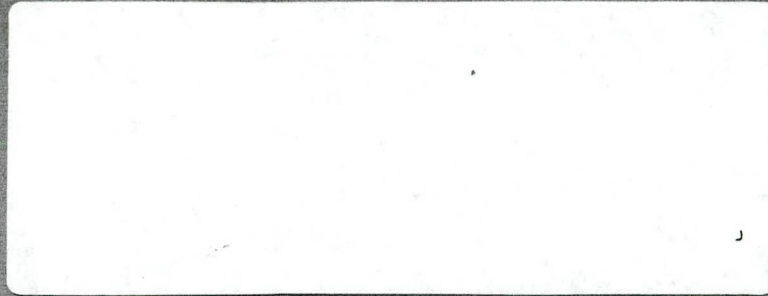


DI: 31702

oranjewoud

bx

88057



3560

Rijkswaterstaat
directie IJsselmeergebied
bibliotheek
postbus 600
8200 AP Lelystad

Toetsing bijzondere locaties en overige dijkvakken (deelovereenkomstnr. IJD-2392-29)

Bijzondere locatie Schokkerhaven:

Toetsrapport

projectnr. 113453-10
revisie 03
oktober 2002

Opdrachtgever

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Directie IJsselmeergebied
Bouwbureau Dijkversterkingen
Postbus 600
8200 AP LELYSTAD

datum vrijgave
18 oktober 2002

beschrijving revisie 03
Toetsrapport definitief

goedkeuring
C. Kruyt

vrijgave
H. de Ridder



Inhoud

Blz.

1	Inleiding	3
1.1	Aanleiding en doelstelling	3
1.2	Definiëring	3
1.3	Uitgangspunten	5
1.4	Leeswijzer	5
2	Uitgangspunten en projectgegevens	6
2.1	Uitgangspunten	6
2.2	Geometrie	6
2.3	Indeling in vakken	7
2.4	Grondopbouw	7
2.4.1	<i>Grondonderzoek</i>	7
2.4.2	<i>Beschrijving grondopbouw</i>	8
2.5	Waterstanden en stijghoogten	8
2.5.1	<i>Toetspeil</i>	8
2.5.2	<i>Polderpeil</i>	8
2.5.3	<i>Stijghoogte watervoerende zandlaag</i>	8
3	Hoogtetoets (HT)	9
3.1	Inleiding	9
3.2	Invoer	9
3.3	Resultaten en toets kruinhoogte	11
3.4	Erosie en lokaal afschuiven kruin en binnentalud	12
3.4.1	<i>Erosie</i>	12
3.4.2	<i>Lokale afschuiving</i>	13
3.5	Conclusies met betrekking tot de kruinhoogte	14
4	Taludbekleding (BK)	17
4.1	Inleiding	17
4.2	Steenzettingen	18
4.2.1	<i>Situatie</i>	18
4.2.2	<i>Methode</i>	19
4.2.3	<i>Toetsresultaten</i>	20
4.3	Grasbekledingen	21
4.3.1	<i>Situatie</i>	21
4.3.2	<i>Methode</i>	23
4.3.3	<i>Toetsresultaten</i>	26
4.4	Bekledingsgerelateerde niet-waterkerende objecten	27
5	Stabiliteit	31
5.1	Inleiding	31
5.2	Piping (STP)	31
5.3	Macrostabiliteit buitenwaarts (STV)	32
5.3.1	<i>Algemeen</i>	32
5.3.2	<i>Zettingsvloeiing (ZV) en afschuiving voorland (AF)</i>	32
5.4	Macrostabiliteit binnenwaarts (STM)	33
5.5	Microstabiliteit (STU)	33
5.6	Resumé	34

6	Buitendijks gebied	35
6.1	Inleiding	35
6.2	Beoordeling buitendijks gebied als onderdeel van de waterkering	35
6.2.1	<i>Beoordeling</i>	35
6.2.2	<i>Richtlijnen voor beheer</i>	37
6.3	Beoordeling buitendijks gebied met behulp van het afslagprofiel	37
6.3.1	<i>Beoordeling</i>	37
6.3.2	<i>Richtlijnen voor beheer</i>	38
6.4	Beoordeling indien het buitendijks gebied niet in rekening wordt gebracht	38
6.4.1	<i>Beoordeling</i>	38
6.4.2	<i>Richtlijnen voor beheer</i>	39
7	Niet waterkerende objecten	40
7.1	Inleiding en methodiek	40
7.2	Inventarisatie	40
7.3	Eerste selectie	41
7.4	Tweede selectie	42
7.5	Toets niet waterkerende objecten	43
7.5.1	<i>Buitendijks gebied</i>	43
7.6	Kabels en leidingen	45
8	Samenvatting resultaten toets	46

Literatuur

Bijlagen

1. Resultaten grondonderzoek Schokkerhaven
2. Resultaten Hydra-M berekeningen: toetspeil
3. Resultaten Hydra-M berekeningen: kruinhoogte
4. Resultaten bekledingsonderzoek
 - a Resultaten Hydra-Q berekeningen
 - b Resultaten steentoets
 - c Resultaten grastoets
5. Inspectierapport waterkerende kunstwerken
6. Selectie Niet Waterkerende Objecten (NWO)
7. Toetsing Kabels en Leidingen

Tekeningen

- | | |
|-------------------------------------|--|
| 113453.10-S-1
(RDIJ-DV20020684) | Situatietekening met hoogtematen, vloer- en kelderniveaus en
locatie profielen (schaal 1:1.000) |
| 113453.10-DP-1
(RDIJ-DV20020685) | Dwarsprofielen (schaal 1:100) |

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doelstelling

In het kader van de overdracht van beheer van de dijken rond de IJsselmeerpolders dienen acht locaties getoetst te worden volgens de Leidraad Toetsen op Veiligheid 1999 (LTV99). Het betreft 6 bijzondere locaties Lemmer, Urk, Schokkerhaven, Ketelhaven, Lelystad en Blocq van Kuffeler en de twee dijkvakken Blocq van Kuffeler – Nijkerkersluis en Zwartemeerdijk.

Dit document betreft de toetsrapportage van de bijzondere locatie Schokkerhaven.

De toetsing bestaat uit het uitvoeren van en het rapporteren over de toetsing op veiligheid, inclusief gegevensverzameling, veld-, grond- en laboratoriumonderzoek, volgens de Leidraad Toetsen op Veiligheid 1999 (LTV99). Het betreft de globale en gedetailleerde toets voor dijken, waterkerende kunstwerken en niet-waterkerende objecten; de diepgang van de toets is verderop in dit rapport exact omschreven.

De toetsing is uitgevoerd door de 'Combinatie Arcadis, Grontmij en DHV' in opdracht van Rijkswaterstaat, directie IJsselmeergebied, Bouwbureau Dijkversterkingen.

Specifiek zijn de volgende werkzaamheden verricht:

- door Ingenieursbureau 'Oranjewoud' BV: Landmeetkundige werkzaamheden, bouwkundige inspecties, toetsen van stabiliteit, waterkerende kunstwerken en niet waterkerende objecten
- door Arcadis BV: Toetsen kruinhoogte
- door Haskoning Nederland BV: Toetsen van de taludbekledingen
- door Fugro Ingenieursbureau BV: Veld-, grond- en laboratoriumonderzoek
- door Deep BV: Hydrografische werkzaamheden
- door Hakkers BV: Opbreken van de taludbekledingen

1.2 Definiëring

De bijzonder locatie Schokkerhaven is gelegen in de Noordoostpolder en maakt onderdeel uit van dijkkringgebied 7. De waterkering is, conform de wet op de waterkering, een primaire waterkering van de Noordoostpolder en ligt tussen kilometer 37,50 en 38,40.

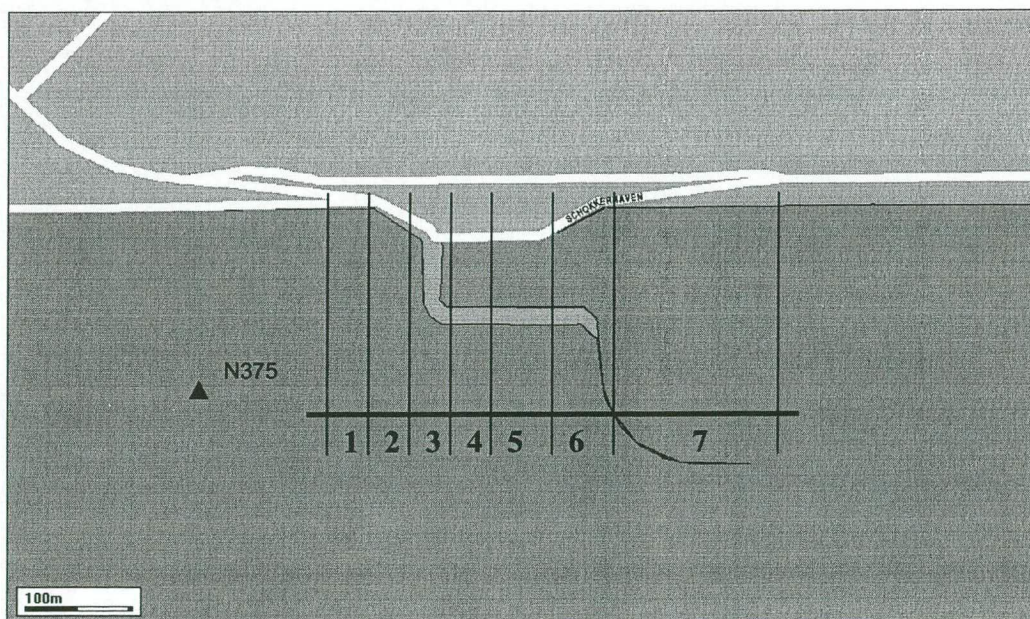
Een indeling in vakken is gemaakt volgens tabel 1 en is gebaseerd op het Plan van Aanpak [Arcadis,2001].

Tabel 1.1: Vakindeling Schokkerhaven

Vaknr.	Km-km	Omschrijving	Opmerking
1*	37,50-37,56	Dijklichaam	Dijklichaam in 2000 getoetst
2*	37,56-37,66	Dijklichaam met bebouwd hoog buitendijks gebied	Dijklichaam in 2000 getoetst
3*	37,66-37,71	Dijklichaam met bebouwd hoog buitendijks gebied	
4*	37,71-37,76	Dijklichaam met bebouwd hoog buitendijks gebied	
5*	37,76-37,86	Dijklichaam met bebouwd hoog buitendijks gebied en kade	
6*	37,86-38,02	Dijklichaam met bebouwd hoog buitendijks gebied	
7*	38,02-38,40	Dijklichaam	

*Voor de ligging van de vakken wordt verwezen naar tekening blad 04 in genoemd Plan van aanpak [Arcadis, 2001].

Figuur 1: situatietekening van locatie Schokkerhaven met de vakindeling en de ligging van het uitvoerpunt voor Hydra-M.



1.3 Uitgangspunten

Als algemene uitgangspunten voor de toetsing bijzondere locatie Schokkerhaven gelden de volgende documenten:

- Raamovereenkomst IJD-2392.
- Deelovereenkomst IJD2392-29
- Plan van aanpak voor het uitvoeren van een toetsing LTV99 voor bijzondere locaties en overige dijkvakken', met kenmerk 110303/OA1/3A5/000144/as, opgesteld door ARCADIS i.o.v. Bouwbureau Dijkversterkingen, d.d. 5 november 2001.

Inhoudelijke uitgangspunten zijn in paragraaf 2.1 benoemd.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn de specifieke uitgangspunten en projectgegevens weergegeven. In hoofdstuk 3 t/m 5 zijn achtereenvolgens de toetsen van de hoogte, taludbekleding en stabiliteit gerapporteerd.

In hoofdstuk 6 wordt de beoordeling van het buitendijkse gebied beschreven, waarna in hoofdstuk 7 de niet waterkerende objecten worden getoetst.

In hoofdstuk 8 is een tabel weergegeven waarin de resultaten zijn samengevat.

Bij het opstellen van de rapportage is er van uitgegaan dat de inhoud van de LTV99 bekend is bij de lezer. Tevens wordt enige kennis over de gebruikte programmatuur, zoals Hydra-M, Hydra-Q en steentoets bekend verondersteld.

2 Uitgangspunten en projectgegevens

2.1 Uitgangspunten

In de toetsing zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Leidraad toetsen op Veiligheid (LTV99)
- Offerteaanvraag en offerte
- Plan van Aanpak (Arcadis)

De toetsing omvat een globale toetsing en een gedetailleerde toetsing, uitgaande van de LTV99. In de offerteaanvraag (Rijkswaterstaat, Directie IJsselmeergebied- Bouwbureau Dijkversterking, brief met kenmerk DV013445 van 17 december 2001) en de offerte (Arcadis, brief met kenmerk 110303/OF2/OI3/ooo144/AM van 5 maart 2002) is in detail vermeld welke werkzaamheden zijn gedaan en bij de bespreking van de werkzaamheden en resultaten verderop in dit rapport is dit per onderdeel aangegeven.

2.2 Geometrie

Door Oranjewoud zijn twee dwarsprofielen ingemeten. Tevens is een veldinventarisatie uitgevoerd en is de hoogteligging van de bebouwing ingemeten. Deze gegevens zijn op de volgende tekeningen weergegeven:

- Tekening 113453.10 DP-1(RDIJ-DV20020685):
 - 2 dwarsprofielen, DP-1 en DP-2
- Tekening 113453.10-S-1 (RDIJ-DV20020684):
 - overzicht ligging dwarsprofielen
 - maaiveldhoogten
 - drempel-/kruipruimteniveaus van bebouwing
 - locatie foto met nummer

2.3 Indeling in vakken

In het Plan van Aanpak [Arcadis, 2001] is het traject ingedeeld in 7 vakken. De indeling is gedaan op basis van de kenmerken van de dijk, voorland en aanwezige waterkerende kunstwerken. In onderstaande tabel is de indeling weergegeven. In de tabel is tevens de ligging van de profielen weergegeven.

Tabel 2.1: Ligging profielen

Vak-nr.	Km-km	Omschrijving	Type	Opmerking
1	37,50-37,56	Dijklichaam	Dijk	Verbeteringen voorzien, resultaten uit eerdere toetsing overgenomen
2	37,56-37,66	Dijklichaam met bebouwd hoog buitendijks gebied	Dijk niet waterkerende objecten: bebouwing	Verbeteringen voorzien, resultaten uit eerdere toetsing overgenomen
3	37,66-37,71	Dijklichaam met bebouwd hoog buitendijks gebied	Dijk niet waterkerende objecten: bebouwing	
4	37,71-37,76	Dijklichaam met bebouwd hoog buitendijks gebied	Dijk niet waterkerende objecten: bebouwing	
5	37,76-37,86	Dijklichaam met bebouwd hoog buitendijks gebied en kade	Dijk niet waterkerende objecten: bebouwing	DP 1 (37,8)
6	37,86-38,02	Dijklichaam met bebouwd hoog buitendijks gebied	Dijk niet waterkerende objecten: bebouwing	
7	38,02-38,40	Dijklichaam	Dijk	DP 2 (38,2)

De dijken in de vakken 1 en 2 zijn reeds getoetst in het rapport van INFRAM 2000. De resultaten van dit onderzoek worden, waar dit mogelijk is, als uitgangspunten gebruikt voor het onderzoek naar de dijkvakken 2 tot en met 7. De niet waterkerende objecten en het voorland dat in deze trajecten voorkomt worden apart getoetst.

2.4 Grondopbouw

2.4.1 Grondonderzoek

Informatie over de bodemopbouw is verkregen uit de volgende bronnen:

- a) Aangeleverd door Arcadis:
 - Taludboringen 1a tot en met 16d [Arcadis]
 - Handboringen tot 4 m – maaiveld: B01 tot en met B12 [INFRAM]
- b) Aangeleverd door Rijkswaterstaat:
 - Onderwaterboring
 - Lodingen van de bodem van het IJsselmeergebied, Zuidermeerdijk – kaart 1 van 2

- c) Aangeleverd door Fugro:
 - Sonderingen met plaatselijke kleefmeting: DKM 5 tot en met DKM 8
- d) Grondonderzoek INFRAM 2000

2.4.2 Beschrijving grondopbouw

In hoofdlijnen kan de bodemopbouw als volgt worden beschreven.

Beneden NAP – 9,50 à –12 m bevindt zich het eerste watervoerende pakket, een pleistocene zandlaag. De holocene afzettingen daarboven bestaan voornamelijk uit slibhoudend zand met veen en/of kleilagen. Op circa NAP – 9 à –10 m bevindt zich een overwegend dunne, cohesieve laag.

