

Toetsmethode griendijk Fort Steurgat

Achtergrondrapport



Toetsmethode griendijk Fort Steurgat

Achtergrondrapport

ing. J.E. Venema
H.A. Schelfhout
M.D. van der Meulen MSc

1206002-000

Titel
Toetsmethode grienddijk Fort Steurgat

Opdrachtgever Rijkswaterstaat WVL	Project 1206002-000	Kenmerk 1206002-000-GEO-0024	Pagina's 28
---	-------------------------------	--	-----------------------

Trefwoorden
Toetsing, griend, wilgen, beheer, monitoring

Samenvatting
Dit rapport is één van de twee rapportages over de toetsing van de grienddijk rondom Fort Steurgat. Naast het onderliggende rapport is er een hoofdrapport [Ref. 7].

In dit rapport worden de achtergronden van het hoofdrapport gepresenteerd.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf Review	Paraaf Goedkeuring	Paraaf
1	jan 2013	ing. J.E. Venema H.A. Schelfhout M.D. van der Meulen MSc	Dr. B.G.H.M. Wichman	ir. L. Voogt	
2	sept 2013	ing. J.E. Venema H.A. Schelfhout M.D. van der Meulen MSc	Dr. B.G.H.M. Wichman	ir. L. Voogt	
3	apr 2014	ing. J.E. Venema H.A. Schelfhout M.D. van der Meulen MSc	Dr. B.G.H.M. Wichman	ir. L. Voogt	

Status
definitief

Inhoud

1 Inleiding	1
2 Gebiedsbeschrijving	3
2.1 Ontpoldering en herinrichting Noordwaard	3
2.2 Fort Steurgat, huidige en toekomstige situatie	4
3 Ontwerpgegevens	5
3.1 Situatie en dwarsprofiel	5
3.2 Hydraulische randvoorwaarden	6
3.2.1 Rekenpunten	6
3.2.2 Ontwerppeilen en golfrandvoorwaarden	6
3.3 Golfhoogte reducerende werking van het griend	7
3.4 Inkomende golfhoogte	9
3.5 Formules en rekenparameters in SWAN-MOD, versie 40.55	10
4 Kenmerken griend	13
4.1 Ecologie	13
4.1.1 Griend	13
4.1.2 Fauna	13
4.2 Ontwikkeling	14
5 Faalfactoren van de golfhoogte reducerende vegetatie	15
5.1 Aantasting griend	15
5.1.1 Ziekte	16
5.1.2 Bevervraat	17
5.1.3 IJsgang	17
5.1.4 Droogte	18
5.1.5 Overstroming	19
5.1.6 Brand	19
5.2 Conclusie	19
6 Monitoring en verslaglegging	21
6.1 Reguliere monitoring	21
6.1.1 Visuele inspectie en metingen	21
6.2 Extreme situaties	21
6.2.1 Visuele inspectie en metingen	21
6.2.2 Monitoring waterstanden en golfhoogte reductie	21
6.3 Verslaglegging	22
7 Regulier beheer en onderhoud	23
7.1 Levensloop griend	23
7.2 Maaien	23
7.2.1 Frequentie	23
7.2.2 Stroken	24
7.2.3 Maaihoogte	24

8	Beheer in uitzonderlijke situaties	25
8.1	Algemene maatregel: herplanten	25
8.2	Zonder hoogwater	25
8.3	Met hoogwater	26
9	Referenties	27

1 Inleiding

In het rapport "Toetsmethode griendijk Fort Steurgat, Hoofdrapport" [Ref. 7] is een toetsmethode uitgewerkt, die voorziet in de toetsing van het griend (takken en stoven) op basis van een methodiek die representatief is voor de situatie bij Fort Steurgat. Dit achtergrondrapport geeft nadere informatie over de uitgangspunten en achtergronden die zijn toegepast bij het opstellen van de toetsmethode.

Bij de nadere uitwerking van de toetsmethode zijn de volgende documenten gebruikt:

