De betrouwbaarheidsindex van de ring $\beta_{\text{totaal}} = -\infty^1$ (faalkans $P_f = 1$). De grote faalkans wordt veroorzaakt door Piping van het kunstwerk in vak 8 (inlaatsluits Puttershoek). De bekende aanwezige kwelling is hier 8 m, terwijl volgens de ijkpunt benadering ongeveer 16 m nodig is. Zonder het falen van dit kunstwerk daalt de faalkans tot $P_f = 2.5 \cdot 10^{-3} = 1/400$ ($\beta = 2.8$). Het maatgevende

¹ Bij hoge faalkansen ($\beta < 3$) is de berekening betrekkelijk onnauwkeurig. De gebruikte methode (outcrossing) werkt alleen goed bij relatief lage faalkansen. De werkelijke faalkans kan dus kleiner zijn, maar nooit zodanig klein dat $\beta > 2$). In bijlage B.2 is voor de dijkkring "Hoeksche Waard" aangegeven hoe de faalkans verandert als voor het faalmechanisme "piping Kunstwerken" van een numerieke integratie procedure wordt uitgegaan in plaats van de "outcrossing approach". De betrouwbaarheidsindex van de ring stijgt dan van $-\infty$ naar 0.9 (faalkans $P_f = 0.18 = 1/5$).

mechanisme is dan “niet sluiten van het kunstwerk” in vak 13 (Inlaatduiker Mariapolder). Hiervoor geldt volgens [3] een aanwezige keerhoogte van 1.00 m, terwijl volgens het ijkpunt 1.5 m nodig is. Zonder het falen van ook dit kunstwerk komt de faalkans op $0.12 \cdot 10^{-4} = 1 / 80000$ ($\beta = 4.2$)

In tabel B.2.2 is er voor de kunstwerken vanuitgegaan dat deze zijn ontworpen volgens de uitgangspunten van de Marsroute. Het resultaat is een betrouwbaarheidsindex $\beta = 3.9$.

5.3 Betuwe, Tieler- en Culemborgerwaard

De achtergrond van de gebruikte invoer is weergegeven in bijlage A.3. In Bijlage B, tabel B.3.1, wordt een overzicht gegeven van de betrouwbaarheidsindices per dijkvak en per mechanisme. De betrouwbaarheidsindex van de ring $\beta_{\text{totaal}} = 2.8$ (faalkans $P_f = 2.6 \cdot 10^{-3} = 1 / 400$). De faalkans wordt vooral veroorzaakt door piping van het kunstwerk in vak 31 (inundatieduiker Tiel). Zonder dit mechanisme leidt de berekening tot $\beta_{\text{totaal}} = 3.1$ (faalkans $P_f = 1.0 \cdot 10^{-3} = 1 / 1000$). Bepalend is dan overslag/overloop van vak 23 (Brug bij Ewijk). Verbeteren van dit dijkvak leidt tot $\beta_{\text{totaal}} = 3.1$ (faalkans $P_f = 8.3 \cdot 10^{-4} = 1 / 1200$). De meeste dijkvakken aan de Waalzijde (vak 21 - 38) leiden voor overslag/overloop tot een betrouwbaarheidsindex β ongeveer gelijk aan 3.2 à 3.3. Een hogere β zal dus alleen worden gevonden als al deze dijkvakken verbeterd zouden worden.

In tabel B.3.2 is er voor de kunstwerken vanuit gegaan dat deze zijn ontworpen volgens de uitgangspunten van de Marsroute. Het resultaat is een betrouwbaarheidsindex $\beta = 3.1$.

5.4 Groningen en Friesland

De achtergrond van de gebruikte invoer is weergegeven in bijlage A.4. In Bijlage B, tabel B.4.1, wordt een overzicht gegeven van de betrouwbaarheidsindices per dijkvak en per mechanisme. De betrouwbaarheidsindex van de ring $\beta_{\text{totaal}} = 2.8^2$ (faalkans $P_f = 0.23 \cdot 10^{-2} = 1 / 430$). Bepalend is het mechanisme afschuiving in vak 9 : 't Schoor - Paesens. Volgens opgave van Rijkswaterstaat wordt dit dijkvak momenteel versterkt. Hierdoor stijgt de betrouwbaarheidsindex van de ring tot $\beta = 3.3$ (faalkans $P_f = 0.54 \cdot 10^{-3} = 1 / 1850$). Meest bepalend mechanisme in deze situatie wordt dan Piping van kunstwerken in vak 2: “coupure Harlingen”. Als ook dit mechanisme in de ring wordt verbeterd dan gaat de betrouwbaarheidsindex iets omhoog tot $\beta = 3.5$ (faalkans $P_f = 0.28 \cdot 10^{-3} = 1 / 3500$). In deze laatste situatie wordt het mechanisme overslag/overloop van dijkvak 21 (Reiderwolderpolderdijk) bepalend.

² De werkelijke betrouwbaarheidsindex is hoger omdat voor één dijkvak niet de primaire waterkering is gekozen (zie paragraaf 3.4)

5.5 Samenvatting

De betrouwbaarheidsindices voor de totale dijkringen zijn samengevat in onderstaande tabel.

Tabel 5.1 : Betrouwbaarheidsindices bestaande dijk, model 98, onzekerheden volgens Marsroute

Dijkring	Betrouwbaarheids-index β	Faalkans P_f	
Centraal Holland	-0.1^1	0.5	1 / 2
Hoeksche Waard	$-\infty^1$	1	1
Betuwe en Tieler- en Culemborgerwaard	2.8	$0.26 \cdot 10^{-2}$	1 / 400
Groningen en Friesland	2.8	$0.26 \cdot 10^{-2}$	1 / 400

¹De werkelijke betrouwbaarheidsindex is hoger, zie noot op pagina 19

6 Bestaande dijk, model 98, onzekerheden volgens ONIN

De resultaten van model 98 met onzekerheden volgens ONIN, gedefinieerd in [2], [17] en [19] zijn weergegeven in bijlage B: tabellen B.1.3, B.2.3, B.3.3 en B.4.2. De betrouwbaarheidsindices voor de totale dijkringen zijn samengevat in onderstaande tabel. Als gevolg van de extra onzekerheid in ONIN ten opzichte van de Marsroute dalen de betrouwbaarheidsindices slechts in beperkte mate.

Tabel 6.1 : Betrouwbaarheidsindices bestaande dijk, model 98, onzekerheden volgens ONIN

Dijkring	Betrouwbaarheids-index β	Faalkans P_f	
Centraal Holland	-0.1 ¹	0.5	1 / 2
Hoeksche Waard	$-\infty$ ¹	1	1
Betuwe en Tieler- en Culemborgerwaard	2.6	$0.47 \cdot 10^{-2}$	1 / 200
Groningen en Friesland	2.4	$0.82 \cdot 10^{-2}$	1 / 100

¹ De werkelijke betrouwbaarheidsindex is hoger, zie noot op pagina 19

7 Effecten van model 2000

7.1 Faalkans per mechanisme bij de Bestaande dijk, onzekerheden volgens Marsroute

Het effect van model 2000 (zie paragraaf 2.2 voor beschrijving) in de mechanismen overslag/overloop en bekleding is eerst per dijkkring onderzocht bij de bestaande dijk en onzekerheden volgens Marsroute. In Bijlage C is weergegeven hoe de betrouwbaarheid verandert per dijkvak, mechanisme en per dijkkring. Het blijkt dat voor alle dijkkringen de betrouwbaarheidsindex afneemt. In Tabel 7.1 wordt een samenvatting gegeven van de verschillen per mechanisme. Uit Tabel 7.1 blijkt duidelijk dat er een geringe invloed is voor het mechanisme Bekleding. Het effect van het model 2000 komt in het mechanisme Overslag/overloop duidelijker naar voren. De faalkans stijgt ten opzichte van model 98 met ongeveer een factor 10.

Centraal Holland

De resultaten in bijlage C, tabel C.1, geven duidelijk aan dat model 2000 leidt tot een verlaging van de betrouwbaarheidsindices voor het mechanisme Overslag/overloop. Er is geen invloed merkbaar voor het mechanisme bekleding.

Hoeksche Waard

De resultaten zijn gegeven in bijlage C, tabel C.2. De invoering van model 2000 voor overloop/overslag heeft slechts geleid tot een zeer geringe verhoging van de betrouwbaarheid voor de deelmechanismen overloop en overslag (excl. deelmechanisme verweking).

- De invoering van het extra deelmechanisme verweking heeft de betrouwbaarheid voor overloop/overslag in de Hoeksche Waard echter aanzienlijk verlaagd.
- De berekeningen met onzekerheden volgens ONIN voor overloop/overslag geven nog een verdere verlaging van de betrouwbaarheid te zien. Vak 17 is hierop van grote invloed.

Betuwe en TCW

De resultaten zijn gegeven in bijlage C, tabel C.3. Er zijn langs de Betuwe en Tieler- en Culemborgerwaard, in de beschouwde dijkvakken, geen dijken met een zandkern en een grasbekleding. Er is daarom geen invloed van model 2000 bij bekleding. Op het mechanisme Overslag/overloop heeft model 2000 wel invloed. De betrouwbaarheidsindex voor dit mechanisme voor de gehele dijkkring zakt van $\beta = 3.1$ naar $\beta = 2.6$.

Groningen en Friesland

De resultaten zijn gegeven in bijlage C, tabel C.4. Er zijn in de beschouwde dijkkring geen dijken met een zandkern en een grasbekleding. Er is dus geen invloed van model 2000 op dit mechanisme merkbaar. De invloed van model 2000 op het mechanisme overslag/overloop is substantieel de faalkans stijgt een orde. De resulterende betrouwbaarheidsindex voor dit mechanisme zakt hierdoor van $\beta = 3.6$ naar $\beta = 3.0$.

Tabel 7.1 : Verschil in betrouwbaarheidsindices tussen model 98 en model 2000 bij de bestaande dijk, onzekerheden volgens ONIN

Dijkring	Overslag		Bekleding	
	98	2000	98	2000
Centraal Holland	4.3	3.7	5.6	5.6
Hoeksche Waard	4.5	3.7	5.8	5.9
Betuwe en Tieler- en Culemborgerwaard	3.1	2.6	4.5	4.5
Groningen en Friesland	3.6	3.0	5.5	5.5

7.2 Bestaande dijk, onzekerheden volgens ONIN

De aangehouden kansverdelingen zijn zoals aangehouden in de definitieve berekeningen van het ONIN studie [2, 18]. De resultaten zijn weergegeven in Bijlage B, tabellen B.1.4, B.2.4, B.3.4 en B.4.3.

Opgemerkt wordt dat bij de berekeningen met alle onzekerheden voor niet sluiten van kunstwerken in de Hoeksche Waard (tabel B.2.4), de peilverhoging h_{pv} zodanig domineert dat de faalkans hoofdzakelijk wordt bepaald door de kans op niet sluiten. Een nader onderzoek naar de onzekerheid in de peilverhoging h_{pv} kan een grote invloed hebben voor de betrouwbaarheid.