Bij de aanleg van de dijken is de samendrukbare laag gedeeltelijk weggebaggerd en vervangen door zand. Hierbij is een holocene laag van ongeveer 1 m dikte achtergebleven. Er mag bij deze toetsing van uitgegaan worden dat dit voor de bijzondere locatie Schokkerhaven ook geldt. De sonderingen en boringen geven aan dat het dijklichaam voornamelijk uit zand bestaat, in het algemeen zeer gelaagd en siltig.

Over de principe opbouw van de dijk in dit traject is eveneens geen informatie bekend. Uit de boringen en sonderingen blijkt dat er een keileemkade of afdeklaag van klei is aangebracht, van ongeveer 1,2m dik.

2.5 Waterstanden en stijghoogten

2.5.1 Toetspeil

Het toetspeil is met Hydra-M berekend. Voor de ontwerpwaterstand geldt een waarde van NAP + 2,65 m. In hoofdstuk 3 wordt hier verder op ingegaan. De Hydra-M berekeningen zijn opgenomen in Bijlage 2 en 3.

2.5.2 Polderpeil

Uit informatie van het Waterschap blijkt dat het polderpeil NAP –5,25 m is.

2.5.3 Stijghoogte watervoerende zandlaag

Tussen de eerste watervoerende zandlaag en de hoger gelegen zandlagen en het oppervlaktewater treedt niet of nauwelijks een grondwaterstroming op. De stijghoogten in de eerste watervoerende zandlaag zijn verkregen uit de Geohydrologische Atlas voor het IJsselmeergebied (RGD, 1991). Volgens INFRAM 2000 kunnen de waarden volgens de atlas beschouwd worden als veilige waarden voor dit gebied. Ter hoogte van Schokkerhaven wordt een waarde van NAP –4,8 m gehanteerd.

3 Hoogtetoets (HT)

3.1 Inleiding

De eenvoudige toets van de kruinhoogte volgens de LTV wordt niet gevolgd. Er wordt direct een gedetailleerde toets uitgevoerd, waarbij de benodigde kruinhoogte berekend wordt met het computerprogramma Hydra-M, versie 1.00. Bij een overslagdebiet $> 0,1$ l/m/s is een vervolgttoetsing nodig van het binnentalud.

In paragraaf 3.2 wordt de invoer besproken, in paragraaf 3.3 de resultaten en de hoogtetoets. In paragraaf 3.4 staat de toetsing van het binnentalud. Tenslotte worden de conclusies getrokken in paragraaf 3.5.

3.2 Invoer

varianten

Er wordt een aantal varianten berekend:

Indien een dam aanwezig is, wordt zowel met als zonder dam gerekend.

Indien een hoog buitendijks gebied aanwezig is, dan worden 3 varianten berekend:

- met het aanwezige buitendijkse gebied
- zonder het aanwezige buitendijkse gebied, waarbij een fictief ondertalud met een helling van 1:2 wordt toegepast, aansluitend aan de buitenteen; hierbij wordt voorlopig een ruwheidsfactor van 1,0 gekozen om de berekeningen te kunnen uitvoeren: bij het verder uitwerken van deze oplossing indien van toepassing, kan een ruwheid gekozen worden die in overeenstemming is met de uit te werken oplossing;
- met een afslagprofiel dat de volgende afmetingen en ruwheid heeft:
 - vanaf de buitenteen een helling van 1:20 tot een niveau van 1 m beneden het toetspeil
 - vanaf dat punt een helling van 1:8 naar de bodem
 - de ruwheidsfactor is gelijk aan 1,0 gekozen; eventueel kan dit verder worden uitgewerkt

afslagprofiel

Het afslagprofiel wordt in het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies [TAW, 2001] verder toegelicht. Het tweede deel van het afslagprofiel met een helling van 1:8 heeft volgens de standaardregels van het afslagprofiel een helling van 1:12,5. In verband met de beperkingen van Hydra-M wordt echter een helling van 1:8 gekozen.

buitendijks gebied

Alle varianten met buitendijks gebied worden in Hydra-M als 'berm' geschematiseerd, omdat de voorland module van Hydra-M bedoeld is voor een onder water liggend, oplopend voorland en niet voor de situatie met een hoog buitendijks terrein.

havendam

De invloed van de havendam wordt in rekening gebracht door de havendam als zodanig in Hydra-M in te voeren, met de volgende karakteristieken:

- type havendam 3 (havendam met taluds)
- hoogte havendam volgens [WL, 2002], namelijk NAP + 3,14 m: de maatgevende golfrichting is westelijk; het noord-zuid deel van de havendam moet dan in rekening worden gebracht

ruwheid van het talud

De ruwheid van het talud is als volgt geschematiseerd:

- boventalud, met een grasbekleding: ruwheidsfactor 0,9
- berm met steenzetting: ruwheidsfactor 0,85
- stortberm: ruwheidsfactor 0,55
- ondertalud met bestorting: ruwheidsfactor 0,55
- ondertalud zonder bestorting: ruwheidsfactor 1,0
- fictief ondertalud in de variant 'zonder buitendijks gebied': ruwheidsfactor 1,0
- afslagprofiel: ruwheidsfactor 1,0

overslagcriteria

De vereiste kruinhoogte is berekend bij een overslagcriterium van 1 l/s/m en mede in verband met de toets van de bekleding tevens bij een overslagcriterium van 0,1 l/s/m.

minimum waakhogte en toeslag

De bestaande kruinhoogte wordt niet direct getoetst aan de resultaten van de Hydra-M berekeningen, er gelden nog twee aanvullende voorwaarden:

- de kruinhoogte moet minimaal gelijk zijn aan toetspeil + 0,50 m;
- er wordt een toeslag van 0,1 m in verband met waterstandoscillaties in rekening gebracht.

De minimum kruinhoogte is daarom:

$$\text{toetspeil} + 0,50 + 0,10 = \text{NAP} + 2,65 + 0,50 + 0,10 = \text{NAP} + 3,25 \text{ m.}$$

Daarnaast wordt nog rekening gehouden met een daling van de kruin van 0,05 m ten gevolge van zetting.

Indeling in trajecten

Op basis van de geometrie is het traject in 2 deeltrajecten ingedeeld. Het eerste traject betreft het deel met - het tweede zonder hooggelegen buitendijks gebied. De overgang is gelegd op het punt waar de breedte van het buitendijkse gebied begint af te nemen. In onderstaande tabel is de indeling gegeven. Het eerste deel van het traject is in 2000 al getoetst en wordt verder niet meer beschouwd.

Tabel 3.1: Indeling trajecten

km – km	vak	profiel	korte beschrijving
37.50-37.66	1, 2	getoetst in 2000 [Infram, 2000]	
37.66-37.92	3, 4, 5, 6 (deels)	1	dijk met hooggelegen buitendijks gebied
37.92-38.4	6 (deels), 7	2	normaal dijkprofiel

3.3 Resultaten en toets kruinhoogte

In onderstaande tabel zijn de resultaten van de Hydra-M berekeningen – dat wil zeggen nog zonder rekening te houden met de minimum waakhogte en de toeslag voor waterstandsoscillaties – gegeven.

Tabel 3.2: Resultaten Hydra-M berekeningen

Profiel	overslagcriterium [l/s/m]	Resultaat Hydra-M [m+NAP]		profieltype
		met dam	zonder dam	
1	0.1	2.82	2.82	met buitendijks gebied
	0.1	3.45	6.78	zonder buitendijks gebied
	0.1	3.35	--	afslag
	1	2.71	2.71	met buitendijks gebied
	1	3.14	5.66	zonder buitendijks gebied
	1	3.08	--	afslag
2	0.1	3.39	4.68	
	1	3.10	4.09	

Opgemerkt wordt dat het buitendijks gebied bij de buitenteen van de dijk circa 0,50 m beneden het toetspeil ligt. Indien golven van enige omvang voorkomen mag het afslagprofiel daarom niet worden toegepast. In de situatie zonder dam komen nog aanzienlijke golven voor. Voor die situatie wordt het afslagprofiel daarom niet toegepast.

In de situatie met dam worden de golven echter grotendeels door de dam afgeschermd van het gebied. Bovendien is de maatgevende windrichting min of meer evenwijdig aan de dijk blijkens de Hydra-M resultaten. Gesteld kan worden dat niet een zodanige erosie bij de buitenteen van de dijk zal optreden in de situatie met dam dat de standzekerheid van de dijk daardoor in het gevaar zou komen.

In de situatie met dam mag het afslagprofiel daarom wel worden toegepast.

In de volgende tabel zijn de vereiste kruinhoogten gegeven, rekening houdend met de minimum waakhogte van 0,50 m, de toeslag van 0,1 m voor waterstandsoscillaties en de marge van 0,05 m voor zetting. Tevens zijn de aanwezige kruinhoogten gegeven. De varianten die niet voldoen zijn grijs gemarkeerd.

Tabel 3.3: Vereiste kruinhoogten

Profiel	Overslagcriterium [l/s/m]	benodigde kruinhoogte [m+NAP]		profieltype	aanwezige kruinhoogte [m+NAP]	
		met dam	zonder dam		minimum	gemiddeld
1	0.1	3.25	3.25	met buitendijks gebied	3.42	3.65
	0.1	3.55	4.97	zonder buitendijks gebied		
	0.1	3.45	--	afslag		
	1	3.25	3.25	met buitendijks gebied		
	1	3.25	5.76	zonder buitendijks gebied		
	1	3.25	--	afslag		
2	0.1	3.49	4.39		3.31	3.5
	1	3.25	3.93			

De conclusies met betrekking tot de kruinhoogte worden in paragraaf 3.5 gegeven.

3.4 Erosie en lokaal afschuiven kruin en binnentalud

Bij de toetsing van de bekleding van kruin en binnentalud wordt de LTV99 gevolgd; als hiervan wordt afgeweken wordt dit aangegeven. De bekleding hoeft alleen te worden getoetst als het overslagdebiet, oftewel het oploopdebiet ter plaatse van de buitenkruinlijn, groter is dan 0,1 l/m/s. De gearceerde vakken uit Tabel 3.3 geven aan voor welke gevallen het overslagdebiet groter is dan 0,1 l/m/s.

Overal op de kruin en het binnentalud is gras aanwezig. Van km 37,50 tot km 37,56 is behalve gras ook een klinkerweg op de kruin aanwezig. Dit valt echter onder vak 1 dat in 2000 al is getoetst [Infram, 2000].

In het vak Schokkerhaven moet voor de volgende vijf gevallen het binnentalud worden getoetst:

- km 37,66 – 37,92 (profiel 1) zonder buitendijks gebied met dam en zonder dam;
- km 37,66 – 37,92 (profiel 1) met afslagprofiel met dam
- km 37,92 – 38,4 (profiel 2) met dam en zonder dam

Conform Katern 8 van de LTV wordt getoetst op twee beoordelingssporen: erosie en lokaal afschuiven.

3.4.1 Erosie

Toetsing op erosie van het binnentalud verloopt op dezelfde manier als de grastoets voor erosie onder golfoploop op het buitentalud (behandeld in paragraaf 4.3). Daarbij wordt gerekend met het belastingniveau ter plaatse van de minimum aanwezige kruinhoogte van het te toetsen traject (zie Tabel 3.3).

In het kort wordt hier alvast de belangrijkste afwijking ten opzichte van LTV99 behandeld: de manier waarop wordt omgegaan met het zandgehalte. In dit project wordt ten eerste een rekenscore bepaald ('goed', 'voldoende' of 'onvoldoende') op basis van de aanwezige en de toelaatbare belastingduur (stap 6c uit LTV99). Vervolgens wordt gecontroleerd of t.a.v. graskwaliteit en zandgehalte wordt voldaan aan de toepassingsvoorwaarde van de rekenregels. Als dat het geval is, geldt de rekenscore als eindscore; zo niet, dan is de eindscore 'onvoldoende'.

Het Toetspeil, H_s en T_p zijn bepaald met Hydra_M. De helling van het buitentalud moet worden bepaald als in paragraaf 4.3.2: normaal gesproken is dit de helling tussen $SWL-1,5 \times H_s$ en $SWL+1,5 \times H_s$, maar daarbij wordt rekening gehouden met teen, berm en kruin. De helling van het buitentalud, en niet die van het binnentalud, moet worden genomen omdat deze helling gebruikt wordt om een belastingparameter, de rekensnelheid van het water, te bepalen. Deze is afhankelijk van de helling van het buitentalud.

Ten aanzien van de sterkte van de grasbekleding zijn de kwaliteit van de grasmat en de erosiebestendigheid van de kleilaag van belang.

De graskwaliteit volgt uit het beheertype. Het gras bij Schokkerhaven wordt gebruikt als schapenwei en dat duidt op beheertype B: graskwaliteit matig.

Het zandgehalte is bepaald met boringen en laboratoriumonderzoek; de resultaten daarvan staan in Bijlage 1. Voor het binnentalud van de gehele locatie Schokkerhaven geldt boring HB21. Het zandgehalte is 74,4%. De bijbehorende kleikwaliteit is c3.

Tabel 3.4. Toetsscores Erosie door golfoverslag

km-km	dam	profieltype	rekenscore erosie	zand-gehalte	kleikwaliteit	eindscore erosie
37,66–37,92 (profiel 1)	nee	zonder bu.dijks	o	74%	c3	o
	ja	gebied	g			o
	ja	afslagprofiel	g!			g
37,92–38,40 (profiel 2)	nee	nvt	o			o
	ja		g			o

opmerking: g! betekent score 'goed' want belasting < 0,1 l/m/s

Opgemerkt wordt, dat voor het oplooppniveau in de toetsberekeningen gebruik is gemaakt van de waarde die rechtstreeks uit de Hydra_M-berekeningen volgt (conform Tabel 3.2), dus zonder rekening te houden met de toeslag van 0,1 m die wel in Tabel 3.3 is verwerkt. Het is daardoor mogelijk dat het overslagdebiet volgens Tabel 3.3 groter is dan 0,1 l/m/s, maar dat in de grastoetsing wordt geconcludeerd dat de score direct 'goed' is omdat het overslagdebiet juist kleiner is dan 0,1 l/m/s.

Voor profiel 1 met afslagprofiel en met dam wordt de eindscore 'goed', omdat de belasting in dat geval zo laag is dat de score 'goed' onafhankelijk van het zandgehalte kan worden gegeven. Voor alle andere getoetste profielen wordt de eindscore 'onvoldoende', deels al door de rekenscore, deels door het hoge zandgehalte.

Ter informatie: Als de kwaliteit van de graszode verbetert tot 'goed' dan zou voor profiel 2 zonder dam de rekenscore verbeteren tot 'goed'. De eindscore blijft ook dan 'onvoldoende'. Voor profiel 1 zonder dam is de rekenscore 'onvoldoende' onafhankelijk van de graskwaliteit.

3.4.2 Lokale afschuiving

Deze toetsing is alleen van belang voor het binnentalud, dus niet voor de kruin. Het resultaat van de toetsing op lokale afschuiving wordt bepaald door de taludhelling van het binnentalud en de erosiebestendigheid van de klei, volgens Tabel K8-4.7.5.1. Als het overslagdebiet groter is dan 0,1 l/m/s is het resultaat onafhankelijk van de hydraulische randvoorwaarden; het profieltype heeft dan ook verder geen invloed op de score.

Zoals behandeld in § 3.4.1 is het zandgehalte 74,4 % en de kleikwaliteit c3. Dat houdt in dat maximaal een score 'voldoende' kan worden gehaald, namelijk als het binnentalud flauwer is dan 1:4.

De taludhelling van het binnentalud (bovenin het talud) bedraagt 1:2,8 voor profiel 1 en 1:2,4 voor profiel 2. De score volgens de LTV op dit spoor is daarmee 'onvoldoende' voor het hele traject.

Deze rekenscore 'onvoldoende' dient nadrukkelijk genuanceerd te worden, omdat de methode van LTV99 zeer conservatief is (zoals ook in de LTV zelf wordt aangegeven). Op dit spoor wordt daarom, in afwijking van de LTV, een eindscore 'twijfelachtig' gegeven. Een methode voor nadere toetsing zal naar verwachting worden opgenomen in de nieuwe versie van de LTV, die onder constructie is.