1. Ontpoldering Noordwaard, Herbeschouwing zettingen, macrostabiliteit en microstabiliteit Nieuwe Primaire Kering, CNW-ONO-G-1039v02, 17-08-2012.
2. Tekening, CNW-TEK-G-140_2, 17-08-2012.
3. Tekening, CNW-TEK-G-141_2, 17-08-2012.
4. Planstudie Ontpoldering Noordwaard, Ontwerp Innovatieve dijk, Bureau Noordwaard, 16 juli 2009, Definitief rapport, 9R8354.F0.
5. Planstudie Ontpoldering Noordwaard, Dijkverleggingsplan, Bureau Noordwaard, 16 juli 2009, Oplegnotitie, 9R8354.F0.
6. Tekening, ZHTX-0-09-10914, 17-09-2010.
7. Tekening, ZHTX-0-09-10915, 17-09-2010.
8. SO Toetsbaarheid Ecologische Concepten Waterkeren, Deel 2: Plan-, ontwerp- en toetsaspecten, Deltares, oktober 2011.
9. Ontwerp groene golfremmende dijk, Fort Steurgat bij Werkendam, Verkennende studie, Deltares, april 2009.
10. Planstudie Ontpoldering Noordwaard, Ontwerprapport Dijkkring 23, Deel 1, Traject rond Fort Steurgat, Oplegnotitie, RWS-Ruimte voor de Rivier, 29 september 2009.
11. Modelling wave attenuation by vegetation with SWAN-VEG, Model evaluation and application to the Noordwaard polder, Reinout de Oude, January 2010.
12. Planstudie Ontpoldering Noordwaard, Ontwerprapport dijkkring 23, Traject rond Fort Steurgat, Bureau Noordwaard, RWS-Ruimte voor de Rivier, 3 februari 2010, versie bij voorontwerp Rijksinpassingsplan, nr. 9R8354.A0.

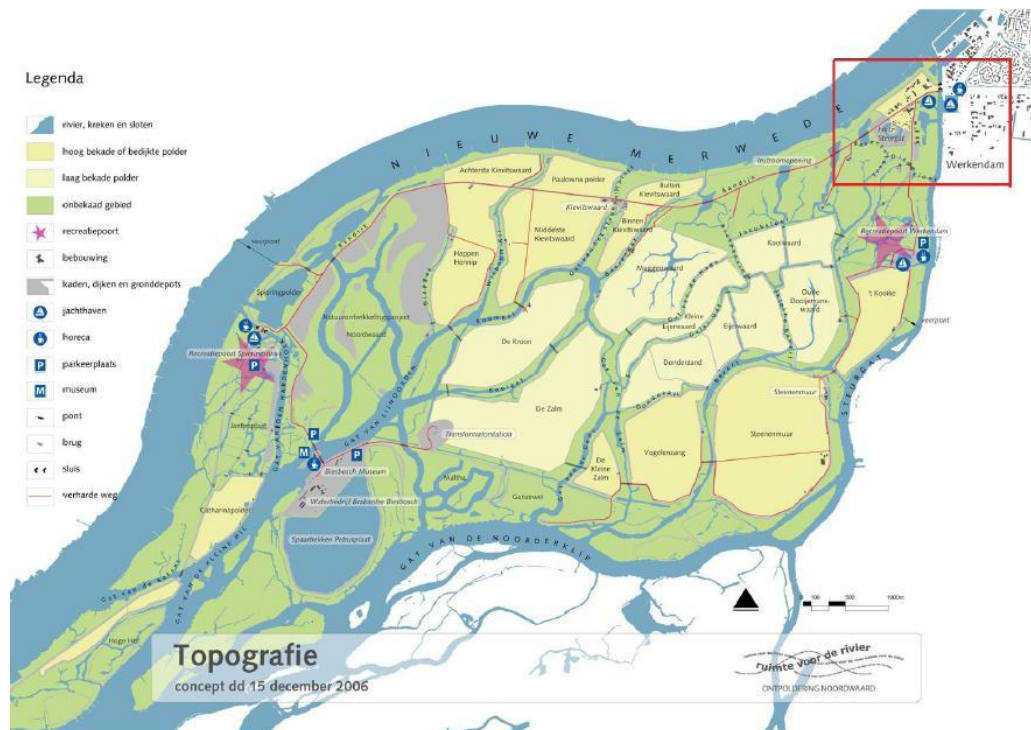
2 Gebiedsbeschrijving

In dit hoofdstuk wordt een korte beschrijving gegeven van het gebied de Noordwaard evenals een kort overzicht van het ontwerp van het griend rondom Fort Steurgat bij Werkendam.

Paragrafen 2.1 en 2.2 zijn overgenomen van [Ref. 1].

2.1 Ontpoldering en herinrichting Noordwaard

In Figuur 2.1 is de ontwerpvisie voor de ontpoldering van de Noordwaard gegeven. De ontpoldering van de Noordwaard behelst in hoofdzaak het verlagen van de huidige primaire kering aan de noordoost zijde (instroomopening) en zuidwest zijde (uitstroomopening). De verlaging vindt plaats over zeer grote lengte (± 2 km instroomopening en ± 3 km uitstroomopening). Als het water in de Nieuwe Merwede hoog staat (hoger dan 2,0 m +NAP) kan het water door de Noordwaard stromen en wordt een verlaging van de rivierwaterstand bereikt (0,6 m lokaal en 0,3 m bij Gorinchem). De verlaagde primaire dijk (uitstroomopening) wordt de 'drempel' genoemd.