Tabel 7.2 : Betrouwbaarheidsindices bestaande dijk, model 2000, onzekerheden volgens ONIN

Dijkring	Betrouwbaarheids-index β	Faalkans P_f	
Centraal Holland	-0.2^1	0.58	1 / 2
Hoeksche Waard	$-\infty^1$	1	1
Betuwe en Tieler- en Culemborgerwaard	2.2	$0.14 \cdot 10^{-1}$	1 / 70
Groningen en Friesland	1.9	$0.29 \cdot 10^{-1}$	1 / 30

¹ De werkelijke betrouwbaarheidsindex is hoger, zie noot op pagina 19

8 Gevoeligheidsberekeningen

8.1 Aantal dijkvakken Hoeksche Waard

Voor de Hoeksche Waard is de gevoeligheid voor de nauwkeurigheid van de schematisering onderzocht. Dit is gebeurd door een vergelijking te maken van de overstromingskansen voor een grof en een fijn geschematiseerd gebied. In de grove schematisering zijn 28 dijkvakken gedefinieerd (zie Bijlage D), terwijl in de schematisering die in de praktijk gebruikt wordt 130 dijkvakken onderscheiden worden.

De betrouwbaarheidsindex bij de uitgebreide schematisering is gelijk aan 4.25 (zie bijlage D) terwijl de grove schematisering $\beta = 4.5$ aangaf. De overstromingskans van het dijkkringgebied met de uitgebreide schematisering is een factor 3 groter dan de overstromingskans van de grof geschematiseerde dijkkring. Hieruit blijkt dat er geen grote fout wordt gemaakt door niet alle dijkvakken in de schematisering op te nemen. Een belangrijk punt is echter wel dat alle slechte vakken in de schematisering moeten zitten.

8.2 Maatgevende afvoer 16000 m³/s

Voor de case Betuwe en TCW is de gevoeligheid voor de maatgevende afvoer bestudeerd. Een afvoer van 16000 m³/s is in plaats van de normaal gehanteerde 15000 m³/s gebruikt. Het effect op de faalkans voor alle faalmechanismen is gepresenteerd in bijlage E.

9 Conclusies

Van een viertal dijkringen is de faalkans bepaald. Voor deze bepaling van de faalkans zijn een drietal verschillende modellen gebruikt:

- Model 98, onzekerheden volgens Marsroute;
- Model 98, onzekerheden volgens ONIN;
- Model 2000, onzekerheden volgens ONIN.

De resultaten van deze studies zijn weergegeven in onderstaande Tabel 9.1.

Tabel 9.1 : Betrouwbaarheidsindices β

	model 98			model 2000,
onzekerheden	Marsroute	Marsroute	ONIN	ONIN
dijkkring	Ijkpunt	Bestaand	Bestaand	Bestaand
Centraal Hol- land	3.5	-0.1 ¹	-0.2 ¹	-0.1 ¹
Hoeksche Waard	3.2	$-\infty^1$	$-\infty^1$	$-\infty^1$
Betuwe en TCW	3.3	2.8	2.6	2.2
Groningen en Friesland	3.4	2.8	2.4	1.9

Duidelijk wordt dat model 2000 tot een iets hogere faalkans leidt dan model 98. Ook onzekerheden volgens ONIN leiden tot een iets hogere faalkans dan volgens de Marsroute. Dijkkringen ontworpen volgens de vigerende richtlijnen (ijkpunt) geven duidelijk een veel lagere faalkans dan de bestaande dijkringen.

Naast deze voor de vier dijkringen uitgevoerde berekeningen zijn nog een tweetal variant berekeningen uitgevoerd:

- Gehele dijkkring Hoeksche waard
- Maatgevende afvoer 16000 m³/s in plaats van 15000 m³/s in de Betuwe en TCW

¹ De werkelijke betrouwbaarheidsindex is hoger, zie noot op pagina 19

Referenties

- [1] Case Studies, Hoofdrapport, A. Vrouwenvelder et.al, TNO rapport 98-CON-R1312, jan. 1999
- [2] Theoriehandleiding PC-Ring, Deel A: Mechanismebeschrijving, A. Vrouwenvelder, et al, TNO Bouw rapport 98-CON-R1430, januari 1999.
- [3] Case Study 7, Volland, Vrouwenvelder et al, TNO rapport 98-CON-R1205, sept. 1999
- [4] Case Study 4, Kabeljouwse Waard, Vrouwenvelder et al, TNO rapport 98-CON-R1208, sept. 1999
- [5] Case Study 2, Lingerwaard, Vrouwenvelder et al, TNO rapport 98-CON-R1683, sept. 1999
- [6] Case Study 3, Grofriland, Vrouwenvelder et al, TNO rapport 98-CON-R1682, sept. 1999
- [7] Basispeilen RWS-RIKZ, Rapport 95-008, mei 1995
- [8] Case Studies Probabilistische berekeningen, Algemene invoergegevens. A. Vrouwenvelder et al, TNO rapport 98-CON-R1702, jan. 1999
- [9] Verslag van de bijeenkomsten in PICASO-2-99.001
- [10] Verslag van de bijeenkomsten in PICASO-2-99.002.
- [11] Handreiking Constructief ontwerpen, Onderzoek en berekening naar het constructief ontwerp van de dijkversterking; TAW, 1994
- [12] Notitie 'Rudimentaire opzet erosiemodel dijken'. Januari 2000; INFRAM, J.v.d.Meer.
- [13] Leidraad voor de beoordeling van de veiligheid van duinen als waterkering, TAW, 1984.
- [14] Leidraad voor het ontwerp van rivierdijken, deel 1 bovenrivierengebied, TAW oktober, 1989.
- [15] Hydraulisch randvoorwaardenboek, RWS, april 1996
- [16] Gebruikershandleiding PC-ring, TNO rapport 98-CON-R1559, september 1999.
- [17] Expertmeningenonderzoek Onzekerheidsanalyse inundatiekans, ONIN-1-99006, M. Frijters, et al, Bouwdienst Rijkswaterstaat, april 99
- [18] Theoriehandleiding PC-Ring, Deel B: Statistische modellen, A. Vrouwenvelder, et al, TNO Bouw rapport 98-CON-R1431, september 1999.

- [19] Notitie 'Modelonzekerheden waterbeweging', brief MCI00562\H3648\FdH, , WL, F.den Heijer, 21 januari 2000

Bijlage A: Bijzonderheden bij invoer van dijkvakken in de bestaande dijkkring

Voor de complete invoer zie bestanden op CD genaamd SPRINT.

Tabel A.1: Centraal Holland

Centraal Holland	Status (bestaande situatie)
Profiel gegevens	<p>Profielen 1 t/m 16. De profielen zijn overgenomen uit HIS Provincie Zuid-Holland gegevens. Voor de hoogte is de hoogte van de waterpassing aangehouden. Voor vak 10 (DL0035) is de hoogte van de HIS toetshoogte +0.05m aangehouden. De hoogte van de teen is gelijk genomen aan de laatste waterdiepte in de INV bestanden. De richting van de normaal op de dijk is overgenomen uit de INV bestanden.</p> <p>Profielen 17 t/m 19. Profielen volgens fax R. Piek d.d. 7 december 1999. Voor de hoogte is de hoogte volgens de kolom toetsingsrapport aangehouden. De hoogte van de teen is gelijk genomen aan de laatste waterdiepte in de INV bestanden. De richting van de normaal op de dijk is overgenomen uit de INV bestanden.</p> <p>Profielen 20 t/m 33. Profielen volgens fax R. Piek d.d. 7 december 1999. Voor de hoogte is de hoogte van het laagste punt uit de meting van 1995 en de toetsgegevens 1999 aangehouden. De hoogte van de teen is gelijk genomen aan de laatste waterdiepte in de INV bestanden. De richting van de normaal op de dijk is overgenomen uit de INV bestanden.</p>
Vaklengte	<p>Profielen 1 t/m 16. Bepaald aan de hand van de HIS Provincie Zuid-Holland gegevens voor het gegeven dijkvak, waar nodig aangevuld met gegevens van landkaarten en Marsroute invoer.</p> <p>Profielen 17 t/m 19. Bepaald met gegevens van landkaarten en oude invoer.</p> <p>Profielen 20 t/m 33. Bepaald aan de hand van de hmp gegevens en zonodig aangevuld met opgemeten gegevens.</p>

HQ gegevens	<p>De HQ gegevens worden gelijk genomen aan deze voor de Marsroute.</p> <p>Voor de Nieuwe Maas en de Nieuwe Waterweg zijn de gegevens overgenomen uit de bestanden RN2035DD.ORG en RN2035OO.ORG.</p> <p>Nieuw toegevoegd is het ZWENDL punt 03 BOTLEK / GEULHAVEN.</p>
Locatie gegevens	<p>Voor de locatie gegevens is uitgegaan van de INV bestanden aangeleverd door Rene Piek.</p> <p>Voor de vakken 13 en 14 (DL058 en DL101805) zijn deze t.o.v. de voorgaande studie wezenlijk gewijzigd. Er is nu een referentie aangebracht naar het ZWENDL punt BOTLEK.</p>
INV bestanden	<p>Profielen 1 t/m 16. Aangeleverd door Provincie Zuid-Holland. Voor vak 5 en 7 zijn de oude bestanden uit de Marsroute aangenomen (MAAS1002 en MAS10045).</p> <p>Profielen 17 t/m 33. Aangeleverd door Provincie Zuid-Holland d.d. 7 december 1999.</p>
Strijklengte	<p>Profielen 1 t/m 33. De strijklengten zijn overgehaald uit de INV bestanden.</p>
Statistische data	Zoals in Marsroute.
Wind en water data	Zoals in Marsroute.
Deining	<p>Profielen 1 t/m 16: Geen deining.</p> <p>Profielen 17 t/m 19: Deining aangehouden zoals in Marsroute.</p> <p>Profielen 20 t/m 33: Geen deining.</p>
Opzet	<p>Profielen 1 t/m 16: Geen opzet.</p> <p>Profielen 17 t/m 19.: Opzet aangehouden zoals in Marsroute (40 cm).</p> <p>Profielen 20 t/m 33.: Geen opzet.</p>
Sterkte grasmat	<p>Profielen 1 t/m 16. De factor voor de kwaliteit van de grasmat is aangehouden in overeenstemming met q volgens de gegevens uit HIS Provincie Zuid-Holland. De helling van het binnentalud is in overeenstemming met het rapport Case Study Volland van R. Piek aangenomen. Voor vak 6 is 1:3 aangenomen.</p> <p>Profielen 17 t/m 19. De factor voor de kwaliteit van de grasmat is aangehouden in overeenstemming met q volgens fax R. Piek d.d. 7 december 1999. De helling van het binnentalud is als 1:3 aangenomen.</p> <p>Profielen 20 t/m 33. De factor voor de kwaliteit van de grasmat is aangehouden in overeenstemming met q volgens fax R. Piek d.d. 7 december 1999. De helling van het binnentalud is in overeenstemming met fax R. Piek d.d. 7 december 1999. Voor de vakken 32 en 33 is 1:3 aangenomen.</p>

Duinprofielen	Overgehaald vanuit Jarkus CD. Gekozen is voor profielen uit 1997. De richting van het vak is ook hieruit overgehaald. De vaklengte is gelijk genomen aan 200 m. De Jarkus profielen zijn echter niet om de 200 m. Verdient dit nog aanpassing?
---------------	--