Tabel 3.5: Toetsscores Afschuiving binnentalud

km	dwarsprofiel	helling binnentalud	kleikwaliteit	rekenscore afschuiving	eindscore afschuiving
37,66 – 37,92 profiel 1	p201	1:2,8	c3	o	t
37,92 – 38,40 profiel 2	p202	1:2,4	c3	o	t

3.5 Conclusies met betrekking tot de kruinhoogte

Voor de toetsing van het gedeelte 37.50-37.66 wordt verwezen naar rapport [Infram, 2000]. Voor de andere twee profielen verloopt de toetsing als volgt:

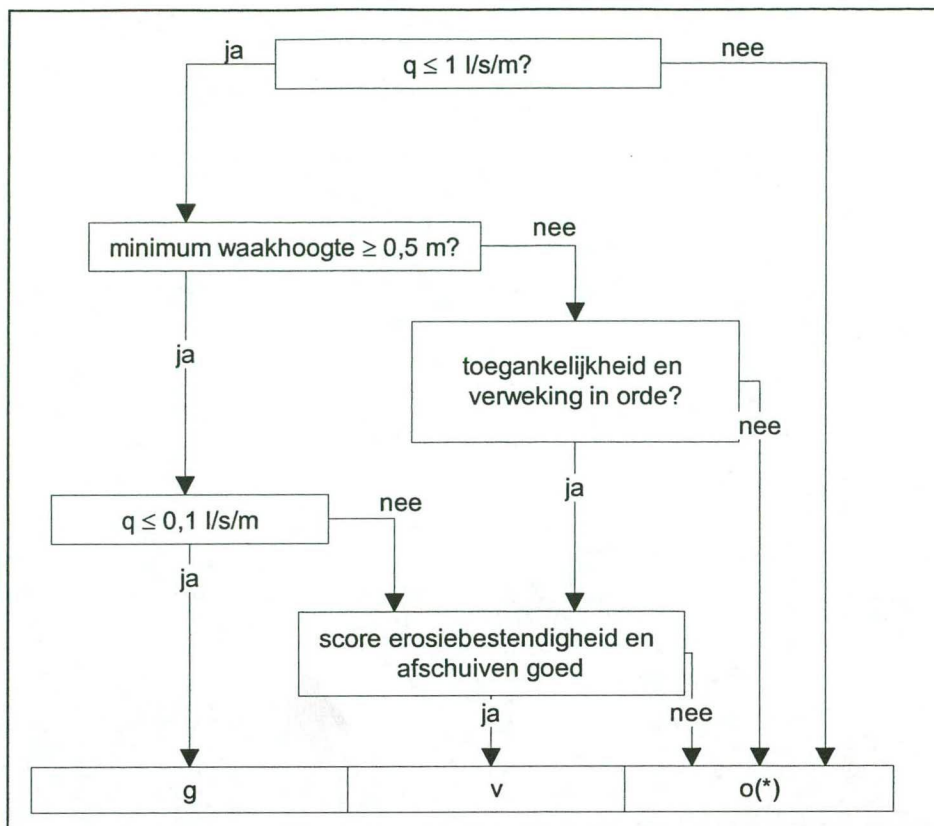
Voor de te toetsen dijken in Flevoland wordt – op basis van de Bestuursovereenkomst - een enigszins van de LTV afwijkend beoordelingsschema voor de kruinhoogte gehanteerd.

Het eindoordeel met betrekking tot de kruinhoogte wordt volgens het navolgende schema bereikt: Ten eerste wordt nagegaan of het overslagdebiet groter is dan 1,0 l/s/m. Is dat het geval, dan is het eindoordeel 'onvoldoende'.

Als het overslagdebiet kleiner is dan 1,0 l/s/m, dan wordt nagegaan of de minimum waakhogte van 0,5 m aanwezig is. Als de minimum waakhogte aanwezig is, dan wordt nog nagegaan of het overslagdebiet zelfs kleiner is dan 0,1 l/s/m. Is het overslagdebiet inderdaad zo klein, dan is het eindoordeel 'goed'. Als het overslagdebiet groter is dan 0,1 l/s/m, dan wordt de bekleding van het binnentalud getoetst op twee sporen: erosie en afschuiving. Als deze score in orde is, leidt dit tot het eindoordeel 'voldoende'; is dat niet zo, dan is het eindoordeel 'onvoldoende'.

Voor die gevallen dat het overslagdebiet kleiner is dan 1,0 l/s/m, maar de minimum waakhogte van 0,5 m niet aanwezig is, wordt eerst nagegaan hoe de toegankelijkheid van het dijkvak is en daarna hoe de score van het binnentalud t.a.v. erosie en afschuiving is. Zijn beide onderdelen in orde, dan is het eindoordeel 'voldoende'; is een van beide niet in orde, dan is het eindoordeel 'onvoldoende'.

In het navolgende schema is de procedure weergegeven.



(*)

Zoals aangegeven is het bovenstaande beoordelingsschema scherper dan in de LTV. In de LTV geldt geen vaste bovengrens van het overslagdebiet van 1,0 l/s/m. In de LTV wordt ook bij een groter overslagdebiet - zelfs tot boven 10 l/s/m - de beoordeling van toegankelijkheid en van score binnentalud uitgevoerd. Als beide onderdelen - ondanks het hogere overslagdebiet - in orde zijn is het eindoordeel van de kruinhoogtetoeets volgens de LTV toch *voldoende*.

Voor een aantal van de soms zeer korte dijkvakken ter plaatse van de bijzondere locaties, die vaak ook een afwijkend dwarsprofiel hebben, wordt voorgesteld om niet als vanzelfsprekendheid een eventueel eindoordeel *onvoldoende* over te nemen, maar hiervoor zonodig nog een geavanceerde toets uit te voeren. In het overzicht 'eindoordeel kruinhoogte' is voor het betreffende vak dan een score *twijfelachtig* opgenomen.

Voor profiel 1 is ten aanzien van de randvoorwaarden met 6 varianten getoetst: voor de situatie met dam en zonder dam zijn 3 varianten voor het buitendijks gebied doorgerekend (met buitendijks gebied, zonder buitendijks gebied en afslag). Voor profiel 2 zijn 2 varianten getoetst, met en zonder dam. De resultaten zijn voor de twee profielen en voor alle varianten weergegeven in de volgende tabel.

Indien de kruinhoogte voldoet aan het criterium van 0,1 l/m/s, dan is de score voor erosie en afschuiving automatisch 'goed'.

Tabel 3.6: Samenvatting eindscores kruinhoogte

profiel	Profieltype	vak	dam [ja/nee]	voldoet aan 1 l/m/s [ja/nee]	Waak- hoogte aanwezig 0,5m	score op basis van q 0,1 l/m/s [g/o/t]	score erosie [g/v/o]	score afschuiving [g/v/t/o]	eindscore kruinhoogte [g/v/t/o]
--	--	1, 2	nee	nee		[Infram 2000];o	-	-	o
1	met buitendijks gebied	3, 4, 5, 6	ja	ja	ja	g	-	-	g
			nee	ja	ja	g	-	-	g
	zonder buitendijks gebied		ja	ja	ja	t	o	t	o
			nee	nee	ja	t	o	t	o
	afslag		ja	ja	ja	t	g	t	t
			nee	-- ¹	ja	-- ¹	-- ¹	-- ¹	-- ¹
2		6, 7	ja	ja	ja	t	o	t	o
			nee	nee	ja	t	o	t	o

Noot:

1: in de situatie zonder dam kan het afslagprofiel niet worden toegepast.

4 Taludbekleding (BK)

4.1 Inleiding

De toetsing van bekledingen verloopt volgens Katern 8 van LTV99. In dit project wordt niet getoetst op reststerkte, maar alleen op de beoordelingssporen van de bekleding zelf.

In dit hoofdstuk wordt alleen de toetsing van het buitentalud beschreven; de bekleding van het binnentalud is getoetst in het kader van de kruinhoogtetoetsing, verwezen wordt naar hoofdstuk 3.

Op de locatie Schokkerhaven zijn op het buitentalud bekledingen in de vorm van steenzettingen en van gras aanwezig. Volgens de tabel in paragraaf 2.3 is de bekleding tussen km 37,55 en 37,66 al getoetst door [Infram, 2000]. In bijlage 5.15 van dat rapport, waar de toetsing van de steenzettingen wordt behandeld, staat het gedeelte 37,55 – 37,66 echter niet gemeld; dit gedeelte wordt daarom in deze rapportage alsnog behandeld. Van het traject 3, van km 38,02 – 38,40, worden zowel de gras- als steenbekledingen niet getoetst omdat deze gedurende de uitvoering van deze toetsing worden vervangen, de score van deze bekleding staat beschreven in [Infram, 2000]. Het interesse gebied voor de toets van de steenzettingen strekt zich dus uit van km 37,55 tot 38,02. Het interessegebied voor de toetsing van de grasbekleding strekt zich uit van 37,66 tot 38,02. Er zijn twee dwarsprofielen gemeten; profiel 201 is representatief voor km 37,55 – 37,84 en profiel 202 voor km 37,84 – 38,02.

De toetsing in deze rapportage is gebaseerd op de dwarsprofielen die specifiek zijn ingemeten voor de bekledingstoetsing, gecombineerd met profielen van de randvoorwaarden. Deze profielen staan op tekeningen 113453-S-1 en 113453-D-1 (RDIJ-DV20020684 en RDIJ-DV20020685). De nummering van de bekledingsvakken is gerelateerd aan de profielnummering zoals gehanteerd in Hoofdstuk 3.

In de tabel is tevens opgenomen voor welke vakken verschillende varianten t.a.v. het buitendijks gebied van belang zijn, in lijn met Tabel 3.2. Voor de gevallen dat een hoog buitendijks gebied aanwezig is, wordt vanzelfsprekend in elk geval de bestaande situatie getoetst (dus de bekleding aan de buitendijkse zijde van het buitendijkse gebied en eventuele bekledingen boven het buitendijkse gebied, bijvoorbeeld op tuimeldijkjes). Het doorrekenen van de varianten 'afslagprofiel' en 'zonder buitendijks gebied' zijn ten aanzien van het buitentalud alleen relevant voor bekledingen die boven het betreffende buitendijkse gebied liggen, bijvoorbeeld op een tuimeldijk. De bekleding aan de buitendijkse kant van het buitendijkse gebied zelf wordt in die varianten immers verondersteld te zijn bezwaken. In de volgende paragrafen wordt per geval behandeld of doorrekenen van de varianten zinnig is.

Tabel 4-1: Overzicht bekledingen

vak nr	bekledingsvak nr	Km-km	representatief dwarsprofiel	Soorten bekleding op buitentalud	profieltypen
2	B1a	37,55 – 37,66	DP201	steenzetting (gras al getoetst)	n.v.t.
3	B1b	37,66 – 37,71	DP202 (steenzettingen) / DP1 (gras)	steenzetting, gras	met buitendijks gebied afslagprofiel
4	B1c	37,71 – 37,76		gras	

vak nr	bekledingsvak nr	Km-km	representatief dwarsprofiel	Soorten bekleding op buitentalud	profieltypen
5,6	B1d	37,76 – 37,92		steenzetting, gras	zonder buitendijks gebied
6	B2	37,92 – 38,02	DP202	steenzetting, gras	n.v.t.

4.2 Steenzettingen

4.2.1 Situatie

Kenmerken bekleding

De steenzettingen buiten de haven, op gedeelte km 37,55 – 37,66, liggen vanaf de teen (rond NAP) tot aan NAP+2,2 m. De bekleding in de haven zelf, dus achter de dam, ligt tot circa NAP+1,0 m. De bekleding is opengebroken op een aantal locaties per bekledingsvlak en daarbij zijn alle benodigde gegevens bepaald: toplaagdikte, opbouw granulaire laag en kleilaagdikte. Verwezen wordt naar de breekgegevens in Bijlage 4b. De toplaag bestaat uit basaltzuilen met een dikte tussen 20 en 25 cm. Buiten de haven liggen de basaltzuilen op een dikke laag (bijna 0,5 m) van fijn steenslag (Grauacke), binnen de haven op een dunne laag (5 cm) van puin. Daaronder ligt een kleilaag.

Voor het gedeelte binnen de haven is de geometrie volgens dwarsprofiel 202 gebruikt. Opgemerkt wordt dat dit profiel niet loodrecht op de steenzetting is ingemeten, maar onder een hoek van 30°; hiervoor is een correctie aangebracht in het profiel.

Tabel 4-2: Overzicht steenbekledingen

nr.	traject	bron dwarsprofiel	toplaagtype	onder- en bovengrens [m+NAP]	taludhelling
B1a	37,55 – 37,66	DP201	basaltzuilen basaltzuilen basaltzuilen basaltzuilen	0,0 – 0,2 0,2 – 0,8 0,8 – 2,0 2,0 – 2,2	1:10 1:3,3 1:5 1:10
B1b	37,66 – 37,71	DP202	basaltzuilen basaltzuilen	-0,25 – 1,0 1,0 – 1,1	1:1½ 1:4
B1d + B2	37,76 – 38,02	DP202	basaltzuilen basaltzuilen	-0,25 – 1,0 1,0 – 1,1	1:1½ 1:4

Voor het gedeelte km 37,66 – 37,92 is voor de kruinhoogtetoetsing gerekend met de varianten 'afslagprofiel' en 'zonder buitendijks gebied'. Voor de steenzettingen zijn die varianten niet van belang: deze liggen op de buitendijkse zijde van het betreffende buitendijkse gebied, dus de bestaande bekleding van het buitentalud moet bezwijken zijn voordat de situaties 'afslagprofiel' en 'zonder buitendijks gebied' zich kunnen voordoen. Het gedeelte km 37,55 – 37,66 ligt buiten de haven, dus daarvoor is alleen de situatie zonder dam van belang.

Hydraulische randvoorwaarden

De hydraulische randvoorwaarden voor de toetsing van steenzettingen volgen uit berekeningen met Hydra Q. Bij locatie Schokkerhaven ligt één Hydra-uitvoerpunt (N375) en de oriëntatie van de dijk is constant. Er zijn berekeningen uitgevoerd voor twee situaties: met en zonder dam. De hydraulische randvoorwaarden staan in de volgende tabel. In de Hydra-Q (en Hydra-M) berekeningen is een kruinhoogte van NAP aangehouden voor de dam.

Tabel 4-3 : Hydraulische randvoorwaarden steenzettingen

dam	niveau [m+NAP]	waterstand [m+NAP]	golfhoogte H_s [m]	golfperiode T_p [s]
met dam	onder +0,40	0,98	1,03	5,53
	boven +0,40 m	2,22	1,38	6,13
zonder dam	onder +0,30	0,90	1,61	5,53
	boven +0,30	2,23	1,68	6,14

4.2.2 Methode

De toetsing is uitgevoerd met Steentoets, versie 3.20. Hierin is de toetsing volgens LTV99 verwerkt tot aan grofweg gedetailleerd niveau. Op reststerkte is niet getoetst. In aanvulling op Steentoets 3.20 wordt in sommige gevallen, bij een score 'twijfelachtig', gebruik gemaakt van de nieuwste kennis in lijn met het Technisch Rapport Steenzettingen dat in voorbereiding is.

Voor het mechanisme Afschuiving zijn twee aanvullingen ten opzichte van Steentoets 3.20 van belang:

- Steentoets geeft per definitie een score 'twijfelachtig' als de helling steiler is dan 1:3, terwijl deze grens inmiddels is verruimd tot 1:2,7
- Steentoets toetst op Afschuiving tot aan het niveau Toetspeil + $\frac{1}{2}H_s$; inmiddels is vastgesteld dat toetsing op dat mechanisme boven Toetspeil niet nodig is.

Voor Toplaagstabiliteit:

- bekledingen boven Toetspeil worden door Steentoets berekend als een bekleding in de golfklapzone, maar als een score 'onvoldoende' wordt berekend, geeft Steentoets een score 'geavanceerd'. Inmiddels is een iets scherpere methode vastgesteld voor de oploopzone: de bekleding wordt getoetst alsof die in de golfklapzone ligt met een dikte die 25 % groter is. Ook deze regel wordt conservatief geacht; net als in Steentoets 3.20 is het niet mogelijk om op basis daarvan een score 'onvoldoende' te geven.
- bermen worden in Steentoets alleen correct doorgerekend in de eenvoudige toetsing. Als daaruit een score 'twijfelachtig' volgt, moet de toplaagdikte ten behoeve van de gedetailleerde toetsing handmatig worden gecorrigeerd voor de berminvloed.
- klinkers zijn een apart bekledingstype in Steentoets 3.20, maar kunnen niet goed worden doorgerekend. Inmiddels is bekend dat klinkers kunnen worden getoetst door ze in Steentoets aan te duiden als type 11 (betonblokken).