Figuur 2.1 Topografie van de Noordwaard met de contouren van het ontpolderingsplan. In rood de uitsnede bij Fort Steurgat [Ref. 1].

In de Noordwaard worden veel hoge en lage kaden aangelegd om landbouw mogelijk te maken. Ook wordt er een patroon van kreken aangelegd om natuur te creëren en recreatiemogelijkheden te vergroten. De historische topografische kaart van omstreeks 1900 heeft hiervoor als inspiratiebron gediend. Ondanks dat de maatregel nieuw is komen er weer veel oude karakteristieken van de Noordwaard terug. Het systeem van vaarpolders

(landbouwpolders ontsloten met watergangen in plaats van met wegen) wordt bijvoorbeeld weer zichtbaar. Om de bereikbaarheid optimaal te houden worden er bruggen aangelegd. In de Bandijk (de huidige doorgaande weg ten noorden van het Fort) is de aanleg van vier grote bruggen gepland om de doorstroom van water mogelijk te maken zonder dat er concessies aan de ontsluiting hoeven te worden gedaan.

Na verlaging van de dijk langs de Nieuwe Merwede tot een niveau van 2,0 m +NAP overstroomt het buitengebied langs Fort Steurgat meerdere keren per jaar. Vanuit de geulen in het zuidwesten komt dagelijks de getijdenbeweging het gebied binnen. Het gemiddelde laagwaterpeil is 0,4 m +NAP, het gemiddelde hoogwaterpeil is 0,7 m +NAP. Het griend staat dan nog droog. Dit is ook de gemiddelde bodemhoogte in het doorstroomgebied langs de primaire waterkering rond het fort. Grote delen van het maaiveld in het doorstroomgebied komen dus dagelijks onder water te staan.

2.2 Fort Steurgat, huidige en toekomstige situatie

Fort Steurgat was het zuidelijke sluitstuk van de 19^{de} eeuwse Nieuwe Hollandse Waterlinie. Het ligt nabij de instroomopening en aan de rand van het doorstroomgebied. Voor de Nieuwe Hollandse Waterlinie is een zorgvuldige inpassing belangrijk. Het fort Steurgat is benoemd als element met grote historisch stedenbouwkundige waarde. Het fort wordt sinds circa 10 jaar permanent bewoond. Er zijn onder andere woningen in de wal gerealiseerd waardoor het fort niet meer waterdicht is.

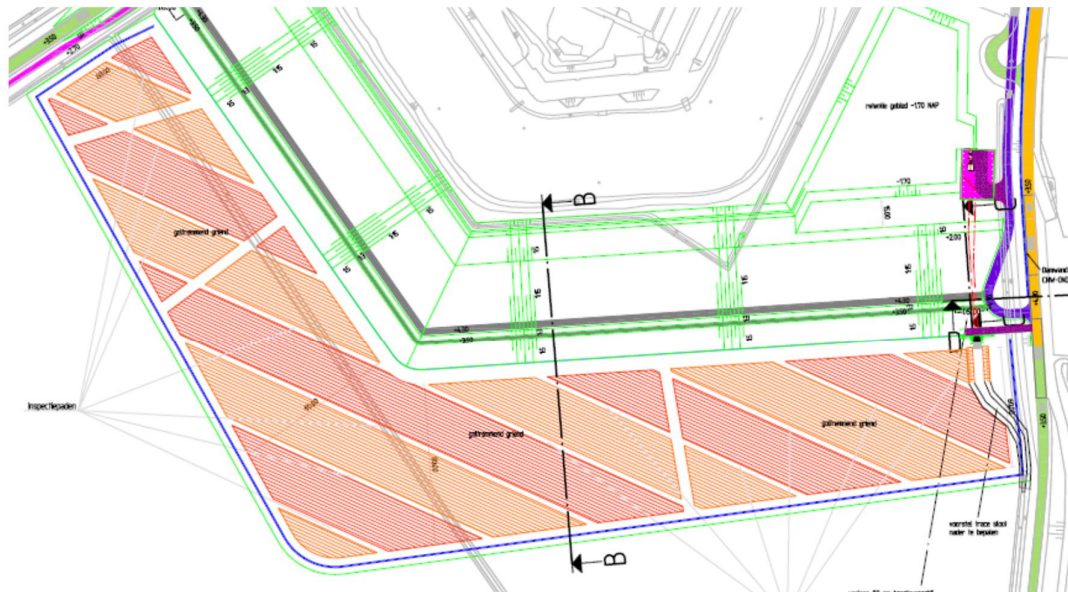
Omdat de waterstand in het doorstroomgebied net zo hoog zal zijn als die op de rivier zullen er maatregelen moeten worden genomen om het fort te beschermen tegen hoogwater. Om de woningen op het fort te kunnen handhaven is een dijk tussen fort en doorstroomgebied onvermijdelijk.