Tabel A.2: Hoeksche Waard

Hoeksche Waard	Status (bestaande situatie)
Profiel gegevens	<p>De profielen zijn op basis van de km locatie teruggevonden in de HIS gegevens van de Provincie Zuid-Holland. Voor vak 2 en 17 is dit niet eeneenduidig mogelijk. Hier is gekozen voor de meest gelijkende.</p> <p>De profielgegevens wijken vaak sterk af van de cases. Vaak zijn in de cases de bermen verwaarloosd.</p>
Vaklengte	Bepaald aan de hand van de HIS Provincie Zuid-Holland gegevens voor het gegeven dijkvak.
HQ gegevens	<p>De HQ gegevens worden gelijk genomen aan deze voor de Marsroute. Deze gegevens zijn in juni 1996 door de DWW aangeleverd.</p> <p>Gekozen is voor de situatie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 25 cm zeespiegelrijzing; - windrichting wnw; - SVKW dicht en SVKH dicht. <p>De gegevens voor de situaties:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 0 en 25 cm zeespiegelrijzing; - windrichting wnw; - SVKW open en SVKH open. <p>zijn aan Frank den Heijer toegestuurd t.b.v. ZWENDL berekeningen.</p>
Locatie gegevens	Voor de locatie gegeven is uitgegaan van de INV bestanden aangeleverd door Rene Piek.
INV bestanden	Aangeleverd door Provincie Zuid-Holland.
Strijklengte	De strijklengten zijn overgehaald uit de INV bestanden.
Statistische data	Zoals in Marsroute.
Wind en water data	Zoals in Marsroute.
Deining	Geen deining.
Opzet	Voor de vakken 13 t/m 22 is een opzet aangehouden zoals in de Marsroute.
Sterkte grasmat	<p>De factor voor de kwaliteit van de grasmat is aangehouden in overeenstemming met de kwaliteitsbeoordeling erosiebestendigheid dijkgraslanden primaire waterkering conform veldmethode "Sprangers". Voor het kwaliteitsoordeel goed is een kwaliteitsfactor van 1.4 (10 l/m/s) aangehouden. Voor het kwaliteitsoordeel onvoldoende een factor 0.7 (0.1 l/m/s). Deze keuze is gemaakt volgens het verslag van het bezoek SPRINT bij Waterschap de Groote Waard, d.d. 29/11/1999.</p> <p>De helling van het binnentalud is in overeenstemming met het rapport Case Hoeksche Waard van R. Piek aangenomen.</p>

Tabel A.3: Betuwe en Tieler- en Culemborgerwaard

Betuwe, Tieler- en Culemborger Waard	Status (bestaande situatie)
Profiel gegevens	<p>Uitgangspunt is de Marsroute met enige aanvullingen.</p> <p>Aangevuld met hoogten uit coördinaten lijsten Hm palen van TCW Lekdijk en Waaldijk, Betuwe geeft hoogten uit “Maatgevend Hoog Water langs de Rijn- en Waalbandijk, sept. 1993 (aanpassing Boertien) (kruin feb '96 aangepast, nov. 99 aangepast.</p> <p>Hoogte gekozen bij gegeven doorsnede. Als binnen een dijkvak bovenstrooms of zeer nabij < 500 m benedenstrooms) een lagere hoogte voorkomt is deze gekozen.</p> <p>Het binnentalud is voor de Betuwe aangenomen op 1:2,5.</p> <p>Binnentalud sommige dijkvakken uit memo's heidemij</p>
Vaklengte	Afgeleid van tekening. Representatieve vaklengte bij gekozen dwarsprofiel qua normaal en voorland.
HQ gegevens	Zoals in Marsroute.
Locatie gegevens	Zoals in Marsroute.
INV bestanden	nvt
Strijklengte	Zoals in Marsroute.
Statistische data	Zoals in Marsroute.
Wind en water data	Zoals in Marsroute.
Deining	Geen deining.
Opzet	Geen Opzet.
Sterkte grasmat	Zoals in Marsroute.

Tabel A.4: Groningen en Friesland

Groningen en Friesland	Status (bestaande situatie)
Profiel gegevens	<p>Vak 1 t/m 10. Hoogten volgens tekening Friesland (HIS tekening waddenzeekust Friesland). Het is niet goed mogelijk hieruit eeneenduidig getallen af te lezen. Aangehouden is de aangegeven hoogte ter plaatse van de doorsnede. In doorsneden met afwijkende richting of beschutte ligging kunnen er dus lagere hoogten voorkomen. De profielen in de tekening (voorzover gegeven) HW 99 29 1 komen goed overeen met de oude profielen. De tenen zijn echter aangepast aan de nieuwe tekening.</p> <p>Vak 11 t/m 21. Hoogten volgen uit document Ommelanderzeedijk.xls. Aangehouden zijn de minimum hoogten echter met de volgende kanttekeningen. Voor vak 11 (km 63) is de hoogte van km 66 aangehouden. De laagste hoogte geeft een vak met een andere oriëntatie en het betreft waarschijnlijk de dijk van het Lauwersmeer. Voor vak 13 (km 50) is uitgegaan van km 49 tot en met 51. Km 48 en 47 zijn de hoogten van het volgende vak. Voor vak 15 (km 43) is uitgegaan van de km 42 tot en met 44. De andere doorsneden hebben een compleet afwijkende oriëntatie. Het is niet altijd even duidelijk hoe de vakken lopen. De totale vaklengte is soms langer dan wat er kan zijn. Voor de profielen is uitgegaan van het profiel van de case studies. Dit profiel betreft een zogenaamd equivalent profiel.</p> <p>Vak 22 t/m 31. Hoogten volgens tekening Friesland (HIS tekening IJsselmeerkust Friesland). Uitgegaan is van de hoogte op de locatie van de doorsnede. De gegevens lijken op de meeste plaatsen correct uit te werken. Lage waarden op de HIS tekening komen overeen met havens of dijken voor een klif. Voor vak 30 (22C) lijkt het of HIS de hoogte van een andere dijk aangeeft dan de Zeedijk. Is de aangenomen hoogte hier wel correct? Profielen volgens randvoorwaardenboek. Waar tekeningen van de dwarsprofielen aanwezig zijn, is de doorsnede aan de tekening aangepast.</p>
Vaklengte	<p>Vak 1 t/m 10. Uit nieuwe tekeningen (GAA 99 3 4 en GAA 99 3 3) met vakken afgeleid.</p> <p>Vak 11 t/m 21.</p> <p>Vak 22 t/m 31. Overgenomen uit oude opgaven (RIZA?).</p>

HQ gegevens	De HQ gegevens worden gelijk genomen aan deze voor de Marsroute.
Locatie gegevens	Zoals in Marsroute.
INV bestanden	Niet van toepassing.
Strijklengte	Vak 1 t/m 10. Zoals in Marsroute. Vak 11 t/m 21. Zoals in Marsroute. Vak 22 t/m 31 Niet van toepassing. Golven volgen uit HQ invoergegevens.
Statistische data	Zoals in Marsroute.
Wind en water data	Zoals in Marsroute.
Deining	Geen deining.
Opzet	Geen deining.
Sterkte grasmatt	Vak 1 t/m 10. Helling 1:3 volgens bezoekverslag Wetterskip Frýslan. Kwaliteit grasmatt aangenomen als normaal (1 l/m/s). Wellicht kan dit worden verhoogt tot 10 l/m/s volgens het bezoekverslag Wetterskip Frýslan.

BIJLAGE B: Betrouwbaarheidsincides per dijkvak, mechanisme en ring

BIJLAGE B.1: Centraal Holland:

Tabel B.1.1: model 98, onzekerheden volgens Marsroute

Tabel B.1.2: model 98, onzekerheden volgens Marsroute, kunstwerken zoals in CS98

Tabel B.1.3: model 98, onzekerheden volgens ONIN

Tabel B.1.4: model 2000, onzekerheden volgens ONIN

Tabel B.1.1: Centraal Holland (Model 98, onzekerheden volgens Marsroute).

vak	locatie	Overslag	Afschuiving	Piping	Bekleding	Piping Kunstwerken	Niet Sluiten Kunstwerken	Duin	Totaal
1	hmp 51	5.0	6.6	8.2	5.7				5.0
2	Bochtafsnijding de Es	5.1							5.1
3	Honigerdijk	5.2	12.9	9.7					5.2
4	Maasboulevard	4.8			12.0				4.8
5	Westzeedijk	4.7							4.7
6	km 1002+800	4.4				8.0	5.3		4.4
7	Hudsonstraat	4.8							4.8
8	km 1006+600	4.7							4.7
9	Havendijk	4.7							4.7
10	Wilhelminahaven dp 3+50	5.0							5.0
11	Wilhelminahaven dp 4+50	5.0							5.0
12	dp 24+50	5.1							5.1
13	dp 58	5.0							5.0
14	Delflandsedijk hmp 11.2	5.3							5.3
15	Delfland dp 122	5.5				7.0	5.5		5.4
16	dp 147	5.2							5.2
17	Nw Waterweg km 1026+800	4.5							4.5
18	Nw Waterweg km 1027+900	4.4	11.4	8.1					4.4
19	Nw Waterweg km 1029+300	4.6	8.5	7.2	5.7				4.6
20	Hy hmp 85	5.4							5.4
21	Hy hmp 96.7	5.5							5.5
22	Hy hmp 110	6.2							6.2
23	Hy hmp 119.5	4.9				10.6	6.7		4.9
24	Hy hmp 139	5.9							5.9
25	Hy hmp 144	5.6			6.7				5.6
26	Hy hmp 158	5.2							5.2
27	Hy hmp 173	5.4							5.4
28	Hy hmp 188.3	5.5							5.5
29	Hy hmp 198.3	5.8					4.3		4.3

30	Hy hmp 210	5.6	6.1	3.3					3.3
31	Hy hmp 222	5.6							5.6
32	Hy dp 4 rijmland	5.0							5.0
33	Hy dp 26+5 rijmland	5.0							5.0
34	Spaarnedammerdijk		-0.1						-0.1
35	Katwijk					6.3	4.3		4.3
36	Duin 10807							4.4	4.4
37	Duin 10958						3.1	4.4	3.1
38	Duin 11109							4.1	4.1
39	Duin 11469							4.4	4.4
	Ring	4.3	-0.1	3.3	5.6			4.1	-0.1

[illegible]

37	Duin 10958						4.8	4.4	3.1
38	Duin 11109							4.1	4.1
39	Duin 11469							4.4	4.4
	Ring	4.3	5.1	3.3	5.6	4.5	4.4	4.1	3.3