Ten aanzien van de invoer van de constructieve gegevens is de volgende werkwijze gevolgd: op elk bekledingsvlak zijn in principe minimaal 2 breekpunten genomen (alleen bij zeer kleine vlakken is volstaan met één breekpunt). Per breekpunt zijn de gemiddelde toplaagelementhoogte, de D_{15} en de laagdikte van de granulaire laag en de kleilaagdikte opgemeten. Voor de toetsing van elk bekledingsvlak is de kleinste van de gemeten gemiddelde toplaagelementhoogtes gebruikt, met de bijbehorende kenmerken van de granulaire laag. Voor de kleilaagdikte is per bekledingsvlak de kleinste gemeten waarde gebruikt.

4.2.3 Toetsresultaten

De resultaten worden besproken per toetsspoor en daarna wordt de eindscore behandeld. De invoergegevens kunnen worden gevonden in bijlage 4b met gedeeltelijk invoerblad Steentoets. Er zijn aparte bestanden voor de situatie met dam en zonder dam.

Afschuiving

Voor het gedeelte km 37,55 – 37,66 is de score 'goed'. Voor het gedeelte 37,66 – 38,02 is de score 'twijfelachtig' onder het niveau NAP+1,1 m: de taludhelling is zeer steil en valt ruimschoots buiten de toepassingsgrens van de rekenregels. De kans op een score 'goed' na geavanceerde toetsing is dan ook klein.

Materiaaltransport

Er zijn geen gevallen van materiaaltransport bekend of geconstateerd bij het veldonderzoek. De score is daarom 'goed'.

Toplaagstabiliteit

Voor het gedeelte km 37,55 – 37,66 geldt alleen de situatie zonder dam. De score is 'onvoldoende' voor het flauwe gedeelte onderin. Steentoets 3.20 geeft deze score op basis van eenvoudige toetsing. De hoogteligging van dit gedeelte is zeer ongunstig, zodat de toplaagdikte moet worden gedeeld door een bermfactor van 1,15.

Voor de bekleding van NAP+0,15 tot 0,30 m is de score 'goed', maar daarboven gelden zwaardere randvoorwaarden, zodat de score tot aan NAP+0,75 m 'twijfelachtig' is. Boven dat niveau is de taludhelling flauwer, en daar is de score wederom 'goed'.

Voor het gedeelte km 37,66 – 38,02 is de score op het steile gedeelte, onder NAP+1 m, 'onvoldoende' in de situatie zonder dam en 'twijfelachtig' in de situatie met dam. Daarboven is de score 'goed'.

Eindscore

De scores zijn samengevat in onderstaande tabel.

Tabel 4-4: Eindscores steenbekledingen

nr.	traject	toplaagtype	onder- en boven-grens [m+NAP]	dam ja/nee	Afschuiving	Materiaaltransport	Toplaagstabiliteit	eind-score
B1a	37,55 – 37,66	basaltzuilen	0,0 – 0,15	n.v.t.	g	g	o	o
		basaltzuilen	0,15 – 0,3		g	g	g	g
		basaltzuilen	0,3 – 0,75		g	g	t	t
		basaltzuilen	0,75 – 2,0		g	g	g	g
		basaltzuilen	2,0 – 2,2		g	g	g	g
B1b	37,66 – 37,71	basaltzuilen	-0,25 – 1,0	ja	t	g	t	t
		basaltzuilen	1,0 – 1,1		g	g	g	g
B1b	37,66 – 37,71	basaltzuilen	-0,25 – 1,0	nee	t	g	o	o
		basaltzuilen	1,0 – 1,1		g	g	g	g
B1d +B2	37,76 – 38,02	basaltzuilen	-0,25 – 1,0	ja	t	g	t	t
		basaltzuilen	1,0 – 1,1		g	g	g	g
B1d +B2	37,76 – 38,02	basaltzuilen	-0,25 – 1,0	nee	t	g	o	o
		basaltzuilen	1,0 – 1,1		g	g	g	g

De eindscore is gelijk aan de slechtste score van de afzonderlijke sporen.

Voor het traject km 37,55 – 37,66 is de score voor de basaltzuilen op de lage berm ‘onvoldoende’ en daarboven deels ‘twijfelachtig’ en deels ‘goed’. Voor het gedeelte km 37,66 – 38,02 is de score onder NAP+1 m ‘twijfelachtig’ met dam en ‘onvoldoende’ zonder dam.

4.3 Grasbekledingen

4.3.1 Situatie

Kenmerken bekleding

De grasbekledingen op het binnentalud worden behandeld in Hoofdstuk 3, bij de kruinhoogtetoetsing. Tabel 4.5 geeft aan in welke bekledingsvakken op het buitentalud gras ligt, met daarbij de niveaus van de onder- en bovengrenzen en twee taludhellingen: α_o voor de oplooptoetsing en α_k voor de klapttoetsing. Voor de bepaling van deze helling zie de paragraaf ‘methode’, 4.3.2.

Voor de varianten waarin het werkelijk aanwezige profiel wordt getoetst, is de taludhelling bepaald uit gemeten profielen dp1 en dp202. De ingemeten profielen zijn te vinden in de bijlagen, alsmede de locatie waar de profielen ingemeten zijn. Voor de profieltypen ‘zonder buitendijks gebied’ en ‘afslagprofiel’ (die vanzelfsprekend niet zijn ingemeten) wordt de helling gebaseerd op de Hydra_M-schematisatie, zie paragraaf 3.2.

Opgemerkt wordt dat de taludhelling α_o niet noodzakelijk de helling van de aanwezige grasbekleding is, zie onder methode.

Tabel 4-5: Vakken met grasbekleding in Schokkerhaven

vaknr.	km - km	dwars- profiel	onder- en bovengrens [m+NAP]	taludhelling α_o	taludhelling α_k
B1b + B1c + B1d	37,66–37,92	dp1	2,24 – 3,68	1:3,3	1:3,3
B2	37,92–38,02	dp202	1,09 – 3,37	1:4,4 (zd) 1:8,3 (md)	1:4,7

De rekenwaarde van de helling voor golfoploop (α_o) is afhankelijk van de golfrandvoorwaarden; in dit geval is het voor vak B2 zinnig om onderscheid te maken tussen de situaties met en zonder dam. De verschillen tussen de randvoorwaarden voor de profieltypen zijn veel kleiner; daarvoor is het niet nodig om een aparte rekenwaarde te gebruiken. Zie ook Tabel 4.6.

Voor het gedeelte km 37,66 – 37,92 zijn voor de kruinhoogtetoetsing de varianten ‘afslagprofiel’ en ‘zonder buitendijks gebied’ doorgerekend. In dit gedeelten is de tuimeldijk boven het bestaande buitendijks gebied bekleed met gras; voor deze bekleding zijn de profieltypen wel van belang.

Ten aanzien van de sterkte van de grasbekleding zijn de kwaliteit van de grasmat, de erosiebestendigheid van de kleilaag en de dikte van de kleilaag van belang.

De kwaliteit van de grasmat volgt direct uit het beheerstype; de bekleding bestaat uit schapenwei. In lijn met K8-Tabel 4.6.1 van LTV99 duidt dit op een beheerstype B: de bijbehorende kwaliteit van de zode is ‘matig’.

Ten aanzien van de klei is voor de toetsing de erosiebestendigheidscategorie nodig in combinatie met het zandgehalte. Hiervoor zijn boringen en laboratoriumproeven uitgevoerd. De resultaten zijn als volgt:

- voor traject 37,66 – 37,92 geldt boorpunt HB20, het zandgehalte is 52,5 %;
- voor traject 37,92 – 38,02 geldt boorpunt HB22, het zandgehalte is 15 %.

Voor het buitentalud van locatie Schokkerhaven zijn geen proeven gedaan ter bepaling van de erosiebestendigheidsparementers: alleen boorstaten en zandgehaltes zijn beschikbaar. Voor km 37,66 – 37,92 is het zandgehalte groter dan 40 %, waaruit direct volgt dat de klei van categorie 3 (weinig erosiebestendig) is. Voor gedeelte km 37,92 – 38,02 is het zandgehalte lager dan 40 %, waardoor de erosiebestendigheid zowel c1, c2 als c3 kan zijn. Uit de conservatieve type 1-methode van LTV99 volgt dat de erosiebestendigheid ook op dit gedeelte c3 is, want uit de boorstaat blijkt dat de klei niet wordt getypeerd als zeer vet. De toetsing wordt in eerste instantie uitgevoerd op basis van de aangenomen kwaliteit; vervolgens wordt nagegaan of verificatie nodig is ter bepaling van de definitieve score.

De kleilaagdikte volgt uit de boringen; op het gedeelte km 37,66 – 37,92 is deze ongeveer 0,3 m, terwijl boven de kleilaag een zandlaag van 0,4 m dikte ligt. In de paragraaf 'methode' wordt besproken hoe in de toetsing wordt omgegaan met deze laagopbouw. Op het gedeelte km 37,92 – 38,02 is de kleilaag 1,4 m dik.

Zone-indeling

Voor gras op het buitentalud bestaan drie beoordelingssporen: erosie onder golfoploop, erosie onder golfklap en afschuiving. Het hangt af van het niveau van de bekleding ten opzichte van de hydraulische randvoorwaarden op welke sporen moet worden getoetst.

Erosie onder golfoploop is relevant voor de zone boven Toetspeil en onder het niveau met een oploopdebiet van 0,1 l/m/s. Uit de Hydra_M uitvoerbestanden (zie bijlagen) en uit Tabel 3.2 blijkt dat het niveau met een oploopdebiet van 0,1 l/m/s in alle varianten minimaal op NAP+2,82 m ligt, en in de meeste gevallen rond het kruinniveau. Op het gehele vak van km 37,66 – 38,02 moeten grasbekledingen op oploop worden getoetst. Zie ook Tabel 4.6.

Erosie onder golfklap is relevant voor de zone boven het niveau met een belastingkans van 1/10 en onder Toetspeil. Op gedeelte km 37,66 – 37,92 ligt de gehele grasbekleding boven het Toetspeil volgens Hydra_Q, en hoeft dus niet op golfklap te worden getoetst. Op het gedeelte km 37,92 – 38,02 ligt er ruimschoots gras in de klapzone.

Afschuiving is relevant voor de golfklapzone. Uit LTV99 kan worden afgeleid dat de bovengrens voor dit beoordelingsspoor ligt op Toetspeil + $\frac{1}{2}H_s$ (omdat die bovengrens wordt aangehouden bij de toetsing van steenzettingen in LTV99). In lijn met de nieuwe kennis die in LTV02 zal worden verwerkt, wordt in deze toetsing het Toetspeil aangehouden als bovengrens van de zone die op afschuiving moet worden getoetst. Zoals al genoemd ligt op het gedeelte km 37,92 – 38,02 gras in de golfklapzone.

Concluderend moet voor het buitentalud van de locatie Schokkerhaven worden getoetst op alle drie de relevante beoordelingssporen.

Hydraulische randvoorwaarden

Zoals beschreven zijn er op het buitentalud van de locatie Schokkerhaven grasbekledingen in de golfoploop- en in de golfklapzone.

Voor de toetsing op erosie onder golfploop zijn de volgende hydraulische randvoorwaarden nodig, te bepalen met Hydra_M:

- Golfhoogte H_s en golfperiode T_p ;
- Oplooppniveau bij $q=0,1 \text{ l/m/s } h_{kr,0,1}$;
- Belastingduur, te berekenen met Katern 3 van LTV99. Voor het Toetspeil wordt de waarde genomen die in de Hydra_M-uitvoer wordt aangeduid als 'WATER' (de 'ontwerpwaterstand'). Volgens LTV99 is verder het Streefpeil nodig, maar het is beter om met het werkelijk aanwezige meerpeil te rekenen. Hiervoor wordt het 'ontwerp-meerpeil' gebruikt, in Hydra_M aangeduid als 'PEIL'.

Tabel 4-6: Hydraulische randvoorwaarden grasbekledingen oploopzone

vaknr.	km-km	profieltype	invloed dammen	Meerpeil [m+NAP]	Toetspeil [m+NAP]	Golfhoogte H_s [m]	Golfperiode T_p [s]	Oplooppniveau $h_{kr,0,1}$ [m+NAP]
B1	37,66 – 37,92	met bu.dijks gebied	nee	-0,35	2,54	1,29	5,40	2,82
			ja	-0,35	2,54	0,41	5,40	2,82
		zonder bu.dijks gebied	nee	-0,35	2,18	1,69	6,15	6,78
			ja	-0,35	2,24	0,52	6,19	3,45
		afslag	ja	-0,39	2,29	0,54	6,22	3,35
B2	37,92 – 38,02	n.v.t.	nee	-0,35	2,22	1,70	6,17	4,68
			ja	-0,35	2,26	0,52	6,20	3,39

De randvoorwaarden voor de toetsing op golfklap volgen uit Hydra_Q. Ook hiervoor zijn golfhoogte H_s , golfperiode T_p en belastingduur nodig. De waarden hiervoor staan in Tabel 4.7. Er is geen variatie in lengterichting.

Tabel 4-7: Hydraulische randvoorwaarden grasbekledingen klapzone

Invloed dam	Toetspeil [m+NAP]	Golfhoogte H_s [m]	Golfperiode T_p [s]
met dam	2,22	1,38	6,13
zonder dam	2,23	1,68	6,15

4.3.2 Methode

De toetsing op gras volgens LTV99 betreft voor het buitentalud feitelijk drie sporen:

- Erosie onder golfklap
- Erosie onder golfploop en –overslag
- Afschuiving

Een algemeen aspect heeft te maken met de dikte van de kleilaag. In LTV99 staat dat de laagdikte een sterkteparameter is, maar de invloed daarvan op de toetsing wordt niet behandeld. Navraag bij de opstellers van de methode van LTV99 leert dat de methode gebaseerd is op een minimale laagdikte van 0,30 m. Bij kleinere laagdikte is de tussenscore 'twijfelachtig' en is geavanceerde toetsing nodig.

Golfklap

Het toetsschema is verweven in Figuur K8-4.7.2.1 van LTV99 (samen met 'Erosie onder golfploop en –overslag'). Voor golfklap kunnen volgens het schema de stappen 1a, 2, 4, 5a ($4H_s$ -regel), 6a, 6b (toetsing volgens fig. 4.7.2.2) en 7 van belang zijn. In lijn met de notitie van Emiel Kater van 19 maart 2001 kunnen ook voor deze locatie de meeste stappen bij voorbaat worden doorlopen, met de volgende antwoorden:

- stap 1a: Beoordeling op ervaring: altijd 't'
- stap 2: Is het beheertype bekend: altijd ja
- stap 4: Belastingkans $> 0,1$: altijd nee

- stap 5a: $4H_s \tan \alpha < 0,2$ m: Altijd nee
- stap 6a: niveau op talud $>$ Toetspeil: altijd nee
- stap 7: toetsen op reststerkte: buiten deze opdracht

Omdat in dit project alleen bijzondere locaties worden getoetst, is het van belang om na te gaan of deze antwoorden ook in dit geval gelden. Voor stap 1a, 2, 4, 6a en 7 gelden deze antwoorden ook voor de locatie Schokkerhaven. Het is mogelijk dat stap 5a in dit geval een antwoord ja oplevert, wat direct een score 'veilig' zou opleveren. In voorkomende gevallen (met golfhoogte H_s kleiner dan orde 0,25 m in combinatie met flauwe taluds) wordt nagegaan of aan deze voorwaarde wordt voldaan. Dat is niet aan de orde voor het hele traject.

De toetsing op dit spoor spitst zich dus volledig toe op stap 6b, de toetsing volgens fig. 4.7.2.2. De methode van deze stap, inclusief de bepaling van de belastingduur, is verwerkt in een spreadsheet. Behalve deze rekenscore speelt de erosiebestendigheid van de klei een rol bij het bepalen van de eindscore. Er geldt een belasting-afhankelijke eis voor de erosiebestendigheid; als niet aan die eis wordt voldaan is de score direct 'onvoldoende'.