Tabel B.1.3: Centraal Holland (Model 98, onzekerheden volgens ONIN)

vak	locatie	Overslag	Afschuiving	Piping	Bekleding	Piping Kunstwerken	Niet Sluiten Kunstwerken	Duin	totaal
1	hmp 51	4.7	6.6	8.1	4.1				4.1
2	Bochtafsnijding de Es	4.9							4.9
3	Honigerdijk	4.9	12.9	9.5					4.9
4	Maasboulevard	4.6			10.3				4.6
5	Westzeedijk	4.5							4.5
6	km 1002+800	4.1				7.4	3.8		3.7
7	Hudsonstraat	4.5							4.5
8	km 1006+600	4.4							4.4
9	Havendijk	4.4							4.4
10	Wilhelminahaven dp 3+50	4.7							4.7
11	Wilhelminahaven dp 4+50	4.7							4.7
12	dp 24+50	4.7							4.7
13	dp 58	4.8							4.8
14	Delflandsedijk hmp 11.2	5.0							5.0
15	Delfland dp 122	5.2				6.4	5.5		5.1
16	dp 147	4.9							4.9
17	Nw Waterweg km 1026+800	4.1							4.1
18	Nw Waterweg km 1027+900	4.1	11.4	7.6					4.1
19	Nw Waterweg km 1029+300	4.2	8.5	6.8	4.8				4.2
20	Hy hmp 85	4.6							4.6
21	Hy hmp 96.7	4.5							4.5
22	Hy hmp 110	5.5							5.5
23	Hy hmp 119.5	3.9				9.4	4.3		3.8
24	Hy hmp 139	5.2							5.2
25	Hy hmp 144	4.2			5.2				4.2
26	Hy hmp 158	4.5							4.5
27	Hy hmp 173	4.7							4.7
28	Hy hmp 188.3	4.8							4.8
29	Hy hmp 198.3	5.0					4.3		4.3
30	Hy hmp 210	4.9	6.1	3.4					3.4
31	Hy hmp 222	4.7							4.7
32	Hy dp 4 rijnland	4.5							4.5
33	Hy dp 26+5 rijnland	4.4							4.4
34	Spaarnedammerdijk		-0.1						-0.1
35	Katwijk					5.7	4.3		4.3
36	Duin 10807							4.0	4.0
37	Duin 10958						3.1	4.0	3.1

38	Duin 11109							3.7	3.7
39	Duin 11469							4.1	4.1
	Ring	3.7	-0.1	3.4	4.1	5.7	3.1	3.7	-0.1

Tabel B.1.4: Centraal Holland (Model 2000, onzekerheden volgens ONIN)

vak	locatie	Overslag	Afschuiving	Piping	Bekleding	Piping Kunstwerken	Niet Sluiten Kunstwerken	Duin	totaal
1	hmp 51	3.9	6.6	8.1	4.1				3.8
2	Bochtafsnijding de Es	4.8							4.8
3	Honigerdijk	4.8	12.9	9.5					4.8
4	Maasboulevard	2.8			10.3				2.8
5	Westzeedijk	4.5							4.5
6	km 1002+800	4.2				7.4	3.8		3.7
7	Hudsonstraat	4.6							4.6
8	km 1006+600	4.5							4.5
9	Havendijk	4.4							4.4
10	Wilhelminahaven dp 3+50	4.7							4.7
11	Wilhelminahaven dp 4+50	4.6							4.6
12	dp 24+50	4.8							4.8
13	dp 58	4.7							4.7
14	Delflandsedijk hmp 11.2	4.3							4.3
15	Delfland dp 122	5.1				6.4	5.5		5.1
16	dp 147	4.6							4.6
17	Nw Waterweg km 1026+800	3.7							3.7
18	Nw Waterweg km 1027+900	3.6	11.4	7.6					3.6
19	Nw Waterweg km 1029+300	3.9	8.5	6.8	4.8				3.9
20	Hy hmp 85	4.7							4.7
21	Hy hmp 96.7	3.2							3.2
22	Hy hmp 110	5.5							5.5
23	Hy hmp 119.5	2.5				9.4	4.3		2.5
24	Hy hmp 139	4.9							4.9
25	Hy hmp 144	2.9			5.2				2.9
26	Hy hmp 158	3.7							3.7
27	Hy hmp 173	2.7							2.7
28	Hy hmp 188.3	4.1							4.1
29	Hy hmp 198.3	3.7					4.3		3.7
30	Hy hmp 210	4.0	6.1	3.4					3.3
31	Hy hmp 222	4.6							4.6
32	Hy dp 4 rijnland	3.8							3.8
33	Hy dp 26+5 rijnland	3.8							3.8
34	Spaarnedammerdijk		-0.1						-0.1
35	Katwijk					5.7	4.3		4.3
36	Duin 10807							4.0	4.0
37	Duin 10958						3.1	4.0	3.1

38	Duin 11109							3.7	3.7
39	Duin 11469							4.1	4.1
	Ring	2.3	-0.1	3.4	4.1	5.7	3.1	3.7	-0.2

*BIJLAGE B.2: Hoeksche Waard*Tabel B.2.1: model 98, onzekerheden volgens Marsroute¹

Tabel B.2.2: model 98, onzekerheden volgens Marsroute, kunstwerken zoals in CS98

Tabel B.2.3: model 98, onzekerheden volgens ONIN¹Tabel B.2.4: model 2000, onzekerheden volgens ONIN¹

¹effect van numerieke integratie in plaats van de outcrossing approach tussen () aangeven bij Piping kunstwerken

Tabel B.2.1: Hoeksche Waard (Model 98, onzekerheden volgens Marsroute)

vak	locatie	Overslag	Afschuiving	Piping	Bekleding	Piping Kunstwerken	Niet Sluiten Kunstwerken	Totaal
1	Spuidijk (west)	5.5						5.5
2	Spuidijk (oost)	5.7						5.7
3	Bossedijk (west)	6.9						6.9
4	Bossedijk (oost)	4.7						4.7
5	Buitendijk van het dorp	4.8						4.8
6	Buitendijk v.d. Oud-Heinenoordse gorzen	5.2			5.9	5.6	4.5	4.5
7	Dijk van de oost- en west-zomerlanden	5.8	5.7	8.6				5.6
8	Weverseinde	6.1				-∞ (0.9)		-∞
9	Weverseinde / Gorretje	5.6						5.6
10	Buitendijk van het nieuveland	5.1						5.1
11	Mijldijk	4.7						4.7
12	Dijk van de Kilpolder en Beversoord	5.0	4.9	6.9				4.8
13	Dijk van de Mariapolder	5.4				4.6	2.8	2.8
14	Dijk van de Mariapolder	4.9						4.9
15	Dijk van de Hogeandse polder	5.6	5.3	4.8	6.4			4.8
16	Dijk van de Hogeandse polder	5.1						5.1
17	Dijk van de Westerse polder (Oost)	4.5			6.0	5.2	6.6	4.5
18	Dijk van de Westerse polder (West)	4.8						4.8
19	Buiten- en Nieuwendijk van de Eendragtspolder	5.0						5.0
20	Buiten- en Nieuwendijk van de Eendragtspolder	5.7	6.7	10.5				5.7
21	Buiten- en Nieuwendijk van de Eendragtspolder	5.4			6.6			5.4
22	West- of Hollaarsdijk	4.9			6.4			4.9
23	Molendijk	5.8						5.8
24	Spuidijk van de Noordpolder van Goudswaard	5.4						5.4
25	Spuidijk van de Noordpolder van Piershil	5.4						5.4
26	Spuidijk van Klein-Piershil	5.2					7.1	5.2

27	Spuidijk van Nieuw-Beijerland en Nieuw-Piershil	5.0	5.1	7.3				4.9
28	Spuidijk van Nieuw-Beijerland en Nieuw-Piershil	5.6						5.6
	Ring	4.5	4.8	4.8	5.8	$-\infty$ (0.9)	2.8	$-\infty$ (0.9)

Tabel B.2.2: Hoeksche Waard (Model 98, onzekerheden volgens Marsroute, kunstwerken als in CS98)

vak	locatie	Overslag	Afschuiving	Piping	Bekleding	Piping Kunstwerken	Niet Sluiten Kunstwerken	Totaal
1	Spuidijk (west)	5.5						5.5
2	Spuidijk (oost)	5.7						5.7
3	Bossedijk (west)	6.9						6.9
4	Bossedijk (oost)	4.7						4.7
5	Buitendijk van het dorp	4.8						4.8
6	Buitendijk van de Oud-Heinenoordse gorzen	5.2			5.9	4.4	4.4	4.3
7	Dijk van de oost- en west-zomerlanden	5.8	5.7	8.6				5.6
8	Weverseinde	6.1				4.4		4.4
9	Weverseinde / Gorretje	5.6						5.6
10	Buitendijk van het nieuwendijk	5.1						5.1
11	Mijldijk	4.7						4.7
12	Dijk van de Kilpolder en Beversoord	5.0	4.9	6.9				4.8
13	Dijk van de Mariapolder	5.4				4.4	4.4	4.3
14	Dijk van de Mariapolder	4.9						4.9
15	Dijk van de Hogezaandse polder	5.6	5.3	4.8	6.4			4.8
16	Dijk van de Hogezaandse polder	5.1						5.1
17	Dijk van de Westerse polder (Oost)	4.5			6.0	4.4	4.4	4.2
18	Dijk van de Westerse polder (West)	4.8						4.8
19	Buiten- en Nieuwendijk van de Eendragtspolder	5.0						5.0
20	Buiten- en Nieuwendijk van de Eendragtspolder	5.7	6.7	10.5				5.7
21	Buiten- en Nieuwendijk van de Eendragtspolder	5.4			6.6			5.4
22	West- of Hollaarsdijk	4.9			6.4			4.9
23	Molendijk	5.8						5.8
24	Spuidijk van de Noordpolder van Goudswaard	5.4						5.4
25	Spuidijk van de Noordpolder van Piershil	5.4						5.4
26	Spuidijk van Klein-Piershil	5.2					4.4	4.4
27	Spuidijk van Nieuw-Beijerland en Nieuw-Piershil	5.0	5.1	7.3				4.9
28	Spuidijk van Nieuw-Beijerland en Nieuw-Piershil	5.6						5.6
	Ring	4.5	4.8	4.8	5.8	4.1	4.1	3.9

Tabel B.2.3: Hoeksche Waard (Model 98, onzekerheden volgens ONIN)

vak	hmp	locatie	Overslag	Afschuiving	Piping	Bekleding	Piping Kunstwerken	Niet Sluiten Kunstwerken	totaal
1	0.1	Spuidijk (west)	5.2						5.2
2	0.4	Spuidijk (oost)	5.3						5.3
3	1.6	Bossedijk (west)	6.5						6.5
4	2.2	Bossedijk (oost)	4.3						4.3
5	3.2	Buitendijk van het dorp	4.4						4.4
6	4.3	Buitendijk van de Oud-Heinenoordse gorzen	4.8			4.9	4.8 (4.9)	2.8	2.8
7	4.6	Dijk van de oost- en west-zomerlanden	5.3	5.7	8.4				5.3
8	12.4	Weverseinde	5.7				-∞ (0.7)		-∞
9	13.2	Weverseinde / Gorretje	5.2						5.2
10	14.0	Buitendijk van het nieuwendijk	4.8						4.8
11	16.4	Mijldijk	4.3						4.3
12	22.2	Dijk van de Kilpolder en Beversoord	5.1	4.9	6.8				4.8
13	26.2	Dijk van de Mariapolder	5.7				3.7 (4.3)	2.8	2.7
14	27.4	Dijk van de Mariapolder	5.2						5.2
15	34.9	Dijk van de Hogeandse polder	5.9	5.3	4.8	5.9			4.8
16	35.4	Dijk van de Hogeandse polder	5.4						5.4
17	40.8	Dijk van de Westerse polder (Oost)	3.5			3.6	4.4 (4.9)	3.1	3.0
18	43.3	Dijk van de Westerse polder (West)	4.7						4.7
19	46.8	Buiten- en Nieuwendijk van de Eendragtspolder	5.0						5.0
20	52.0	Buiten- en Nieuwendijk van de Eendragtspolder	5.6	6.7	10.6				5.6
21	54.8	Buiten- en Nieuwendijk van de Eendragtspolder	5.5			6.4			5.5
22	55.9	West- of Hollaarsdijk	4.9			6.1			4.9
23	58.8	Molendijk	5.6						5.6
24	59.2	Spuidijk van de Noordpolder van Goudswaard	5.3						5.3
25	60.8	Spuidijk van de Noordpolder van Piershil	5.3						5.3
26	62.4	Spuidijk van Klein-Piershil	5.1					2.3	2.3
27	63.6	Spuidijk van Nieuw-Beijerland en	4.8	5.1	7.1				4.8