Uit boringen van grasmat en laag daaronder blijkt in sommige gevallen dat vlak onder de grasmat geen klei maar zand ligt. In LTV99 wordt niet behandeld hoe met zo'n geval moet worden omgegaan. Vast staat dat de werkelijke sterkte groter is dan met alleen zand, maar kleiner dan met alleen klei. In overleg met deskundigen is de volgende werkwijze vastgesteld: als uit toetsing met alleen zand een score 'goed' volgt (bijvoorbeeld door zeer lage belasting), is dat ook de eindscore. Zo niet, dan wordt getoetst alsof er alleen klei ligt; in zo'n geval geldt alleen een score 'onvoldoende' ook als eindscore. In overige gevallen is de score na gedetailleerde toetsing 'twijfelachtig' en is geavanceerde toetsing nodig.

Golfoploop

Het toetsschema is verweven in Figuur K8-4.7.2.1 van LTV99 (samen met 'Erosie onder golfklap'). Voor oploop en overslag kunnen volgens het schema de stappen 1a, 2, 4, 5a, 6a, 6c en 7 van belang zijn. In de notitie van Emiel Kater van 19 maart 2001 wordt gesteld dat het antwoord op de meeste stappen in het algemeen als volgt is:

- stap 1a: Beoordeling op ervaring: altijd 't'
- stap 2: Is het beheertype bekend: altijd ja
- stap 4: Belastingkans $> 0,1$: altijd nee
- stap 5a: $4H_s \tan \alpha < 0,2$ m: altijd nee
- stap 6a: niveau op talud $>$ Toetspeil: altijd ja
- stap 7: toetsen op reststerkte: buiten deze opdracht

Omdat in dit project alleen bijzondere locaties worden getoetst, is het van belang om na te gaan of deze antwoorden ook in dit geval gelden. Voor stap 1a, 2, 4, 6a en 7 gelden deze antwoorden ook voor de locatie Schokkerhaven. Het is mogelijk dat stap 5a in dit geval een antwoord ja oplevert, wat direct een score 'veilig' zou opleveren. Dit is dezelfde voorwaarde als voor de toetsing op golfklap; zoals daar beschreven wordt hieraan niet voldaan in de locatie Schokkerhaven.

De toetsing op dit spoor spitst zich dus volledig toe op stap 6c, de toetsing volgens Figuur K8-4.7.2.3. De methode van deze stap, inclusief de bepaling van de belastingduur, is verwerkt in een spreadsheet; deze is in de bijlagen opgenomen.

De taludhelling α_0 voor het doorlopen van stap 6c is conform LTV99 in principe genomen tussen $SWL + 1,5 \times H_s$ en $SWL - 1,5 \times H_s$. Als $SWL - 1,5 \times H_s$ lager is dan de teen wordt de waarde van de teen aangehouden, en als $SWL + 1,5 \times H_s$ hoger is dan de kruin wordt de buitenkruinlijn aangehouden. Als er zich een berm bevindt in de oploopzone, is alleen het taludgedeelte boven de berm meegenomen voor het bepalen van α_0 . Benadrukt wordt dat α_0 niet noodzakelijk de helling van de aanwezige grasbekleding is: de waarde wordt gebruikt voor het bepalen van de belasting, niet van de sterkte. Voor berekeningen met de fictieve profieltypen 'afslagprofiel' en 'zonder buitendijks gebied' is de taludhelling volgens bovenstaande werkwijze bepaald op basis van het profiel zoals dat in Hydra_M is geschematiseerd, voor zover dat profiel fictief is. Voor zover het profiel reëel is (bijvoorbeeld ter plaatse van een tuimeldijkje), is de werkelijke taludhelling aangehouden.

Aparte aandacht is nodig voor de rol van het zandgehalte in de toetsing. In LTV99 staat in Figuur K8-4.7.2.3 een opmerking over een vereiste kleikwaliteit. Inmiddels is meer kennis ontwikkeld en meer duidelijkheid ontstaan. De formele methodiek is, dat de rekenmethode van stap 6c alleen mag worden toegepast als zandgehalte en kleikwaliteit aan bepaalde voorwaarden voldoen. Deze toepassingsvoorwaarden luiden als volgt:

- in geval van graskwaliteit 'goed': zandgehalte maximaal 70%;
- in geval van andere graskwaliteit: zandgehalte maximaal 50 %.

Als niet aan deze voorwaarden wordt voldaan, is de score direct 'onvoldoende'. De toepassingsvoorwaarde geldt overigens niet als het oploopdebiet kleiner is dan 0,1 l/m/s; in de scoretabel wordt zo'n geval aangeduid met "g!". In aanvulling op de toepassingsvoorwaarden geldt dat bij zandgehalten hoger dan 50 % de maximale score 'voldoende' is.

Met het oog op verbetermaatregelen is het in dit project van belang om te weten wat de rekenscore is, ook als niet aan de toepassingsvoorwaarden wordt voldaan. Daarom is een aangepaste werkwijze gehanteerd waarbij in alle gevallen toch de rekenscore wordt bepaald en waarbij pas daarna de invloed van de toepassingsvoorwaarden wordt verwerkt. Deze werkwijze is inhoudelijk exact hetzelfde als de methodiek volgens LTV02. De eindscore wordt in de gehanteerde werkwijze bepaald met Tabel 4.6:

Tabel 4-8: Verwerking zandgehalte in de toetsing op golfloop (in lijn met methodiek LTV02)

Rekenscore volgens methode Fig. K8-4.7.2.3	Eindscore golfloop		
	zandgehalte van de klei		
	< 50 %	tussen 50 % en 70 %	groter dan 70 %
'goed'	'goed'	'voldoende**	'onvoldoende'
'voldoende'	'voldoende'	'voldoende**	'onvoldoende'
'onvoldoende'	'onvoldoende'	'onvoldoende'	'onvoldoende'

*de eindscore 'voldoende' in dit geval kan alleen worden toegekend als de kwaliteit van de graszode 'goed' is, anders is de score 'onvoldoende'.

Net als voor golfklap, is ook voor golfloop de situatie van belang als vlak onder de grasmat geen klei maar zand ligt. Onder golfklap wordt behandeld hoe daarmee in voorkomende gevallen wordt omgegaan.

Afschuiving

Het toetsschema is dat voor afschuiving van steenzettingen, Figuur K8-2.2.2.1. Zoals eerder opgemerkt wordt in aanvulling op LTV99, op basis van LTV02, gesteld dat toetsing op afschuiving alleen nodig is in de golfklapzone.

4.3.3 Toetsresultaten

De resultaten worden besproken per toetsspoor en daarna wordt de eindscore behandeld. De invoergegevens kunnen worden gevonden in bijlage 4c met invoerbladen grastoets.

Vanwege het feit dat de bovenste laag onder de grasmat op het gedeelte km 37,66 – 37,92 een dunne zandlaag is, is de eindscore op dit gedeelte maximaal 'twijfelachtig'. De rekenkundige toetsing wordt voor alle vakken gewoon doorlopen; de scorewijziging vanwege de laagdikte is alleen verwerkt in de tabel met eindscores.

Golfklap

De rekenscore is 'onvoldoende' voor km 37,92 – 38,02 in de situatie zonder dam en in de situatie met dam. De eindscore is hierdoor ook 'onvoldoende'.

Ter informatie wordt aangegeven welke zodekwaliteit nodig is voor een gunstiger rekenscore. Voor het hele te toetsen vak (km 37,92 – 38,02) is de rekenscore 'onvoldoende' onafhankelijk van de zodekwaliteit. In Bijlage 4c zijn de invoerparameters van de toetsing opgenomen, alsmede de rekenscores bij graskwaliteiten 'goed' en 'slecht'.

De rekenscore 'onvoldoende' wordt nog bevestigd doordat niet wordt voldaan aan de toepassingsvoorwaarde voor de rekenregel (belastingparameter groter dan 1, dus kleicategorie c1 of c2). Overigens is de kleikwaliteit c3 van het gedeelte km 37,92 – 38,02 gebaseerd op een aanname; omdat de rekenscore al 'onvoldoende' is, is verificatie van die aanname niet nodig.

Golfoploop

Voor de bestaande situatie (met dam, in het gedeelte km 37,66 – 37,92 met buitendijks gebied) is de rekenscore 'goed'. Voor de andere gevallen met dam is de rekenscore 'onvoldoende'. De rekenscore is 'onvoldoende' voor alle gevallen zonder dam; alleen voor de situatie met buitendijks gebied zonder dam zou een verbetering van de graskwaliteit tot 'goed' leiden tot een rekenscore 'goed'. De resultaten, ook bij andere graskwaliteiten, zijn weergegeven in Bijlage 4 c.

De eindscore volgt uit combinatie van de rekenscore met het zandgehalte en de kwaliteit van de graszode:

- op het gedeelte km 37,66 – 37,92 ligt het zandgehalte tussen 50 % en 70 %. Dat betekent dat de rekenregels alleen toepasbaar zijn als de graskwaliteit 'goed' is, en dan is de maximale score 'voldoende'. De graskwaliteit is 'matig', dus de eindscore is voor het gedeelte km 37,66 – 37,92 'onvoldoende'.
- op het gedeelte km 37,92 – 38,02 is het zandgehalte ongeveer 15 %; de eindscore is daardoor gelijk aan de rekenscore: 'goed' in de situatie met dam en 'onvoldoende' is de situatie zonder dam.

Afschuiving

Voor de toetsing op afschuiving is niet de globale maar de lokale taludhelling van belang; toetsing is alleen nodig voor het gedeelte km 37,92 – 38,02.

In stap 1 van het toetsschema kan een score 'goed' worden gegeven als de taludhelling flauwer is dan 1:4 en er is geen afschuiving geconstateerd. Voor zover bekend zijn er geen schademeldingen, zodat de score voor het gehele te toetsen gedeelte km 37,92 – 38,02 'goed' is.

Eindscore

Voor de golfklapzone is de eindscore gelijk aan de slechtste score voor golfklap en afschuiving, en in de oploopzone is de eindscore gelijk aan de score op oploop.

Tabel 4-9: Toetsresultaten grasbekledingen Schokkerhaven

vaknr.	traject [km – km]	profiel- type	Invloed dammen	klap-/op- loopzone	erosie onder golfklap	erosie onder golfoploop	afschui- ving	eind- score
B1b- B1d	37,66 – 37,92	met buiten- dijks gebied	nee	klap	n.v.t.		n.v.t.	n.v.t.
				oploop		o		o
			ja	klap	n.v.t.		n.v.t.	n.v.t.
				oploop		o		o
		zonder buiten- dijks gebied-	nee	klap	n.v.t.		n.v.t.	n.v.t.
				oploop		o		o
			ja	klap	n.v.t.		n.v.t.	n.v.t.
				oploop		o		o
B2	37,92 – 38,02	n.v.t.	nee	klap	o		g	o
				oploop		o		o
			ja	klap	o		g	o
				oploop		g		g
				oploop		g		g
				oploop		g		g

In het gedeelte km 37,66 – 37,92 is de kleilaag dun en ligt onder een zandlaag, waardoor de score niet beter dan 'twijfelachtig' kan zijn. De score is echter al 'onvoldoende', dus de laagopbouw heeft in dit geval geen invloed op de eindscore.

4.4 Bekledingsgerelateerde niet-waterkerende objecten

In deze paragraaf worden de bekledingsgerelateerde niet-waterkerende objecten behandeld. In de tabel eerste selectie van Bijlage 6 staat welke niet-waterkerende objecten bekledingsgerelateerd zijn. Het wegmeubilair is al niet meegenomen in deze voorselectie. Voor de overige niet-waterkerende objecten wordt verwezen naar Hoofdstuk 7. In locatie Schokkerhaven zijn op drie plaatsen bekledingsgerelateerde niet-waterkerende objecten geselecteerd.

Vervolgens zijn deze objecten nader beschouwd en is op de volgende wijze een selectie toegepast:

- In het geval van steen- of grasbekledingen wordt getoetst of het vlak boven of onder het peil bij 0,1 l/s/m (overslagcriterium) ligt. Indien het vlak daaronder ligt is een nadere toetsing uitgevoerd;
- In het geval van asfaltbekleding is nagegaan of het asfaltvlak boven of onder het Toetspeil + $H_s/4$ ligt. Indien het erboven ligt kan als toetsresultaat zonder meer goed worden gegeven en behoeft dit vlak niet nader te worden beschouwd; indien het vlak onder dit niveau ligt, is het als asfaltvlak getoetst.

In onderstaande tabel zijn de bekledingsgerelateerde NWO's opgenomen, met daarbij het resultaat van de selectie.

Tabel 4-10: Bekledingsgerelateerde nwo's in Schokkerhaven

km	fotonummer	beschrijving	locatie profiel (aanduiding plaats in profiel)	selectie: wel/geen toetsing
37,6	16	Trap bij schokkerhaven	2	ja
37,6	5	Asfaltweg over kruin naar Schokkerhaven	3	ja
38,0	77	Dijkovergang weg (asfalt) binnen / kruin / buitendijks	3	ja

De locatie-aanduiding wordt toegelicht in Tabel 4.11.

Tabel 4-11: Codering locatie van objecten

code	locatie object
1	voorland / buitendijks
2	Buitenberm
3	Kruin
4	Binnenberm
5	achterland / binnendijks

Uit de selectie volgt dat voor alle objecten nadere toetsing nodig is. De trap in het buitentalud en de twee wegovertgangen worden afzonderlijk behandeld.

Trap buitentalud

De trap is te zien op foto 16 in bijlage 6c. Het betreft een houten trap die net onder de kruin op het buitentalud is vastgemaakt en enkele meters naar beneden toe reikt. Voor de toetsing is niet de stabiliteit van de trap zelf van belang, maar wel de invloed op de bekleding van steenzettingen en gras ter plaatse.

Ten aanzien van de steenzettingen wordt ingeschat dat de invloed verwaarloosbaar is. Het maatgevend faalmechanisme van steenzettingen is toplaaginstabiliteit doordat de waterdruk onder de toplaag te groot wordt. De trap ligt op de steenzetting, dus van enige invloed zal geen sprake zijn. Bovendien geldt dat de basaltbekleding ter plaatse ruimschoots stabiel is: zelfs bij een dikte van 0,15 m in plaats van de aanwezige 0,24 m zou de score nog 'goed' zijn.

Ten aanzien van de grasbekledingen gaat deze redenering niet op: het maatgevend faalmechanisme is de directe aanval bovenop de bekleding door de waterbeweging, zowel in de klapzone als in de oploopzone. Omdat de trap los op de basaltglooiing ligt, zou de golfbeweging de trap kunnen loswerken uit de bovenliggende grasmat, daarbij zal de grasmat beschadigd kunnen worden. De aanwezigheid van de trap zal sowieso deels beschutting, maar deels ook extra turbulentie kunnen veroorzaken. In de toetsing moet worden uitgegaan van een toename van de belasting. Er is geen rekenmethode om deze extra belastingen in rekening te brengen; volstaan moet worden met een kwalitatieve analyse op basis van de toetsresultaten van de bekleding ter plaatse zonder de invloed van het object.

De grasbekleding ter plaatse van km 37,60 is niet binnen dit project getoetst; volgens [Infram, 2000] is de score 'onvoldoende'. Dit wordt bevestigd door de gegevens die wel in dit project verzameld zijn: de graskwaliteit is op basis van het beheerstype 'matig' en het zandgehalte ligt tussen 50 en 70 %, en daarbij hoort een eindscore 'onvoldoende'.

Direct kan geconcludeerd worden dat de aanwezigheid van de trap geen invloed heeft op de eindscore: die blijft 'onvoldoende'.

Wegovergangen

De wegovergangen ter plaatse van km 37,6 en 38,0 betreffen allebei de Havenweg die aan de west- en oostkant van Schokkerhaven de dijk oversteekt. Ter plaatse van de overgangen ligt het hoge voorland van Schokkerhaven. Het niveau van de weg verloopt geleidelijk vanaf kruinhoogte (rond NAP+3,5 m) naar het maaiveld (NAP+1m). De taludhelling is zeer flauw; uitgegaan wordt van 1:10. Verwezen wordt naar foto 5 en 77 in bijlage 6c.

De weg bestaat uit asfalt. Overigens is geen exacte asfalttechnische informatie beschikbaar, waardoor voor deze toetsing een inschatting moet worden gemaakt. In het algemeen zijn wegen van dit type als volgt opgebouwd: een toplaag van dicht steenasfalt met een dikte van 8 – 12 cm, op een laag puin.

De hydraulische randvoorwaarden voor asfaltbekledingen volgen uit Hydra_Q. De resultaten staan in Tabel 4.12.