		Nieuw-Piershil							
28	66.7	Spuidijk van Nieuw-Beijerland en Nieuw-Piershil	5.3						5.3
		Ring	3.5	4.8	4.8	3.6	-∞ (0.7)	2.1	-∞ (0.7)

Tabel B.2.4: Hoeksche Waard (Model 2000, onzekerheden volgens ONIN).

vak	hmp	locatie	Overslag	Afschuiving	Piping	Bekleding	Piping Kunstwerken	Niet Sluiten Kunstwerken	totaal
1	0.1	Spuidijk (west)	4.5						4.5
2	0.4	Spuidijk (oost)	4.7						4.7
3	1.6	Bossedijk (west)	6.5						6.5
4	2.2	Bossedijk (oost)	3.5						3.5
5	3.2	Buitendijk van het dorp	3.8						3.8
6	4.3	Buitendijk van de Oud-Heinenoordse gorzen	4.2			4.9	4.8 (4.9)	2.8	2.7
7	4.6	Dijk van de oost- en west-zomerlanden	5.1	5.7	8.4				5.1
8	12.4	Weverseinde	5.5				-∞ (0.7)		-∞
9	13.2	Weverseinde / Gorretje	4.7						4.7
10	14.0	Buitendijk van het nieuwendijk	4.1						4.1
11	16.4	Mijldijk	3.5						3.5
12	22.2	Dijk van de Kilpolder en Beversoord	5.1	4.9	6.8				4.8
13	26.2	Dijk van de Mariapolder	5.4				3.7 (4.3)	2.8	2.7
14	27.4	Dijk van de Mariapolder	4.4						4.4
15	34.9	Dijk van de Hogezaandse polder	5.1	5.3	4.8	5.9			4.7
16	35.4	Dijk van de Hogezaandse polder	4.8						4.8
17	40.8	Dijk van de Westerse polder (Oost)	2.1			3.6	4.4 (4.9)	3.1	2.1
18	43.3	Dijk van de Westerse polder (West)	4.0						4.0
19	46.8	Buiten- en Nieuwendijk van de Eendragtspolder	4.3						4.3
20	52.0	Buiten- en Nieuwendijk van de Eendragtspolder	4.6	6.7	10.6				4.6
21	54.8	Buiten- en Nieuwendijk van de Eendragtspolder	4.4			6.4			4.4
22	55.9	West- of Hollaarsdijk	4.2			6.1			4.2
23	58.8	Molendijk	5.0						5.0
24	59.2	Spuidijk van de Noordpolder van Goudswaard	4.6						4.6
25	60.8	Spuidijk van de Noordpolder van Piershil	4.2						4.2
26	62.4	Spuidijk van Klein-Piershil	4.0					2.3	2.3
27	63.6	Spuidijk van Nieuw-Beijerland en	4.1	5.1	7.1				4.1

		Nieuw-Piershil							
28	66.7	Spuidijk van Nieuw-Beijerland en Nieuw-Piershil	4.3						4.3
		Ring	2.1	4.8	4.8	3.6	-∞ (0.7)	2.1	-∞ (0.7)

BIJLAGE B.3: Betuwe en Tiel en Culemborgerwaard:

Tabel B.3.1: model 98, onzekerheden volgens Marsroute

Tabel B.3.2: model 98, onzekerheden volgens Marsroute, kunstwerken zoals in CS98

Tabel B.3.3: model 98, onzekerheden volgens ONIN

Tabel B.3.4: model 2000, onzekerheden volgens ONIN

Tabel B.3.1: Betuwe en TCW (Model 98, onzekerheden volgens Marsroute).

vak	locatie	Overslag	Afschuiving	Piping	Bekleding	Piping Kunstwerken	Niet Sluiten Kunstwerken	Totaal
1	Angeren	4.1						4.1
2	Angeren	3.9						3.9
3	Het Zand	4.3						4.3
4	Huissen	4.0						4.0
5	IJsselkop	4.0						4.0
6	Malbursedam	4.1						4.1
7	Elden	4.5	4.6					4.4
8	Driel	4.9						4.9
9	Heteren-Lakemond	4.7				4.5	4.3	4.2
10	Lakemond	4.7		4.3				4.3
11	Opheusden	4.3		5.6				4.3
12	Eck en Wiel	4.3	4.5	5.2				4.2
13	Maurik	4.5						4.5
14	Maurik-Rijswijk	4.3	4.7					4.3
15	Ravenswaai	4.3						4.5
16	Culemborg	3.8						3.8
17	Millingen	4.4	4.6					4.3
18	Doornenburg	3.9						3.9
19	Hulhuizen	3.8						3.8
20	Gendt	3.6						3.6
21	Haalderen	3.2	4.3		4.5			3.2
22	Oosterhout	3.2						3.2
23	Brug bij Ewijk	3.1						3.1
24	Dodewaard	3.7	4.1					3.6
25	Eldik	4.0						4.0
26	Ochten	3.6		5.1				3.6
27	Ijzendoorn	3.3						3.3
28	Echteld	3.3						3.3
29	A.R. kanaal, Tiel	3.3			15.4	6.4	4.9	3.3

30	Ophemertse dijk, Tiel	3.3				6.5		3.3
31	Passewaaij	3.5				2.9		2.9
32	Ophemert	3.5						3.5
33	Varik	3.5						3.5
34	Heeselt	3.8						3.8
35	Opijnen	3.5	4.7					3.5
36	Hellouw	3.6						3.6
37	Vuren	3.7						3.7
38	Dalem	3.7						3.7
	Ring	3.1	4.0	4.3	4.5	2.9	4.3	2.8

Tabel B.3.2: Betuwe en TCW (Model 98, onzekerheden volgens Marsroute, Kunstwerken als in CS98).

vak	locatie	Overslag	Afschuiving	Piping	Bekleding	Piping Kunstwerken	Niet Sluiten Kunstwerken	Totaal
1	Angeren	4.1						4.1
2	Angeren	3.9						3.9
3	Het Zand	4.3						4.3
4	Huissen	4.0						4.0
5	IJsselkop	4.0						4.0
6	Malbursedam	4.1						4.1
7	Elden	4.5	4.6					4.4
8	Driel	4.9						4.9
9	Heteren-Lakemond	4.7				4.3	4.3	4.1
10	Lakemond	4.7		4.3				4.3
11	Opheusden	4.3		5.6				4.3
12	Eck en Wiel	4.3	4.5	5.2				4.3
13	Maurik	4.5						4.5
14	Maurik-Rijswijk	4.3	4.7					4.3
15	Ravenswaai	4.5						4.3
16	Culemborg	3.8						3.8
17	Millingen	4.4	4.6					4.3
18	Doornenburg	3.9						3.9
19	Hulhuizen	3.8						3.8
20	Gendt	3.6						3.6
21	Haalderen	3.2	4.3		4.5			3.2
22	Oosterhout	3.2						3.2
23	Brug bij Ewijk	3.1						3.1
24	Dodewaard	3.7	4.1					3.7
25	Eldik	4.0						4.0
26	Ochten	3.6		5.1				3.6
27	Ijzendoorn	3.3						3.3
28	Echteld	3.3						3.3
29	A.R. kanaal, Tiel	3.3			15.4	4.3	4.3	3.3
30	Ophemertse dijk, Tiel	3.3				4.3		3.3
31	Passewaaij	3.5				4.3		3.5
32	Ophemert	3.5						3.5
33	Varik	3.5						3.5
34	Heeselt	3.8						3.8
35	Opijnen	3.5	4.7					3.5
36	Hellouw	3.6						3.6

37	Vuren	3.7						3.7
38	Dalem	3.7						3.7
	Ring	3.1	4.0	4.3	4.5	4.0	4.2	3.1

Tabel B.3.3: Betuwe en TCW (Model 98, onzekerheden volgens ONIN)

vak	hmp	locatie	Overslag	Afschuiving	Piping	Bekleding	Piping Kunstwerken	Niet Sluiten Kunstwerken	totaal
1	33o	Angeren	3.8						3.8
2	63o	Angeren	3.6						3.6
3	76o	Het Zand	4.0						4.0
4	93o	Huissen	3.6						3.6
5	114o	Ijsselkop	3.7						3.7
6	148o	Malbursedam	3.7						3.7
7	181o	Elden	4.1	4.6					4.1
8	219o	Driel	4.5						4.5
9	302o	Heteren-Lakemond	4.3				4.1	4.3	4.0
10	0n	Lakemond	4.3		4.1				4.0
11	33n	Opheusden	3.9		5.4				3.9
12	169n	Eck en Wiel	3.8	4.5	5.0				3.8
13	197n	Maurik	4.1						4.1
14	224n	Maurik-Rijswijk	3.9	4.7					3.9
15	281n	Ravenswaai	4.1						4.1
16	29	Culemborg	3.6						3.6
17	68	Millingen	4.2	4.6					4.2
18	6o	Doornenburg	3.7						3.7
19	22o	Hulhuizen	3.5						3.5
20	35o	Gendt	3.3						3.3
21	90o	Haalderen	3.0	4.3		4.0			3.0
22	178o	Oosterhout	2.9						2.9
23	203o	Brug bij Ewijk	2.9						2.9
24	26n	Dodewaard	3.5	4.1					3.5
25	80n	Eldik	3.8						3.8
26	112n	Ochten	3.2		4.9				3.2
27	125n	Ijzendoorn	3.1						3.1
28	176n	Echteld	3.1						3.1
29	209n	A.R. kanaal, Tiel	3.1			13.3	5.9	3.8	3.1
30	2	Ophemertse dijk, Tiel	3.2				6.0		3.2
31	26	Passewaaij	3.2				2.7		2.7
32	61	Ophemert	3.4						3.4
33	77	Varik	3.3						3.3
34	129	Heeselt	3.7						3.7
35	167	Opijnen	3.3	4.7					3.3
36	36	Hellouw	3.4		3.8				3.4
37	358	Vuren	3.5						3.5

38	411	Dalem	3.5						3.5
		Ring	2.8	4.0	3.8	4.0	2.7	3.7	2.6

Tabel B.3.4: Betuwe en TCW (Model 2000, onzekerheden volgens ONIN).