Tabel 4-12: Hydraulische randvoorwaarden asfaltbekledingen

Met dam? [ja / nee]	Waterstand [m+NAP]	Golfhoogte H [m]	Golfperiode T [s]
ja	2,20	0,49	6,13
nee	0,98	1,66	5,62
	2,26	1,70	6,18

De asfaltweg hoeft niet op wateroverdruk te worden getoetst: dat is alleen nodig in de zone onder de maatgevende grondwaterstand MGW. Voor meerdijken ligt MGW op 20 % van het hoogteverschil tussen winterstreefpeil (NAP-0,35 m) en Toetspeil (NAP+2,26 m). In dit geval ligt MGW dus rond NAP+0,25 m en daarmee beneden de onderkant van de bekleding (NAP+1 m). Alleen toetsing op golfklap is daarom nodig.

De eerste stap van de toetsing op golfklap is het nagaan van de toepassingsvoorwaarden. Er zijn alleen rekenregels voor waterbouwasfalt en open steenasfalt; om die reden kan de asfaltweg formeel niet worden getoetst. Desondanks heeft het waarde om de eenvoudige toetsing uit te voeren, omdat hiermee wel een beeld wordt gekregen van het toetsresultaat dat verwacht kan worden.

Uitgaande van de toetsgrafiek voor open steenasfalt op een filter van zandasfalt volgt uit de eenvoudige toetsing volgens LTV99 een score 'twijfelachtig': bij een golfhoogte van 1,7 m is volgens figuur 3.2.2.6 bij een helling van 1:10 de benodigde dikte 0,14 m. Toetsing met de grafieken uit de conceptversie van LTV02 levert echter direct een score 'goed' op: bij een taludhelling flauwer dan 1:4 worden geen laagdikte-eisen gesteld. De enige eis is dat de asfaltlaag een dikte heeft van enkele korrelgroottes; hieraan wordt vanzelfsprekend voldaan.

Concluderend: uit toetsing met LTV99 volgt een score 'twijfelachtig'. Ook uit toetsing met LTV02 volgt formeel een score 'twijfelachtig' omdat niet wordt voldaan aan de toepassingsgrenzen van de eenvoudige methode. Als eindscore wordt daarom een score 'twijfelachtig' gegeven voor de te toetsen wegoevergangen, zowel voor de situatie met als zonder dam. Opgemerkt wordt wel, dat er een goede kans is op een score 'goed' na geavanceerde toetsing in beide situaties: ondanks verschillende conservatieve benaderingen volgt uit de toetsing op golfklap volgens LTV02 dat geen eisen aan de laagdikte hoeven te worden gesteld.

Conclusie bekledingsgerelateerde NWO's

De eindscores van de bekledingsgerelateerde NWO's staat in tabel 4.13

Tabel 4-13 : Eindscores bekledingsgerelateerde NWO's

km	Beschrijving	score
37,6	Trap bij schokkerhaven	stabiliteit trap niet van belang, geen invloed op overige scores
37,6	Asfaltweg over kruin naar Schokkerhaven	t
38,0	Dijkovergang weg (asfalt) binnen / kruin / buitendijks	t

5 Stabiliteit

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk Stabiliteit worden de geotechnische aspecten van de toets besproken:

- piping (STP)
- macrostabiliteit buitenwaarts (LB, AF, ZV)
- macrostabiliteit binnenwaarts (STM)
- microstabiliteit (STU)

Voor de eenvoudige toets worden 2 profielen (37,8 en 38,2) beschouwd. De profielen worden vergeleken met een profiel (37,87), beschouwd in een rapport van INFRAM (2000). Daar de profielen grotendeels op dit profiel lijken worden, waar mogelijk, dezelfde aannames gehanteerd.

5.2 Piping (STP)

Piping treedt op indien:

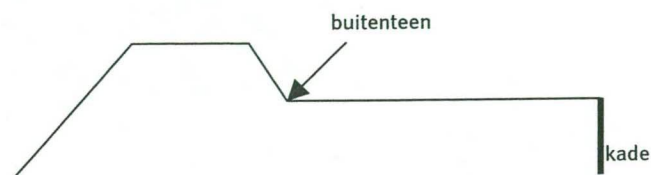
- Een pipinggevoelige opbouw aanwezig is (cunet of watervoerend pakket)
- De afdekkende kleilaag opbarst, of vanwege een andere oorzaak een zandmeevoerende wel kan ontstaan
- De aanwezige kwelweg kleiner is dan de vereiste kwelweg

Piping door het cunet

- Uit grondonderzoek is gebleken dat in het cunet een enigszins cohesieve laag aanwezig is in een aantal profielen, waaronder profiel 37,78 (INFRAM, 2000)
- In profielen met een goed werkende drainage treedt de freatische lijn niet uit het talud. De afdekkende kleilaag barst daarom ook niet op, waardoor er geen gevaar is voor piping. Dit geldt niet voor profiel 37,78 (INFRAM, 2000) *[Ten tijde van de toetsing door INFRAM (2000) functioneerde de drainage nog niet naar behoren. Inmiddels is een nieuwe drainage aangelegd waardoor opbarsting niet meer voor hoort te kunnen komen]*
- Ter hoogte van Schokkerhaven is opbarsten van de kleilaag wel mogelijk. Welvorming kan optreden op de laagste berm of in de sloot. Piping treedt alleen op indien de aanwezige kwelweglengte kleiner is dan de kritische kwelweglengte. De kritische kwelweglengte ter plaatse van profiel 37,78 (INFRAM, 2000) is 98,6 m

In verband met de ligging van het intreepunt is in onderstaande schets aangegeven waar de buitenteen ligt.

Figuur 3: Schets ligging buitenteen



Profiel 1

Het profiel komt overeen met het profiel 37,78, gebruikt in het rapport van INFRAM (2000). De aanwezige kwelweglengte bedraagt 40,8 m en is veel kleiner dan de kritische kwelweglengte. Profiel 37,8 zal net als profiel 37,78 (INFRAM, 2000) niet voldoen. De score wordt dan 'Onvoldoende'.

Profiel 2

Zonder te rekenen, komt het profiel overeen met profiel 37,78 (INFRAM, 2000), wanneer bij profiel 37,78 (INFRAM, 2000) de helling van het buitentalud wordt doorgetrokken (onder het voorland door) om het intreepunt te bepalen. De aanwezige kwelweglengte bedraagt 60,3 m en is ook hier veel kleiner dan de kritische kwelweglengte. Profiel 38,2 zal net als profiel 37,78 (INFRAM, 2000) niet voldoen. De score wordt 'Onvoldoende'.

Conclusie: Met een eenvoudige toets kan worden geconcludeerd dat voor beide profielen niet voldaan wordt aan de eisen ten aanzien van piping. Een gedetailleerde toets via Sellmeijer is niet zinvol daar de aanwezige kwelweglengte ook kleiner is dan de minimaal vereiste kwelweglengte van 10 maal het verval (INFRAM, 2000).

5.3 Macrostabieliteit buitenwaarts (STV)

5.3.1 Algemeen

Bij de macrostabieliteit buitenwaarts dienen de volgende onderdelen te worden getoetst:

- stabiliteit buitentalud bij laag water (LB)
- afschuiven (AF)
- zettingsvloeiing (ZV)

De stabiliteit van het buitentalud bij laag water (LB) is volgens de LTV99 niet relevant voor meerdijken. Er resteren dan nog de aspecten stabiliteitsverlies van het voorland door afschuiven (AF) en zettingsvloeiing (ZV).

5.3.2 Zettingsvloeiing (ZV) en afschuiving voorland (AF)

Profiel 1 & Profiel 2

De aspecten afschuiving van het voorland (AF) en zettingsvloeiing (ZV) worden beoordeeld op basis van katern 9, figuur 2.1 en figuur 3.1 van de LTV99.

Voor beide aspecten wordt de score 'goed' behaald in alle profielen (INFRAM 2000, blz 35)

- er wordt voldaan aan het bestortingscriterium
- er is geen geul met een diepte van meer dan 9 m aanwezig
- zettingsvloeiing gevoelige gebieden zijn niet aanwezig

Conclusie: Met een eenvoudige toets kan worden geconcludeerd dat voor beide profielen voldaan wordt aan de eisen ten aanzien van zettingsvloeiing (ZV) en afschuiving voorland (AF). De score wordt 'Goed'.

5.4 Macrostabieliteit binnenwaarts (STM)

De toets voor de stabiliteit volgens de LTV99 bestaat uit een eenvoudige toets en een gedetailleerde toets. De eenvoudige toets is een toets op basis van de geometrie en grondopbouw, waarbij in feite wordt nagegaan of na het optreden van een afschuiving nog voldoende overblijft van de dijk, om de waterkerende functie te kunnen vervullen.

De eenvoudige toets voor de binnenwaartse macrostabieliteit bestaat uit stap 1 volgens schema 4.3.4.1 uit katern 5 van de LTV99: 'voldoet de dijk aan de veilige afmetingen volgens figuur 4.3.4.2'.

Omdat voor alle profielen genoemd in INFRAM (2000) de gedetailleerde toets is uitgevoerd voor het aspect STM, wordt hier niet verder ingegaan op de eenvoudige toets voor dit onderdeel. De samenvatting van de toets voor profiel 37,8 (INFRAM 2000, blz44) laat zien dat het profiel niet voldoet aan de eisen volgens het stroomschema uit de LTV99 (schema 4.3.4.1).

Op basis van uniformiteit in geometrie en bodemopbouw tussen profiel 37,8 (INFRAM 2000) en profiel 1 (37,8) en profiel 2 (38,2) mag worden aangenomen dat deze laatste twee ook niet zullen voldoen.

Conclusie: Uit een reeds door INFRAM uitgevoerde gedetailleerde toets kan worden geconcludeerd dat voor beide profielen niet voldaan wordt aan de eisen ten aanzien van macrostabieliteit binnenwaarts (STM). De score wordt 'Onvoldoende'.

5.5 Microstabieliteit (STU)

Er wordt niet voldaan aan de eisen ten aanzien van de microstabieliteit indien grond wordt uitgespoeld uit het binnentalud, door uittredend water, of indien de toplaag van het binnentalud wordt afgedrukt.

De LTV99 geeft aan in paragraaf 4.3.5 van katern 5, dat indien een goed werkende drainage aanwezig is, voldaan wordt aan de eisen ten aanzien van microstabieliteit.

In de rapportage van INFRAM is ter hoogte van Schokkerhaven de ligging van de freatische lijn berekend daar er geen drainage aanwezig is. Hieruit blijkt dat bij Schokkerhaven de freatische lijn in het talud van de sloot en de onderberm uittreedt.

Profiel 1

Profiel 1 (37,8) zal net als profiel 37,78 (INFRAM, 2000) worden afgekeurd op de helling van de sloot, steiler dan 1:5.

Profiel 2

Profiel 2 zal door een 'knik' in de berm worden afgekeurd. De helling van een deel van het binnentalud bedraagt 1:3,6.

Conclusie: Met een eenvoudige toets kan worden geconcludeerd dat voor beide profielen niet wordt voldaan aan de eisen ten aanzien van microstabieliteit (STU).

Nb. Inmiddels is er een drainage aangelegd. Indien deze naar behoren functioneert, wordt de score voor STU 'goed'.

Ook met betrekking tot de aspecten STP en STM zal een goed functionerende drainage een positieve bijdrage aan de stabiliteit leveren.

5.6 Resumé

In de onderstaande tabel zijn de resultaten van de stabiliteitstoetsing nog een keer samengevat.

Profiel	Traject (km)	STP piping	STV Macrostabiliteit buitenwaarts	STM Macrostabiliteit binnenwaarts	STU microstabiliteit
Profiel 1	37,66 – 38,02	0	G	0	0
Profiel 2	38,02 – 38,04	0	G	0	0

6 Buitendijks gebied

6.1 Inleiding

In de vakken 2 tot en met 6 komt bebouwd hoog buitendijks gebied voor. Zolang het buitendijks gebied aanwezig is zal het op verschillende wijzen een positieve bijdrage in de veiligheid hebben. Het buitendijks gebied wordt echter niet noodzakelijkerwijs als onderdeel van de waterkering gezien en daarom is die positieve bijdrage geenszins verzekerd. In het Plan van Aanpak [Arcadis, 2001] worden 3 mogelijkheden gegeven om het buitendijks gebied te beoordelen. In dit hoofdstuk wordt de beoordeling volgens die drie opties gegeven en wordt tevens per optie een overzicht gegeven van de consequenties voor het beheer van het buitendijks gebied.

De invloed van het buitendijks gebied op de beoordelingssporen is, indien van toepassing, bij de beoordelingssporen besproken. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de drie opties. Voor ieder van de opties wordt in dit hoofdstuk wel een kwalitatieve samenvatting gegeven van de consequenties. De drie opties betreffen:

1. het buitendijks gebied is onderdeel van de waterkering;
2. beoordeling middels een afslagprofiel;
3. het buitendijks gebied wordt niet in rekening gebracht.

6.2 Beoordeling buitendijks gebied als onderdeel van de waterkering

6.2.1 Beoordeling

Indien het buitendijks gebied als onderdeel van de waterkering wordt beschouwd, dan moet het getoetst worden als een waterkering. Het is zinvol om een onderscheid te maken tussen:

- de oever en het talud
- het min of meer horizontale deel tussen de oever en de dijk

Oever en talud

De oever en het talud kunnen normaal worden getoetst, zoals een ondertalud van een dijk getoetst zou worden. De aspecten bekleding en stabiliteit vooroever zijn van belang. In de hoofdstukken 4 en 5 is op deze aspecten in gegaan. De stabiliteit van de vooroever in de huidige situatie (inclusief dam) scoort 'Twijfelachtig'.

Tabel 6-1: toetsing oever en talud buitendijksgebied

Profiel	Traject (km)	Bekleding				Stabiliteit AF &ZV	eindscore	
		Steen § 4.2.3		Gras § 4.3.3			Met dam	Zonder dam
		Met dam	Zonder dam	Met dam	Zonder dam			
1	37,66 – 38,02	T	O	NVT	NVT	G	T	O
2	38,02 – 38,40	Geen buitendijks gebied						

De resultaten van de toetsing van de bekleding zijn in hoofdstuk 4 gemeld.

Horizontale deel

Bekleding

Het horizontale deel zou kunnen worden beschouwd als een zeer brede berm. Van belang is de stabiliteit van de 'bekleding'. Het betreft bebouwd terrein, waarop geen dijkbekleding aanwezig is. De bekleding wordt gevormd door de bestrating, beplanting, bebouwing en alle andere objecten die in het buitendijks gebied aanwezig zijn. Het niveau van het maaiveld varieert van circa NAP + 1,20 m tot circa NAP + 2,00 m, waarbij de hogere maaiveldniveaus in het algemeen nabij de dijk voorkomen. Het toetspeil is NAP + 2,65 m. In het deel van het buitendijks gebied nabij de oever kunnen onder maatgevende omstandigheden in ieder geval nog golven van betekenis optreden; zonder een dam is $H_s = 1,68$ m, met dam is $H_s = 1,38$ m (tabel 4.3). Dit houdt in dat het buitendijks gebied voor het aspect bekleding afgekeurd moet worden (score 'onvoldoende').

Bebouwing en constructies

Het beoordelen van het buitendijks gebied als een onderdeel van de waterkering houdt onder andere in dat het geheel intact dient te blijven en aan de normen moet voldoen. Indien bebouwing met een vloer- of kelderniveau onder maaiveld voorkomt, of andere grondkerende muren aanwezig zijn, dan moeten de grondkerende muren als waterkerende kunstwerken worden beoordeeld. Alle bebouwing heeft een vloerniveau boven maaiveld of gelijk aan maaiveld. Het niveau van kruipruimtes varieert van NAP + 1,19 m bij bebouwing dichtbij de dijk tot NAP + 0,67 m voor bebouwing verder van de dijk af.

In hoofdstuk 7 zijn deze besproken als niet-waterkerende-objecten.

De bebouwing, voor zover boven maaiveld, hoeft niet noodzakelijkerwijs bestand te zijn tegen de hydraulische belastingen. Bij bezwijken van de bebouwing zal de vloerplaat – indien aanwezig – nog overblijven. Deze vloerplaat zorgt voor een voldoende erosiebestendige bekleding. Indien het bebouwing zonder betonnen vloerplaat betreft, dan is de conclusie minder voor de hand liggend. De vloer moet op erosiebestendigheid worden getoetst. Aangenomen wordt dat de aanwezige vloeren voldoende erosiebestendig zijn. De score wordt dan 'voldoende'.