vak	hmp	locatie	Overslag	Afschuiving	Piping	Bekleding	Piping Kunstwerken	Niet Sluiten Kunstwerken	totaal
1	33o	Angeren	3.4						3.4
2	63o	Angeren	3.2						3.2
3	76o	Het Zand	3.6						3.6
4	93o	Huissen	3.2						3.2
5	114o	Ijsselkop	3.4						3.4
6	148o	Malbursedam	3.0						3.0
7	181o	Elden	3.7	4.6					3.7
8	219o	Driel	4.2						4.2
9	302o	Heteren-Lakemond	3.9				4.1	4.3	3.8
10	0n	Lakemond	3.8		4.1				3.8
11	33n	Opheusden	3.4		5.4				3.4
12	169n	Eck en Wiel	3.1	4.5	5.0				3.1
13	197n	Maurik	3.2						3.2
14	224n	Maurik-Rijswijk	3.1	4.7					3.1
15	281n	Ravenswaai	3.4						3.4
16	29	Culemborg	3.3						3.3
17	68	Millingen	3.8	4.6					3.8
18	6o	Doornenburg	3.1						3.1
19	22o	Hulhuizen	3.2						3.2
20	35o	Gendt	2.8						2.8
21	90o	Haalderen	2.4	4.3		4.0			2.4
22	178o	Oosterhout	2.4						2.4
23	203o	Brug bij Ewijk	2.4						2.4
24	26n	Dodewaard	3.0	4.1					3.0
25	80n	Eldik	3.3						3.3
26	112n	Ochten	3.1		4.9				3.1
27	125n	Ijzendoorn	2.6						2.6
28	176n	Echteld	2.7						2.7
29	209n	A.R. kanaal, Tiel	2.7			13.3	5.9	3.8	2.7
30	2	Ophemertse dijk, Tiel	2.8				6.0		2.8
31	26	Passewaaij	3.1				2.7		2.7
32	61	Ophemert	3.1						3.1
33	77	Varik	3.0						3.0
34	129	Heeselt	3.2						3.2
35	167	Opijnen	3.0	4.7					3.0
36	36	Hellouw	3.1		3.8				3.1
37	358	Vuren	3.3						3.3

38	411	Dalem	3.3						3.3
		Ring	2.3	4.0	3.8	4.0	2.7	3.7	2.2

BIJLAGE B.4: Groningen en Friesland:

Tabel B.4.1: model 98, onzekerheden volgens Marsroute

Tabel B.4.2: model 98, onzekerheden volgens ONIN

Tabel B.4.3: model 2000, onzekerheden volgens ONIN

Tabel B.4.1: Groningen Friesland (Model 98, onzekerheden volgens Marsroute)

vak	locatie	Overslag	Afschuiving	Piping	Bekleding	Piping Kunstwerken	Niet Sluiten Kunstwerken	Totaal
1	Kop afsluitdijk - Harlingen	5.1						5.1
2	Harlingen - Koehool	5.1				3.4	4.9	3.4
3	Koehool - Westhoek	5.6			5.5			5.4
4	Westhoek - Zwarte Haan	5.2						5.2
5	Zwarte Haan - Noorderleeg	5.1				9.4	4.3	4.3
6	Noorderleeg - Westholwerdepolder	5.4						5.4
7	Westholwerdepolder - Opdijk Oostholwerdepolder	5.6						5.6
8	Opdijk Oostholwerdepolder - 't Schoor	5.1						5.1
9	't Schoor - Paesens	5.0	2.9	4.6				2.9
10	Paesens - Lauwersoog	4.5						4.5
11	Ommelanderveedijk	4.7		3.7				3.7
12	Emmapolderdijk (west)	5.1						5.1
13	Emmapolderdijk (oost)	5.2			6.8			5.2
14	Eemshaven (west)	4.5						4.5
15	Eemshaven (oost)	5.1						5.1
16	Hoogwatum	4.9				5.4	4.3	4.3
17	Delfzijl	4.4						4.4
18	Dijk Zeehavenkanaal	3.9						3.9
19	Termunten	4.1						4.1
20	Dollardijk	3.9		5.4				3.9
21	Reiderwolderpolderdijk	3.7						3.7
22	Kop afsluitdijk - Makkum	5.8	6.5	6.2				5.8
23	Makkum - Workum	6.4				8.8	8.4	6.4
24	Workum - Hinderlopen	7.1			6.5			6.5
25	Hinderlopen - Stavoren	7.0				11.2	10.1	7.0
26	Stavoren - Roode Klif	6.8						6.8
27	Roode Klif - Mirnser Klif	6.9						6.9
28	Mirnser Klif - Spitsbergen	6.7						6.7
29	Hooge Grazen - Zandvoorderhoek	6.2						6.2
30	Zandvoorderhoek - Margrietsluis	4.8						4.8

31	Margrietsluis - Lemmer	4.4				7.3		4.4
	Ring	3.6	2.9	3.7	5.5	3.4	4.2	2.8

Tabel B.4.2: Groningen Friesland (Model 98, onzekerheden volgens Marsroute).

vak	hmp	locatie	Overslag	Afschuiving	Piping	Bekleding	Piping Kunstwerken	Niet Sluiten Kunstwerken	totaal
1	4.4	Kop afsluitdijk - Harlingen	3.9						3.9
2	2	Harlingen - Koehool	3.9				2.9	2.8	2.6
3	11.4	Koehool - Westhoek	4.5			4.5			4.3
4	19	Westhoek - Zwarte Haan	4.2						4.2
5	20.4	Zwarte Haan - Noorderleeg	4.1				8.4	3.9	3.8
6	34.2	Noorderleeg - Westholwerdepolder	4.4						4.4
7	39	Westholwerdepolder - Opdijk Oostholwerdepolder	4.7						4.7
8	44	Opdijk Oostholwerdepolder - 't Schoor	4.2						4.2
9	49.9	't Schoor - Paesens	4.2	2.9	4.6				2.9
10	58.4	Paesens - Lauwersoog	3.7						3.7
11	63	Ommelanderzeedijk	3.8		3.5				3.4
12	55	Emmapolderdijk (west)	4.3						4.3
13	50	Emmapolderdijk (oost)	4.5			5.3			4.5
14	47	Eemshaven (west)	3.8						3.8
15	43	Eemshaven (oost)	4.3						4.3
16	35	Hoogwatum	4.0				4.7	3.5	3.4
17	27	Delfzijl	3.9						3.9
18	20	Dijk Zeehavenkanaal	3.4						3.4
19	15	Termunten	3.5						3.5
20	11	Dollardijk	3.2		5.1				3.2
21	0	Reiderwolderpolderdijk	3.1						3.1
22	30A	Kop afsluitdijk - Makkum	5.7	6.5	6.0				5.7
23	28D	Makkum - Workum	5.7				7.8	3.8	3.8
24	27A	Workum - Hinderlopen	5.7			5.8			5.7
25	25C	Hinderlopen - Stavoren	5.7				9.6	3.8	3.8
26	25A	Stavoren - Roode Klif	5.5						5.5
27	24C	Roode Klif - Mirnser Klif	5.6						5.6
28	24A	Mirnser Klif - Spitsbergen	5.5						5.5
29	23D	Hooge Grazen - Zandvoorderhoek	5.3						5.3
30	22C	Zandvoorderhoek - Margrietsluis	4.7						4.7
31	20A	Margrietsluis - Lemmer	4.4				7.0		4.4
		Ring	3.0	2.9	3.5	4.5	2.9	2.7	2.4

Tabel B.4.3: Groningen Friesland (Model 2000, onzekerheden volgens ONIN).

vak	hmp	locatie	Overslag	Afschuiving	Piping	Bekleding	Piping Kunstwerken	Niet Sluiten Kunstwerken	totaal
1	4.4	Kop afsluitdijk - Harlingen	2.6						2.6
2	2	Harlingen - Koehool	2.4				2.9	2.8	2.3
3	11.4	Koehool - Westhoek	3.5			4.5			3.5
4	19	Westhoek - Zwarte Haan	3.1						3.1
5	20.4	Zwarte Haan - Noorderleeg	3.1				8.4	3.9	3.1
6	34.2	Noorderleeg - Westholwerdepolder	3.7						3.7
7	39	Westholwerdepolder - Opdijk Oostholwerdepolder	3.7						3.7
8	44	Opdijk Oostholwerdepolder - 't Schoor	3.2						3.2
9	49.9	't Schoor - Paesens	3.2	2.9	4.6				2.8
10	58.4	Paesens - Lauwersoog	2.3						2.3
11	63	Ommelanderveedijk	2.7		3.5				2.7
12	55	Emmapolderdijk (west)	3.6						3.6
13	50	Emmapolderdijk (oost)	3.8			5.3			3.8
14	47	Eemshaven (west)	2.7						2.7
15	43	Eemshaven (oost)	3.6						3.6
16	35	Hoogwatum	3.9				4.7	3.5	3.4
17	27	Delfzijl	2.9						2.9
18	20	Dijk Zeehavenkanaal	3.0						3.0
19	15	Termunten	2.7						2.7
20	11	Dollardijk	3.2		5.1				3.2
21	0	Reiderwolderpolderdijk	2.1						2.1
22	30A	Kop afsluitdijk - Makkum	5.0	6.5	6.0				5.0
23	28D	Makkum - Workum	4.9				7.8	3.8	3.8
24	27A	Workum - Hinderloren	5.0			5.8			5.0
25	25C	Hinderloren - Stavoren	4.8				9.6	3.8	3.8
26	25A	Stavoren - Roode Klif	4.4						4.4
27	24C	Roode Klif - Mirnser Klif	5.0						5.0
28	24A	Mirnser Klif - Spitsbergen	4.9						4.9
29	23D	Hooge Grazen - Zandvoorderhoek	4.6						4.6
30	22C	Zandvoorderhoek - Margrietsluis	4.6						4.6
31	20A	Margrietsluis - Lemmer	4.0				7.0		4.0
		Ring	2.0	2.9	3.5	4.5	2.9	2.7	1.9

BIJLAGE C: Verschil in resultaat bij gebruik van model 98 en model 2000.