Kabels en leidingen

Kabels en leidingen in het buitendijks gebied liggen in het beoordelingsprofiel. In Bijlage 7 is een overzicht van de kabels en leidingen gegeven. In principe zouden deze aan de eisen volgens de LTV99 moeten voldoen. Voor kabels kan gesteld worden dat deze geen invloed hebben op een van de faalmechanismen. De score is dan 'voldoende'. Bij bezwijken van de leidingen kan een krater ontstaan, wat een nadelige invloed op de erosiebestendigheid heeft. Het betreft in alle gevallen lokale aanvoerleidingen, met een diameter kleiner dan 500 mm en een druk kleiner dan 10 bar. De leidingen scoren dan 'voldoende', indien aangenomen kan worden dat de onderhoudstaat goed is.

Samenvatting score

Vanwege de onvoldoende score voor de bekleding op het horizontale deel, is de overall score 'onvoldoende'.

Invloed op beoordelingssporen

De invloed van het beschouwen van het buitendijkse gebied als onderdeel van de waterkering op de uitkomsten van de beoordelingssporen wordt hieronder weergegeven. Voor het spoor Hoogte en Bekleding is de invloed expliciet bepaald, zie hiervoor

hoofdstuk 3 en 4. Voor de overige sporen is de invloed verwaarloosbaar, omdat het intreepunt voor de grondwaterstroming bij de buitenteen is gekozen.

6.2.2 Richtlijnen voor beheer

Indien het buitendijks gebied als onderdeel van de waterkering wordt beschouwd, dan moet het als een dijk worden beheerd. De beste vergelijking kan wellicht nog worden gemaakt met een buitenberm. Alle schade aan de bekleding dient zo spoedig mogelijk hersteld te worden en eventuele verzakkingen moeten worden aangevuld.

Eventuele werkzaamheden of bouwaanvragen dienen te worden beoordeeld met betrekking tot het aspect erosiebestendigheid. Voor werkzaamheden nabij de buitenteen geldt bovendien dat de stabiliteit van de dijk beoordeeld moet worden. Geadviseerd wordt één en ander vast te leggen in de keur, legger en het technisch beheersregister.

6.3 Beoordeling buitendijks gebied met behulp van het afslagprofiel

6.3.1 Beoordeling

Bij het beoordelen van het buitendijkse gebied met behulp van het afslagprofiel worden de volgende aspecten bekeken:

- toepassing en vorm afslagprofiel
- invloed NWO's
- samenvatting invloed op beoordeling per beoordelingsspoor

Toepassing afslagprofiel

Beoordeling met behulp van een afslagprofiel houdt in dat erosie wordt toegelaten. Er vormt zich dan een evenwichtsprofiel, dat het afslagprofiel wordt genoemd. Aangenomen is dat de vorm van het afslagprofiel in hoofdlijnen gelijk is aan de vorm volgens de definitie uit het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies [TAW, 2001]. Meer specifiek is de vorm als volgt:

- vanaf de buitenteen een helling van 1:20, tot een niveau van 1 meter beneden het toetspeil
- vanaf dat punt een helling van 1:12,5 tot de bodem van het buitenwater

Het snijpunt van het afslagprofiel met de oever of kade mag niet hoger liggen dan halverwege de oever of kade. Indien het snijpunt toch hoger ligt, is niet voldoende volume aanwezig en kan het afslagprofiel niet worden toegepast.

De hier gehanteerde definitie van het afslagprofiel wijkt af van de definitie volgens het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies. De belangrijkste afwijking is dat toegestaan wordt dat het buitendijks gebied beneden het toetspeil ligt. Hier staat tegenover dat het dijklichaam normaal getoetst wordt. Dit houdt wel in dat de standzekerheid van het dijklichaam gewaarborgd moet zijn. Het afslagprofiel mag bij de buitenteen dus niet lager komen te liggen dan de buitenteen. Om dit te garanderen moet de golfaanval bij de buitenteen gering zijn (orde van grootte: $H_s < 0,5m$), wat betekent dat de buitenteen niet veel lager dan het toetspeil mag liggen. In de situatie met dam wordt een significante golfhoogte van 1,38 m gevonden bij een waterstand van NAP +2,20 m.

Het maaiveld voor de buitenteen ligt op NAP +2,23 m, de golven zullen derhalve breken voor ze bij de buitenteen aankomen. In de situatie zonder dam mag het afslagprofiel niet toegepast worden (§ 3.3).

Het snijpunt van het afslagprofiel met de damwand van de kadeconstructie bevindt zich onder de helft. Het buitendijks gebied voldoet hier dus aan de voorwaarden.

Niet waterkerende objecten

Bij de toepassing van het afslagprofiel is uitsluitend het volume grond van belang. Niet waterkerende objecten die hier geen invloed op hebben, zijn bij de beoordeling daarom niet van belang. De aanwezigheid van de damwand zorgt ervoor dat er in werkelijkheid minder erosie op kan treden dan berekend wordt met het afslagprofiel.

Samenvatting score

De score voor de beoordeling met het afslagprofiel in de situatie met dam is voor vak 2 tot en met 6 'voldoende'. In de situatie zonder dam mag het afslagprofiel niet worden toegepast.

Invloed op beoordelingssporen

De invloed van het beschouwen van het buitendijkse gebied met behulp van het afslagprofiel op de uitkomsten van de beoordelingssporen wordt hieronder weergegeven. Voor het spoor Hoogte en Bekleding is de invloed expliciet bepaald, zie hiervoor hoofdstuk 3 en 4. Voor de overige sporen is de invloed verwaarloosbaar, omdat het intreepunt voor de grondwaterstroming bij de buitenteen is gekozen.

6.3.2 Richtlijnen voor beheer

Het beheer bij toepassing van het afslagprofiel is relatief eenvoudig. Het volume grond moet worden gehandhaafd en min of meer op dezelfde plaats blijven. Grootschalige graafwerkzaamheden zijn derhalve niet toegestaan, tenzij de grond in de richting van de dijk wordt verplaatst maar wel in het buitendijks gebied aanwezig blijft.

6.4 Beoordeling indien het buitendijks gebied niet in rekening wordt gebracht

6.4.1 Beoordeling

Indien in het geheel geen rekening met het buitendijks gebied wordt gehouden, dan moet een verborgen bekleding aanwezig zijn nabij de buitenteen. Dit kan in de vorm van een steenbekleding zijn of in de vorm van een damwand. Omdat geen van beide aanwezig zijn, scoort deze optie 'onvoldoende'.

Invloed op beoordelingssporen

Voor het spoor Hoogte en Bekleding is de invloed expliciet bepaald, zie hiervoor hoofdstuk 3 en 4. Voor de overige sporen is de invloed verwaarloosbaar, omdat het intreepunt voor de grondwaterstroming bij de buitenteen is gekozen.

6.4.2 *Richtlijnen voor beheer*

Het beheer richt zich bij deze optie op het beheer van de verborgen constructie bij de teen. De constructie wordt ontworpen voor een bepaalde configuratie en geometrie, bijvoorbeeld een bepaald bodemniveau. Die ontwerputgangspunten moeten minimaal gehandhaafd worden en vastgelegd in de legger.

7 Niet waterkerende objecten

7.1 Inleiding en methodiek

De niet waterkerende objecten (NWO) zijn in detail in het veld geïnventariseerd. Ook objecten waarvan van tevoren al vastgesteld kon worden dat deze geen invloed op het waterkerende vermogen hebben, zijn geïnventariseerd. De inventarisatie is vastgelegd in een tabel, waarin een omschrijving van het object, de kilometrering, het type object en de locatie in het profiel is vastgelegd, evenals het nummer van de foto waarop het object te zien is. Bijna alle objecten zijn gefotografeerd. De tabel en foto's zijn in Bijlage 6 opgenomen. Middels twee selectieronden zijn de objecten geselecteerd die getoetst worden. De inventarisatie en de selectieronden worden in de navolgende twee paragrafen besproken, de toets in de daarop volgende paragraaf.

De aanwezigheid van kabels en leidingen zijn door middel van een KLIC melding onderzocht. In principe moeten alle kabels en leidingen, voor zover in de invloedssfeer van de waterkering, worden getoetst. De toets van de kabels en leidingen wordt in paragraaf 7.6 besproken.

In de buitenberm, het dijklichaam, de binnenberm en binnendijs worden geen NWO's aangetroffen die getoetst worden.

7.2 Inventarisatie

Op 12 april 2002 zijn objecten, gelegen binnen de grenzen van de visueel herkenbare binnenteen + 20 meter en buitenteen + 20 meter, in detail geïnventariseerd. De objecten zijn met behulp van een digitale fotocamera vastgelegd. In geval van meerdere dicht bij elkaar gelegen objecten is volstaan met een overzichtsfoto. In totaal zijn 90 foto's genomen. Dit is inclusief enkele foto's van aangetroffen dijkdrainage, welke niet tot de NWO's behoren. Een Cd-rom met daarop alle digitale foto's vormt onderdeel van voorliggende rapportage.

Een omschrijving van de digitale foto's is in Bijlage 6 opgenomen

Met behulp van een GPS-ontvanger zijn in het veld alle locaties van de foto's in x en y bepaald. Expliciet wordt opgemerkt dat de x- en y-coördinaten de standplaats van de fotograaf betreft. De nauwkeurigheid van de x- en y-coördinaten ligt globaal tussen de 4 – 10 meter.

De locaties van de in Bijlage 6 vermelde fotonummers zijn weergegeven op situatie-tekening 113453.10-S-1 (RDIJ-DV20020684).

7.3 Eerste selectie

De objecten zijn onderverdeeld in de categorieën die in de Leidraad Toetsen op Veiligheid (LTV99) zijn genoemd. Hieraan is nog één categorie toegevoegd, namelijk (weg)meubilair. Hieronder worden lantaarnpalen, verkeersborden, bankjes etc. verstaan. Maar ook zaken als poorten, wildroosters en bolders zijn bij deze categorie gevoegd.

Sommige objecten zoals kasten worden geassocieerd met kabels en/of leidingen. De in het veld geïnterpreteerde buizen en putten zijn opgenomen onder de categorie leiding. Maar ook de aangetroffen ondergrondse brandstoftanks.

In onderstaande tabel zijn de categorieën weergegeven.

Tabel 7.1: Categorie-indeling

Code	Type object
B	Bebouwing
F	Flora (bomen en struiken)
K	Kabel
L	Leiding
M	Wegmeubilair
W	(weg)verharding, incl. landhoofden
Kv	Kadeconstructies, pier etc.

Naast voornoemde categorie-indeling is een onderverdeling gemaakt in de locatie van het object ten opzichte van de waterkering. In onderstaande tabel is de onderverdeling gegeven. Hierbij is het hoog gelegen buitendijkse gebied en achterland nog verder onderverdeeld in het gebied binnen een afstand van 20 m vanaf de teen (a) en het gebied op een afstand groter dan 20 m vanaf de teen (b).

Tabel 7.2: Onderverdeling naar locatie

Code	locatie in profiel
1a/b	Voorland / buitendijks, hooggelegen gebied (a < teen + 20 m., b > teen + 20 m.)
2	Buitenberm
3	Dijklichaam
4	Binnenberm
5a/b	Achterland (a < teen + 20 m., b > teen + 20 m.)

De verdere onderverdeling van het voor- en achterland in a en b is feitelijk gebaseerd op het onderscheid in beschermingszone en buiten-beschermingszone (zie figuur 1.2, katern 1 van de LTV 1999). Door het ontbreken van leggergrenzen is in principe gekozen voor een fictief minimum profiel voor de kernzone (stabiliteit en veiligheid). Ter vereenvoudiging is hierbij voor de indeling naar locatie zoveel mogelijk uitgegaan van duidelijk in het veld herkenbare grenzen

In de eerste selectie is in hoofdzaak beoordeeld of ze mogelijk de veiligheid van de dijk kunnen beïnvloeden op basis van de locatie van het object.

Uitgangspunt hierbij is dat verkeersborden en kleinere objecten zoals paaltjes in potentie géén invloed hebben op de veiligheid. Dit geldt eveneens voor de objecten die op het maaiveld staan.

Voorland en buitendijks gebied

De objecten die in het voorland of buitendijks gebied staan hebben uitsluitend invloed indien het buitendijks gebied als onderdeel van de waterkering wordt aangemerkt. Voor de overige opties in relatie tot het buitendijks gebied hebben deze geen invloed, behoudens bebouwing.

Voor het overige worden de objecten in het buitendijkse gebied vooralsnog niet beschouwd. Bij de beoordeling van het voorland wordt hierop verder teruggekomen.

Achterland

Objecten in het achterland kunnen hooguit een invloed op het mechanisme piping hebben, indien de grondopbouw pipinggevoelig is. Het aantal objecten in het achterland beperkt zich voornamelijk tot kleinere objecten, zoals borden en afrasteringen.

Buitenberm

Objecten in de buitenberm kunnen een invloed op de erosiebestendigheid hebben en indirect op de ligging van de freatische lijn. Dit laatste is het geval als het object de klei/keileemlaag verstoort. De dijkbekleding wordt elders beoordeeld. Met uitzondering van de kleinere objecten blijven alle overige objecten vooralsnog binnen de selectie.

Binnenberm

Objecten direct binnendijks van het dijklichaam kunnen invloed hebben op de erosiebestendigheid, de macrostabiliteit, de microstabiliteit en de ligging van de freatische lijn. Kleinere objecten zoals verkeersborden en afrasteringen zullen geen invloed hebben. De overige objecten blijven vooralsnog binnen de selectie.

Dijklichaam

Voor het dijklichaam geldt in grote lijnen hetzelfde als voor de binnenberm.

7.4 Tweede selectie

Bij de tweede selectie wordt onder andere gebruik gemaakt van de kennis over de aard van de objecten.

Voorts zijn nagenoeg identieke objecten die zich op dezelfde locatie in het dijkprofiel bevinden geclusterd waarbij normaliter het meest kritische object wordt getoetst.

In Bijlage 6 is een complete lijst opgenomen met daarin alle geïnventariseerde objecten en de 1^e en 2^e selectie met de uiteindelijk te toetsen objecten.

Samengevat betreft het de navolgende te toetsen (representatieve) objecten:

- 2 gebouwen
- aantal bomen / struiken
- 1 kadeconstructie
- 1 trap
- asfaltweg over de kruin
- dijkovergang weg (asfalt)

7.5 Toets niet waterkerende objecten

7.5.1 *Buitendijks gebied*

Bebouwing

De bebouwing bevindt zich op het buitendijkse gebied. Op het buitendijkse gebied staan twee typen woningen. De beschouwing hier beperkt zich tot die bebouwing die zich het dichtst bij de dijk bevindt. Dit betreft de bebouwing nabij dwarsprofiel 1. Op de aangeleverde bouwtekeningen zijn geen paalfunderingen aangegeven. Op basis van bouwtekeningen wordt aangenomen dat de bebouwing op staal is gefundeerd. Wel is onder de bebouwing een kruipruimte aanwezig met een vloer op een niveau van N.A.P. + 1,19 m. Door de fundering op staal is er geen gevaar dat de fundering afsluitende lagen doorsnijdt. De beoordeling verloopt volgens figuur 3.3.1 katern 7.

Buitendijksgebied geen onderdeel van de waterkering

Allereerst dient getoetst te worden of de bebouwing binnen het beoordelingsprofiel valt. De bebouwing staat op ongeveer 15 m uit de buitenteen. De helling van het buitentalud bedraagt 1:3,2. De buitenteen ligt op een hoogte van N.A.P. + 2,24 m. Ter hoogte van de bebouwing ligt het (fictieve) buitentalud van het beoordelingsprofiel dan op een hoogte van N.A.P. – 2,45 m. De bebouwing valt dus buiten het beoordelingsprofiel en wordt goedgekeurd. De score wordt 'Goed'.

Buitendijksgebied onderdeel van de waterkering

Indien het buitendijkse gebied als onderdeel van de waterkering wordt aangemerkt ligt de bebouwing wel binnen het beoordelingsprofiel en dient de toetsing vervolgd te worden met stap 2; waterkerende elementen in goede staat. De enige waterkerende elementen van de bebouwing zijn de vloeren en wanden van de kruipruimte. Aangenomen wordt dat deze in goede staat verkeren. Voor bebouwing op het buitendijkse gebied dient vervolgens getoetst te worden op macro-en microstabiliteit, op piping en op beheer. De toets op macrostabiliteit betreft Laag Buitenwater, Zettingsvloeiing en Afschuiving. De toets op Laag Buitenwater is niet noodzakelijk voor meerdijken en blijft derhalve in het kader van dit project buiten beschouwing. De score voor Afschuiving en Zettingsvloeiing is 'goed'. Bij maatgevend hoogwater staat er ongeveer 0,5 m water op het voorland. Gezien het ontbreken van bekleding op het buitendijkse gebied is het niet waarschijnlijk dat intrede van water langs de wanden van de bebouwing zal leiden tot een verhoging van de freatische lijn in de dijk.

Bij de beoordeling op piping van de waterkering (hoofdstuk 5) is het intredepunt nabij de buitenteen genomen. De bebouwing staat op ongeveer 15 m uit de buitenteen. Intrede van water langs de wanden van de bebouwing zal dus niet leiden tot een verkorting van de kwelweg.

De bebouwing kan dan worden goedgekeurd. De score wordt 'Voldoende'.

Kadeconstructie

De oever van het buitendijkse gebied wordt gevormd door een kadeconstructie. Deze kadeconstructie bevindt zich ongeveer 80 m uit de buitenteen van de dijk (aansluiting buitendijks gebied – dijk). De kadeconstructie bestaat uit een stalen damwand met een stalen deksloof. Langs de damwand zijn wrijfstijlen gemonteerd. Het bouwjaar van de kadeconstructie is 1995.

Er wordt als eerste getoetst of de damwand binnen het beoordelingsprofiel van de dijk valt. De helling van het buitentalud van de dijk bedraagt 1:3. De buitenteen van de dijk ligt ongeveer op N.A.P. + 2,0 m. Dit betekent dat de damwand tot N.A.P. – 25 m dient te steken om het beoordelingsprofiel nog te snijden. Dit is niet waarschijnlijk.

De kadeconstructie is dus geen onderdeel van de waterkering tenzij het buitendijksgebied als waterkering aangewezen wordt. Hieronder worden deze twee opties nader uitgewerkt.

Kadeconstructie geen onderdeel van de waterkering

Indien het buitendijkse gebied niet aangewezen wordt als onderdeel van de waterkering dan dient getoetst te worden of de kadeconstructie de stabiliteit van de waterkering op enigerwijze negatief beïnvloed. Dit is hier niet het geval. Door de grote afstand van de kadeconstructie tot de buitenteen is de invloed op de macrostabiliteit verwaarloosbaar. Ook met betrekking tot piping heeft de damwand een verwaarloosbare invloed. Bij een maatgevend hoogwater is de waterstand hoger dan het maaiveld van het buitendijkse gebied waardoor het intredepunt voorbij de kadeconstructie op het buitendijkse gebied ligt.

Indien de kade geen onderdeel uitmaakt van de waterkering krijgt deze de score 'goed'.

Kadeconstructie onderdeel van de waterkering

Indien het buitendijkse gebied als waterkering aangemerkt wordt dan dient de kadeconstructie als waterkerend kunstwerk te worden beoordeeld volgens figuur 2.4.3.1 van katern 7 uit de LTV99. Er dient alleen op het aspect 'stabiliteit van de constructie' te worden getoetst. De aspecten 'hoogte' en 'piping' zijn hier niet van belang daar de kerende hoogte verkregen wordt door het grondlichaam achter de kadeconstructie en het intredepunt bij de buitenteen ligt.

De stabiliteit van het omliggende grondlichaam is behandeld in hoofdstuk 5.

De ontwerpbelasting van de kadeconstructie is niet bekend. Er kan derhalve geen uitspraak gedaan worden over een eventuele belastingtoename.

Gezien de recente bouwdatum is het niet waarschijnlijk dat de sterkte van de damwand achteruit is gegaan. Ook tijdens een visuele inspectie van het bovenwatergedeelte van de kadeconstructie zijn geen aanwijzingen naar voren gekomen die erop duiden dat de sterkte afgenomen is. Strikt genomen kan de toetsing van de kadeconstructie niet worden voltooid wegens het niet bekend zijn van de ontwerpbelasting. Na een herberekening van de ontwerpbelasting van de kadeconstructie is dit wel mogelijk. De score wordt 'Twijfelachtig'.

Bomen en struiken

De volgende aspecten kunnen een rol spelen bij de stabiliteit van de bomen en struiken.

1. De intredeweerstand kan door de bomen en struiken verminderen waardoor de freatische lijn in de dijk kan stijgen
2. Door het gewicht en de golf- en windbelasting op de bomen kan de macrostabiliteit afnemen
3. De grasmat rond bomen en struiken kan mogelijk slecht ontwikkeld zijn waardoor de erosiebestendigheid afneemt.
4. Ontworteling van bomen en struiken kan leiden tot versnelde erosie

De beschouwde bomen bevinden zich op het buitentalud op 180 m westwaarts van dwarsprofiel 1. De struiken bevinden zich op 210 m westwaarts van dwarsprofiel 1. Bomen in het buitentalud kunnen slechts gehandhaafd worden indien kan worden aangetoond dat ze de stabiliteit niet nadelig beïnvloeden.

De invloed van de bomen beperkt zich tot de macrostabiliteit buitenwaarts en erosie-aspecten. Het betreft middelgrote bomen waarbij de kans op windworp klein is. Indien echter een boom ontworteld wordt zal deze een groot deel van de bekleding van het buitentalud meenemen. Door de dichte begroeiing zal een grasmat onder de bomen niet aanwezig zijn of zeer slecht ontwikkeld zijn. De bomen worden om deze redenen afgekeurd.

De score wordt 'Onvoldoende'.

De struik bevindt zich op de buitentalud. De bewortelingsdiepte van de struik zal niet dusdanig diep zijn dat deze een afname van de intredeweerstand veroorzaakt. Daar onder de struik de grasmat zich slecht kan ontwikkelen neemt de erosie bestendigheid af. De struik wordt hierop afgekeurd. De score wordt 'Onvoldoende'.

Bekledingsgerelateerde niet waterkerende objecten

Voor de toetsing van deze objecten wordt verwezen naar hoofdstuk 4.4.

7.6 Kabels en leidingen

In Bijlage 7 is een overzicht opgenomen van de kabels en leidingen in het gebied. Dit betreffen allen nutsvoorzieningen. Deze zijn voor het merendeel verkregen via een Klic melding.

Voor de kabels en leidingen geldt op dezelfde gronden als voor de overige NWO's dat kabels en leidingen in het buitendijkse gebied en in het achterland niet verder getoetst hoeven te worden. De overige dienen allen te worden getoetst conform de LTV99. Aanvullend moeten de kabels en leidingen, conform de Handreiking Constructief Ontwerpen, worden getoetst op de aanwezigheid van een kwelscherm en een kleikist.

In de LTV 2002 (concept) wordt vermeld dat kabels worden geacht van weinig invloed te zijn op de veiligheid van waterkeringen en hoeven in principe niet te worden getoetst. Dit geldt niet voor de mantelbuizen waarin de kabel c.q. kabelbundels zijn gelegd. Deze dienen te worden getoetst als drukloze leidingen. Alle kabels zijn derhalve ook getoetst op de aanwezigheid van een mantelbuis. Indien géén mantelbuis aanwezig is dan is de score 'voldoende' gegeven, ongeacht de ligging.

In geval sprake is van onvoldoende gegevens omtrent de kabels en/of leidingen waardoor géén oordeel gegeven kan worden is de score 'twijfelachtig' gegeven.

Voor de resultaten van de toetsing wordt verwezen naar Bijlage 7.

In totaal zijn 7 kabels getoetst. Deze krijgen allen de score '**voldoende**'.

In totaal zijn 6 leidingen getoetst. Hiervan krijgen 2 leidingen een score '**voldoende**'.

Eén leiding is '**twijfelachtig**' en 3 leidingen zijn '**onvoldoende**'.

8 Samenvatting resultaten toets

Voor de resultaten van de dijkvakken 1 en 2 wordt verwezen naar het rapport van INFRAM 2000, blz. 10 en blz. 44

	Km	37,56 – 37,66	37,66-37,71	37,71-37,76	37,76-37,86	37,86-38,02	38,02-38,40
Dijkvak		1+2	3	4	5	6	7
Score met buitendijksgebied en dam Voor de overige varianten wordt verwezen naar tabel 3.6		O	G	G	G	G/O*	O
Stabiliteit	ST						
Piping	STP		O	O	O	O	O
Stabiliteit buitenwaarts	STV						
	LB	Buiten beschouwing gelaten					
	ZV		G	G	G	G	n.v.t.
	AF		G	G	G	G	n.v.t.
Stabiliteit binnenwaarts	STM		O	O	O	O	O
Microstabiliteit	STU		O	O	O	O	O
NWO							
Kabels en leidingen							
• 7 kabels					V		
• 2 Leidingen					V		
• 1 Leiding					T		
• 3 Leidingen					O		
Bomen							
• Bomen		O					
• Struik		O					
Bebouwing							
• Buitendijks geen onderdeel waterkering		n.v.t.	G	G	G	G	n.v.t.
• Buitendijks onderdeel waterkering		n.v.t.	V	V	V	V	n.v.t.
Kadeconstructie							
• Damwand geen onderdeel waterkering		n.v.t.	G	G	G	G	n.v.t.
• Damwand onderdeel waterkering		n.v.t.	T	T	T	T	n.v.t.
Trap		n.v.t.	1*	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Wegovergang		n.v.t.	T	n.v.t.	n.v.t.	T	n.v.t.
Buitendijksgebiedland							
Buitendijks gebied onderdeel waterkering			O	O	O	O	
Afslagprofiel**		V	V	V	V	V	
Buitendijks gebied geen onderdeel waterkering			O	O	O	O	

* dijkvak 6 bestaat uit een gedeelte met hooggelegen buitendijks gebied én uit een gedeelte zonder hooggelegen buitendijksgebied.

** in de situatie zonder dam mag het afslagprofiel niet worden toegepast

1* De stabiliteit van de trap heeft geen invloed op de andere scores

		37,66 – 37,92	37,92-38,02
Resultaten bekledingstoets (BK)	Km		
met dam			
Steenzetting			
NAP -0,25 ⇔ 1,0		T	T
NAP 1,0 ⇔ 1,1		G	G
Grasbekleding		O	O
Zonder dam			
Steenzetting			
NAP -0,25 ⇔ 1,0		O	O
NAP 1,0 ⇔ 1,1		G	G
Grasbekleding		O	O

Symbool	verklaring van de symbolen
G	Goed
V	Voldoende
O	Onvoldoende
T	twijfelachtig (geavanceerde toets of nader onderzoek zinvol)
n.v.t.	niet van toepassing

Literatuur

ARCADIS, Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied, Bouwbureau dijkversterkingen,
*Plan van Aanpak voor het uitvoeren van een Toetsing LTV voor bijzondere locaties en
overige dijkvakken*, 110303/OA1/000144/as, 5 november 2001

INFRAM, Rijkswaterstaat directie IJsselmeergebied,
Toetsing op veiligheid IJsselmeerdijken Noordoostpolder;
Eenvoudige, gedetailleerde en geavanceerde toets, i314, november 2000

Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (T.A.W.),
Leidraad Toetsen op Veiligheid, augustus 1999

Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (T.A.W.),
Leidraad Toetsen op Veiligheid, augustus 2002 (concept)

Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (T.A.W.),
Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies, 2001.

Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (T.A.W.),
Handreiking Constructief Ontwerpen, Bijlagen 2-5, april 1994.

Technisch Rapport Steenzettingen (in voorbereiding)

WL| Delft Hydraulics, *Toetsing van stabiliteit van havendammen*. In opdracht van
Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied. Rapportnummer H4032, mei 2002

RGD, *Geohydrologische Atlas IJsselmeergebied*. Rijksgeologische Dienst, Rijkswaterstaat
e.a, 1991

profiel

Een begrip in Nederland

Met bijna tweeduizend werknemers en ruim tienduizend opdrachten per jaar is Oranjewoud één van de grootste advies- en ingenieursbureaus in Nederland. Dit jaar zijn we precies een halve eeuw actief op het brede terrein van infrastructuur, bouw, stedelijke inrichting, natuurontwikkeling, milieu, vastgoedzaken en vrijetijdsvoorzieningen. Daarbinnen bieden we als één van de weinige partijen de combinatie van idee én verwezenlijking; van ingenieurswerk en daadwerkelijke realisatie binnen één organisatie. Dat staat niet alleen garant voor haalbare plannen, maar ook voor een hoogwaardige uitvoering. Voor onze opdrachtgevers is dat een vertrouwd gevoel.

Sterk in teamwerk

Oranjewoud werkt voor en samen met overheden, bedrijven en instellingen. Van lokale tot landelijke overheid, van handel tot industrie, van midden- en kleinbedrijf tot multinational, van non-profitsector tot particulier; alle opdrachtgevers zijn belangrijk. Daarbij combineren we onze sterke eigen inbreng met respect voor de kennis en kunde van de opdrachtgever. Partnership is dan ook altijd het uitgangspunt.

Raad en daad op maat

Het dienstenpakket van Oranjewoud mag breed worden genoemd. We verzorgen binnen onze werkgebieden het gehele traject van studie, advies, ontwerp, planvoorbereiding en directievoering tot realisatie, beheer en onderhoud. Al naar gelang de wens van de opdrachtgever nemen we hierbij één specifiek gedeelte, een combinatie van meerdere onderdelen of het hele traject op ons.

Creatief en dynamisch

Het brede werkkterrein en de grote verscheidenheid aan activiteiten vindt zijn weerslag in de samenstelling van ons personeelsbestand. We bieden werk aan afgestudeerden op zowel mbo, hbo als academisch niveau. Oranjewoud staat voor werken in een gevarieerde, enthousiaste omgeving met een dynamische uitstraling en volop kansen voor nieuwe uitdagingen, verantwoordelijkheden en doorgroeimogelijkheden. Eigen initiatief, flexibiliteit, creativiteit en teamwerk zijn vanzelfsprekendheden binnen ons bureau.

Altijd binnen handbereik

Oranjewoud is met zes grote en een aantal kleinere vestigingen altijd binnen handbereik. Onze medewerkers staan hierdoor ook in letterlijke zin dicht bij de opdrachtgevers, waardoor wij in alle regio's slagvaardig te werk kunnen gaan. De landelijke business units zijn op vrijwel al onze regionale vestigingen vertegenwoordigd. Zo combineren we inzicht in landelijke ontwikkelingen met een diepgaande kennis van lokale omstandigheden.

Onze buitenlandse activiteiten zijn ondergebracht in Oranjewoud International B.V., met bureaus in Antwerpen, Dresden en Budapest.

www.oranjewoud.nl

Vestigingen

Hoofdkantoor

Directie, Stafdiensten,

Koningin Wilhelminaweg 11
Postbus 24
8440 AA Heerenveen
Telefoon: (0513) 63 45 67
Telefax: (0513) 63 33 53

Heerenveen

Groningen, Friesland, Drenthe,
secretariaat Business unit Bouw & Vastgoed

Tolhuisweg 57
Postbus 24
8440 AA Heerenveen
Telefoon: (0513) 63 45 67
Telefax: (0513) 63 33 53

Deventer

Overijssel, Gelderland,
secretariaat Business unit Stad & Ruimte

Keulenstraat 3
Postbus 321
7400 AH Deventer
Telefoon: (0570) 67 94 44
Telefax: (0570) 63 72 27

Almere

Noord-Holland, Utrecht, Flevoland,
secretariaat Business unit Object & Informatie

Wisselweg 1
Postbus 10044
1301 AA Almere-Stad
Telefoon: (036) 530 80 00
Telefax: (036) 533 81 89

Capelle aan den IJssel

Zuid-Holland, Zeeland,
secretariaat Business unit Bodem & Water

Rivium Westlaan 72
2909 LD Capelle aan den IJssel
Postbus 8590
3009 AN Rotterdam
Telefoon: (010) 288 45 45
Telefax: (010) 288 47 47

Oosterhout

Noord-Brabant, Limburg,
secretariaat Business unit Sport & Techniek

Beneluxweg 7
Postbus 40
4900 AA Oosterhout
Telefoon: (0162) 48 70 00
Telefax: (0162) 45 11 41

Locatie Geleen

Mijnweg 3
Postbus 17
6160 AA Geleen
Telefoon: (046) 478 92 22
Telefax: (046) 478 92 00

Rijswijk

Oranjewoud Infragroep B.V.,
secretariaat Business unit Mobiliteit & Infrastructuur

Polakweg 13
Postbus 1105
2280 CC Rijswijk
Telefoon: (070) 414 31 00
Telefax: (070) 414 31 99

Tevens locaties in:

Groningen, Assen, Stadskanaal, Schoonebeek, Jisp en Goes