Gegevens gebaseerd op bestaande dijk, onzekerheden volgens Marsroute

Tabel C.1: Verschil in resultaat Overslag en Bekleding van model 98 en 2000 voor Centraal Holland (bestaande dijk, onzekerheden volgens Marsroute)

vak	locatie	Overslag/overloop			Bekleding	
		model 98	model 2000 - verweking	model 2000	model 98	model 2000
1	hmp 51	5.0	5.0	4.9	5.7	5.7
2	Bochtafsnijding de Es	5.1	5.1	5.1		
3	Honigerdijk	5.2	5.0	5.0		
4	Maasboulevard	4.8	4.4	4.0	12.0	12.0
5	Westzeedijk	4.7	4.8	4.8		
6	km 1002+800	4.4	4.4	4.4		
7	Hudsonstraat	4.8	4.8	4.8		
8	km 1006+600	4.7	4.7	4.7		
9	Havendijk	4.7	4.7	4.7		
10	Wilhelminahaven dp 3+50	5.0	5.0	5.0		
11	Wilhelminahaven dp 4+50	5.0	4.9	4.9		
12	dp 24+50	5.1	5.1	5.1		
13	dp 58	5.0	5.0	5.0		
14	Delflandsedijk hmp 11.2	5.3	5.1	5.1		
15	Delfland dp 122	5.5	5.5	5.5		
16	dp 147	5.2	4.9	4.9		
17	Nw Waterweg km 1026+800	4.5	4.5	4.1		
18	Nw Waterweg km 1027+900	4.4	4.4	4.0		
19	Nw Waterweg km 1029+300	4.6	4.6	4.3	5.7	5.7
20	Hy hmp 85	5.4	5.5	5.4		
21	Hy hmp 96.7	5.5	5.6	4.8		
22	Hy hmp 110	6.2	6.3	6.2		
23	Hy hmp 119.5	4.9	5.0	3.9		
24	Hy hmp 139	5.9	5.9	5.9		
25	Hy hmp 144	5.6	5.6	4.7	6.7	6.7
26	Hy hmp 158	5.2	5.2	4.6		
27	Hy hmp 173	5.4	5.4	4.7		
28	Hy hmp 188.3	5.5	5.6	5.6		
29	Hy hmp 198.3	5.8	5.8	5.8		
30	Hy hmp 210	5.6	5.7	5.6		

31	Hy hmp 222	5.6	5.6	5.5		
32	Hy dp 4 rijnland	5.0	5.1	4.5		
33	Hy dp 26+5 rijnland	5.0	5.1	4.7		
34	Spaarnedammerdijk					
35	Katwijk					
36	Duin 10807					
37	Duin 10958					
38	Duin 11109					
39	Duin 11469					
	Ring	4.3	4.3	3.7	5.6	5.6

Tabel C.2: Verschil in resultaat Overslag en Bekleding van model 98 en 2000 voor de Hoeksche Waard (bestaande dijk, onzekerheden volgens Marsroute)

vak	locatie	Overslag/Overloop			Bekleding	
		model 98	model 2000 -verweking	model 2000	model 98	model 2000
1	Spuidijk (west)	5.5	5.5	5.1		
2	Spuidijk (oost)	5.7	5.7	5.3		
3	Bossedijk (west)	6.9	7.0	7.0		
4	Bossedijk (oost)	4.7	4.7	4.2		
5	Buitendijk van het dorp	4.8	4.8	4.3		
6	Buitendijk v.d. Oud-Heinenoordse gorzen	5.2	5.2	4.7	5.9	6.1
7	Dijk van de oost- en west-zomerlanden	5.8	5.8	5.6		
8	Weverseinde	6.1	6.1	6.0		
9	Weverseinde / Gorretje	5.6	5.7	5.3		
10	Buitendijk van het nieuwendijk	5.1	5.1	4.7		
11	Mijldijk	4.7	4.7	4.1		
12	Dijk van de Kilpolder en Beversoord	5.0	5.2	5.1		
13	Dijk van de Mariapolder	5.4	5.6	5.5		
14	Dijk van de Mariapolder	4.9	4.9	4.5		
15	Dijk van de Hogezaandse polder	5.6	5.7	5.1	6.4	6.4
16	Dijk van de Hogezaandse polder	5.1	5.1	5.0		
17	Dijk van de Westerse polder (Oost)	4.5	4.6	3.8	6.0	6.0
18	Dijk van de Westerse polder (West)	4.8	4.8	4.4		
19	Buiten- en Nieuwendijk van de Eendragtspolder	5.0	5.0	4.5		
20	Buiten- en Nieuwendijk van de Eendragtspolder	5.7	5.7	4.9		
21	Buiten- en Nieuwendijk van de Eendragtspolder	5.4	5.5	4.5	6.6	6.6
22	West- of Hollaarsdijk	4.9	4.9	4.5	6.4	6.4
23	Molendijk	5.8	5.8	5.3		
24	Spuidijk van de Noordpolder van Goudswaard	5.4	5.4	5.0		
25	Spuidijk van de Noordpolder van Piershil	5.4	5.4	4.6		
26	Spuidijk van Klein-Piershil	5.2	5.3	4.4		
27	Spuidijk van Nieuw-Beijerland en Nieuw-Piershil	5.0	5.0	4.5		
28	Spuidijk van Nieuw-Beijerland en Nieuw-Piershil	5.6	5.6	4.9		
	Ring	4.5	4.5	3.7	5.8	5.9

Tabel C.3: Verschil in resultaat Overslag en Bekleding van model 98 en 2000 voor de Betuwe en TCW (bestaande dijk, onzekerheden volgens Marsroute)

vak	locatie	Overslag			Bekleding	
		model 98	model 2000 - verweking	model 2000	model 98	model 2000
1	Angeren	4.1	4.0	3.8		
2	Angeren	3.9	3.8	3.6		
3	Het Zand	4.3	4.2	4.0		
4	Huissen	4.0	3.9	3.6		
5	Ijsselkop	4.0	3.9	3.8		
6	Malbursedam	4.1	4.0	3.6		
7	Elden	4.5	4.4	4.2		
8	Driel	4.9	4.9	4.6		
9	Heteren-Lakemond	4.7	4.7	4.4		
10	Lakemond	4.7	4.7	4.3		
11	Opheusden	4.3	4.2	3.8		
12	Eck en Wiel	4.3	4.2	3.7		
13	Maurik	4.5	4.5	3.8		
14	Maurik-Rijswijk	4.3	4.3	3.6		
15	Ravenswaai	4.3	4.4	4.0		
16	Culemborg	3.8	3.7	3.5		
17	Millingen	4.4	4.3	4.1		
18	Doornenburg	3.9	3.9	3.5		
19	Hulhuizen	3.8	3.7	3.5		
20	Gendt	3.6	3.5	3.2		
21	Haalderen	3.2	3.2	2.7	4.5	4.5
22	Oosterhout	3.2	3.1	2.7		
23	Brug bij Ewijk	3.1	3.2	2.7		
24	Dodewaard	3.7	3.6	3.4		
25	Eldik	4.0	4.0	3.7		
26	Ochten	3.6	3.5	3.3		
27	Ijzendoorn	3.3	3.5	2.9		
28	Echteld	3.3	3.2	3.0		
29	A.R. kanaal, Tiel	3.3	3.2	3.0	15.4	15.4
30	Ophemertse dijk, Tiel	3.3	3.2	3.0		
31	Passewaaij	3.5	3.4	3.3		
32	Ophemert	3.5	3.5	3.3		
33	Varik	3.5	3.4	3.2		
34	Heeselt	3.8	3.8	3.4		
35	Opijnen	3.5	3.4	3.2		

36	Hellouw	3.6	3.5	3.3		
37	Vuren	3.7	3.7	3.5		
38	Dalem	3.7	3.7	3.5		
	Ring	3.1	3.1	2.6	4.5	4.5

Tabel C.4: Verschil in resultaat Overslag en Bekleding van model 98 en 2000 voor Groningen en Friesland (bestaande dijk, onzekerheden volgens Marsroute)

vak	locatie	Overslag/Overloop			Bekleding	
		model 98	model 2000 - verweking	model 2000	model 98	model 2000
1	Kop afsluitdijk - Harlingen	5.1	5.1	4.1		
2	Harlingen - Koehool	5.1	5.2	4.1		
3	Koehool - Westhoek	5.6	5.6	4.7	5.5	5.5
4	Westhoek - Zwarte Haan	5.2	5.3	4.3		
5	Zwarte Haan - Noorderleeg	5.1	5.2	4.3		
6	Noorderleeg - Westholwerdorpolder	5.4	5.4	4.7		
7	Westholwerdorpolder - Opdijk Oostholwerdorpolder	5.6	5.6	4.7		
8	Opdijk Oostholwerdorpolder - 't Schoor	5.1	5.1	4.2		
9	't Schoor - Paesens	5.0	5.0	4.2		
10	Paesens - Lauwersoog	4.5	4.6	3.5		
11	Ommelanderzeedijk	4.7	4.7	3.8		
12	Emmapolderdijk (west)	5.1	5.1	4.5		
13	Emmapolderdijk (oost)	5.2	5.2	4.7	6.8	6.8
14	Eemshaven (west)	4.5	4.5	3.6		
15	Eemshaven (oost)	5.1	5.1	4.4		
16	Hoogwatum	4.9	5.0	4.8		
17	Delfzijl	4.4	4.5	3.5		
18	Dijk Zeehavenkanaal	3.9	4.0	3.8		
19	Termunten	4.1	4.1	3.4		
20	Dollardijk	3.9	4.0	3.9		
21	Reiderwolderpolderdijk	3.7	3.7	3.0		
22	Kop afsluitdijk - Makkum	5.8	5.8	5.3		
23	Makkum - Workum	6.4	6.4	6.0		
24	Workum - Hinderlopen	7.1	7.1	6.3	6.5	6.5
25	Hinderlopen - Stavoren	7.0	7.1	6.1		
26	Stavoren - Roode Klif	6.8	6.8	5.6		
27	Roode Klif - Mirnser Klif	6.9	6.9	6.3		
28	Mirnser Klif - Spitsbergen	6.7	6.8	6.2		
29	Hooge Grazen - Zandvoorderhoek	6.2	6.2	5.7		
30	Zandvoorderhoek - Margrietsluis	4.8	4.9	4.8		
31	Margrietsluis - Lemmer	4.4	4.5	4.2		
	Ring	3.6	3.6	3.0	5.5	5.5

*BIJLAGE D: Gevoeligheidsstudie aantal dijkvakken in de Hoeksche waard**Tabel D.1: Gehele Dijkkring Hoeksche Waard, Model 98, onzekerheden volgens Marsroute*

vak	km	locatie	Overslag
1	0.1	Spuidijk (west) (WHW001TB)	4.89
2	0.4	Spuidijk (oost) (WHW004TD)	4.98
3	1.6	Bossedijk (west) (WHW016TD)	5.94
4	2.2	Bossedijk (oost) (WHW022TD)	4.45
5	3.2	Buitendijk van het dorp (WHW032TK)	4.31
6	4.3	Buitendijk van de Oud-Heinenoordse gorzen (WHW043TD)	4.54
7	4.6	Dijk van de oost- en west-zomerlanden (WHW046TD)	4.78
8	0.6	Spuidijk Oost (WHW008TD)	4.96
9	3.4	Buitendijk van het dorp en gorzen (WHW038TK)	5.15
10	6.3	Afsluitdijk in het Lorregat (WHW066TD)	4.36
11	6.9	Afsluitdijk in het Lorregat (WHW080TD)	4.11
12	8.0	Lorregat theoretisch profiel (WHW080TD)	4.16
13	2.4	Weverseinde (WHW124TD)	4.38
14	3.2	Weverseinde / Gorretje (WHW132TD)	3.98
15	4.0	Buitendijk van het nieuwendland (WHW140TD)	5.55
16	6.4	Mijldijk (WHW164TD)	4.88
17	0.5	Lorregat theoretisch profiel (WHW112TD)	4.65
18	1.1	Lorregat theoretisch profiel (WHW112TD)	4.71
19	1.5	Lorregat theoretisch profiel (WHW112TD)	4.65
20	2.0	Buitendijk van het Nieuwendland (WHW120TD)	4.66
21	2.2	Bossedijk (WHW122TD)	4.65
22	2.7	Mijldijk (WHW128TD)	4.68
23	3.0	Puttershoek (WHW130TD)	4.81
24	3.4	Puttershoek (geen golf)	4.56
25	3.8	Puttershoek (geengolf)	4.36
26	4.8	Dijk van Bevershoek (WHW148TD)	4.29
27	5.4	Dijk van Bevershoek (WHW154TD)	4.26
28	7.6	's Gravendeel (geengolf)	4.57
29	8.3	's-Gravendeel (WHW182TD)	5.09
30	8.5	's-Gravendeel (WHW186TD)	4.24
31	8.8	's-Gravendeel (WHW187TD)	4.08
32	9.3	's-Gravendeel (WHW193TD)	4.99
33	9.5	's-Gravendeel Noord (WHW193TD)	4.25
34	2.2	Dijk van de Kilpolder en Beversoord (WHW222TD)	4.17
35	6.2	Dijk van de Mariapolder (WHW262TD)	3.95
36	7.4	Dijk van de Mariapolder (WHW274TD)	3.59
37	0.1	's-Gravendeel zuid (WHW204TB)	4.76

38	1.1	Het Spui (WHW218TD)	4.95
39	1.8	De Wacht (WHW218TD)	5.02
40	2.8	Trekdammedijk (WHW228TD)	5.17
41	3.1	Trekdammedijk (WHW230TD)	4.16
42	3.4	Trekdammedijk (WHW240TD)	4.13
43	3.6	Trekdammedijk (WHW240TD)	3.99
44	4.0	Trekdammedijk (WHW240TD)	4.55
45	4.4	Trekdammedijk (WHW245TK)	3.93
46	4.9	Trekdammedijk (WHW250TB)	3.97
47	5.7	Dijk van de Kilpolder en Beversoord (WHW258TD)	4.29
48	6.6	Dijk van de Kilpolder en Beversoord (WHW270TD)	4.38
49	7.1	Dijk van de Kilpolder en Beversoord (WHW270TD)	4.15
50	7.7	Dijk van de Kilpolder en Beversoord (WHW278TD)	4.14
51	8.2	Dijk van de Kilpolder en Beversoord (WHW285TD)	4.41
52	8.9	Strijen (WHW288TD)	4.23
53	9.3	Dijk van de Strijensepolder (WHW293TK)	4.30
54	9.6	Buitendijk van het land van Esche (WHW300TK)	4.30
55	4.9	Dijk van de Hogeandse polder (minimaal profiel) (WHW349TD)	4.27
56	5.4	Dijk van de Hogeandse polder (kenmerkend profiel) (WHW354TD)	4.63
57	0.1	Buitendijk van het land van Esche (WHW300TK)	4.65
58	1.1	Dijk van Raepshille (WHW308TK)	4.37
59	1.8	Dijk van Raepshille (WHW320TK)	4.48
60	2.2	Dijk van Raepshille (WHW320TK)	4.28
61	2.7	Buttervlietpolder (WHW326TK)	4.38
62	2.9	Buttervlietpolder (WHW330TK)	4.49
63	3.1	Dijk van de Hogeandse polder (WHW331TK)	4.40
64	3.2	Dijk van de Hogeandse polder (WHW332TK)	4.54
65	3.4	Dijk van de Hogeandse polder (WHW334TK)	4.28
66	3.7	Dijk van de Hogeandse polder (WHW338TB)	4.33
67	4.1	Dijk van de Hogeandse polder (WHW340TD)	4.42
68	5.9	Dijk van de Hogeandse polder (WHW360TD)	4.21
69	6.4	Dijk van de Hogeandse polder (WHW360TD)	4.37
70	6.6	Schuringsehaven (WHW360TD)	4.15
71	6.9	Schuringsehaven (WHW348TK)	4.67
72	8.0	Dijk van de Torensteepolder (WHW376TK)	4.63
73	9.2	Dijk van de Torensteepolder (WHW376TK)	4.51
74	9.6	Dijk van de Torensteepolder (WHW376TK)	5.02
75	9.8	Fortdijk (WHW376TK)	4.48
76	0.8	Dijk van de Westerse polder (Oost) (WHW408TD)	4.52
77	3.3	Dijk van de Westerse polder (West) (WHW433TD)	4.41
78	6.8	Buiten- en Nieuwendijk van de Eendragtspolder (Hitsertse Kade)	5.46
79	1.1	Dijk van de Westerse polder (WHW410TD)	4.36
80	1.5	Terrein Rijkstramweghaven (geen golf)	4.61

81	2.1	Dijk van de westerpolder (WHW418TK)	5.48
82	4.3	Dijk van de westerpolder (WHW444TK)	4.78
83	4.6	Dijk van de westerpolder (WHW446TK)	4.56
84	5.3	Polder oosterse laagjes (WHW452TK)	4.24
85	6.1	Eendrachtspolder (WHW468TK)	4.37
86	8.5	Nieuwendijk van de Eendrachtspolder (WHW480TK)	4.40
87	2.0	Buiten- en Nieuwendijk van de Eendragtspolder (Jachthaven) (WHW520TD)	4.31
88	4.8	Buiten- en Nieuwendijk van de Eendragtspolder (WHW548TK)	4.56
89	5.9	West- of Hollaarsdijk (WHW559TK)	4.47
90	8.8	Molendijk (WHW588TD)	4.73
91	9.2	Spuidijk van de Noordpolder van Goudswaard (WHW592TD)	4.87
92	0.1	Nieuwendijk van de Eendrachtspolder (WHW514TK)	4.93
93	0.9	Nieuwendijk van de Eendrachtspolder (WHW514TK)	4.43
94	2.8	Nieuwendijk van de Eendrachtspolder (WHW529TK)	4.69
95	4.0	Nieuwendijk van de Eendrachtspolder (WHW544TK)	4.40
96	5.2	Oudedijk (WHW552TK)	4.53
97	6.8	West- of Hollaarsdijk (WHW566TD)	4.50
98	7.6	West- of Hollaarsdijk (WHW576TD)	4.79
99	7.8	Oudedijk (geengolf)	4.61
100	8.0	Dwarsdijk (WHW580TD)	4.66
101	8.2	Molendijk (WHW582TD)	4.43
102	8.5	Molendijk (WHW585TD)	4.41
103	9.6	Spuidijk van de noordpolder van Goudswaard (WHW592TD)	3.77
104	9.9	Spuidijk van de noordpolder van Goudswaard (WHW598TD)	4.37
105	0.8	Spuidijk van de Noordpolder van Piershil (WHW608TD)	4.56
106	2.4	Spuidijk van Klein-Piershil (WHW624TD)	4.67
107	3.6	Spuidijk van Nieuw-Beijerland en Nieuw-Piershil (WHW636TD)	4.40
108	6.7	Spuidijk van Nieuw-Beijerland en Nieuw-Piershil (WHW667TD)	4.32
109	0.0	Spuidijk van de noordpolder van Goudswaard (WHW600TD)	4.45
110	0.2	Spuidijk van de noordpolder van Goudswaard (WHW604TD)	4.42
111	0.5	Afsluitdijk van de voormalige haven van Piershil (WHW605TD)	4.57
112	1.7	Spuidijk van de noordpolder van Piershil (WHW618TD)	4.35
113	3.1	Spuidijk van Klein-Piershil (WHW624TD)	4.36
114	3.2	Spuidijk van Klein-Piershil (WHW632TD)	4.09
115	3.3	Vert. wand Nieuw-Beijerland (geen golf)	4.09
116	4.3	Spuidijk Nieuw-beyerland en Nieuw-Piershil (WHW645TD)	4.42
117	5.1	Spuidijk Nieuw-beyerland en Nieuw-Piershil (WHW652TD)	4.50
118	5.6	Spuidijk Nieuw-beyerland en Nieuw-Piershil (WHW658TD)	4.63
119	6.0	Spuidijk Nieuw-beyerland en Nieuw-Piershil (WHW661TD)	4.77
120	6.2	Spuidijk Nieuw-beyerland en Nieuw-Piershil (WHW662TD)	4.97
121	7.2	Brakelsveer (geen golf)	4.95
122	8.2	Brakesveer (geen golf)	4.82
123	8.4	Spuidijk Nieuw-beyerland en Nieuw-Piershil (WHW684TD)	4.66

124	8.7	Spuidijk Nieuw-beyerland en Nieuw-Piershil (geen golf)	4.69
125	9.3	Spuidijk Nieuw-beyerland en Nieuw-Piershil (geen golf)	4.69
126	9.4	Spuidijk Nieuw-beyerland en Nieuw-Piershil (WHW693TD)	4.70
		Ring	4.25

BIJLAGE E: Gevoeligheidsstudie maatgevend afvoer in de Betuwe en TCW

Tabel E.1: Betuwe en TCW (Model 98, onzekerheden volgens Marsroute, met $Q = 16000 \text{ m}^3/\text{s}$)

vak	hmp	locatie	Overslag	Afschuiving	Piping	Bekleding	Piping Kunstwerken	Niet Sluiten Kunstwerken	totaal
1	33o	Angeren	3.8						3.8
2	63o	Angeren	3.6						3.6
3	76o	Het Zand	4.0						4.0
4	93o	Huissen	3.7						3.7
5	114o	IJsselkop	3.8						3.8
6	148o	Malbursedam	3.8						3.8
7	181o	Elden	4.2	4.6					4.2
8	219o	Driel	4.6						4.6
9	302o	Heteren-Lakemond	4.4				4.4	4.3	4.1
10	0n	Lakemond	4.5		4.1				4.1
11	33n	Opheusden	4.0		5.4				4.0
12	169n	Eck en Wiel	4.0	4.5	5.0				4.0
13	197n	Maurik	4.2						4.2
14	224n	Maurik-Rijswijk	4.0	4.7					4.0
15	281n	Ravenswaai	4.2						4.2
16	29	Culemborg	3.5						3.5
17	68	Millingen	4.1	4.6					4.1
18	6o	Doornenburg	3.7						3.7
19	22o	Hulhuizen	3.6						3.6
20	35o	Gendt	3.3						3.3
21	90o	Haalderen	2.9	4.3		4.2			2.9
22	178o	Oosterhout	2.9						2.9
23	203o	Brug bij Ewijk	2.8						2.8
24	26n	Dodewaard	3.4	4.1					3.4
25	80n	Eldik	3.7						3.7
26	112n	Ochten	3.3		4.9				3.3
27	125n	Ijzendoorn	3.0						3.0
28	176n	Echteld	3.0						3.0
29	209n	A.R. kanaal, Tiel	3.0			15.3	6.1	4.8	3.0
30	2	Ophemertse dijk, Tiel	3.0				6.2		3.0
31	26	Passewaaij	3.2				2.7		2.7
32	61	Ophemert	3.3						3.3
33	77	Varik	3.2						3.2
34	129	Heeselt	3.5						3.5

35	167	Opijnen	3.2	4.7					3.2
36	36	Hellouw	3.3		3.9				3.3
37	358	Vuren	3.4						3.4
38	411	Dalem	3.4						3.4
		Ring	2.8	4.0	3.8	4.2	2.7	4.2	2.6