Voorgesteld is om de dijk om het fort een afwijkende vorm te geven. De binnendijkse zijde van de dijk krijgt een zeer flauw oplopend talud. De dijk zal voor een kijker daardoor niet als een steile wand ogen, maar veel meer als een 'opgetild maaiveld'. Aan de buitendijkse zijde zal er wel regulier steil talud worden aangelegd, voorzien van een berm.

3 Ontwerpgegevens

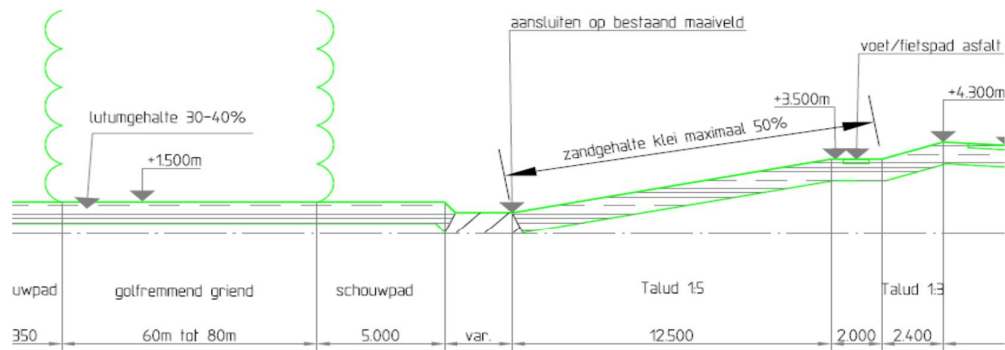
3.1 Situatie en dwarsprofiel

De grienddijk is onderdeel van het (verkleinde) dijkringgebied 23 (Biesbosch) met een veiligheidsnorm van 1/2000 per jaar. De situatie van de grienddijk op basis van het ontwerp (tekening CNW-TEK-G-140_2.pdf van 17-08-2012) is weergegeven in Figuur 3.1.



Figuur 3.1: Situatietekening ontwerp grienddijk Fort Steurgat (detail van tekening in bestand CNW-TEK-G-140_2.pdf van 17-08-2012)

Het op de situatietekening aangegeven dwarsprofiel B is deels weergegeven in de volgende figuur (Figuur 3.2).



Figuur 3.2: Gedeeltelijk dwarsprofiel ontwerp grienddijk Fort Steurgat (detail van dwarsprofiel B van tekening in bestand CNW-TEK-G-141_2.pdf van 17-08-2012), hoogtematen t.o.v. NAP

3.2 Hydraulische randvoorwaarden

3.2.1 Rekenpunten

Voor de bepaling van de hydraulische randvoorwaarden van de griendijk zijn bij het ontwerp vier rekenpunten benoemd. De situering en de coördinaten daarvan zijn weergegeven in de volgende figuur en tabel (Figuur 3.3 en Tabel 3.1).



Rekenpunt	X-coördinaat	Y-coördinaat	Dijkoriëntatie t.o.v. noord
dijkkring 23_1	119059	423786	225°
dijkkring 23_2	119032	423697	315°
dijkkring 23_3	118945	423622	270°
dijkkring 23_4	119012	423511	240°
dijkkring 23_5	119111	423397	225°
dijkkring 23_6	119261	423384	180°
dijkkring 23_7	119390	423418	135°

Figuur 3.3: Situering rekenpunten

Tabel 3.1: Coördinaten rekenpunten

Rekenpunten 1, 2 en 3 liggen buiten het beschouwde gebied voor het toetsen van de griendijk.

3.2.2 Ontwerppeilen en golfrandvoorwaarden

Per rekenpunt zijn met het rekenmodel Hydra-BT de illustratiepunten (maatgevende combinaties van hoogwaterstanden en golven) op basis van golfrandvoorwaarden (ongereducerde golven zonder griend en gereduceerde golven met griend voor dijk) bepaald in het ontwerpproject [Ref. 8], tabel 2-6. De resultaten zijn weergegeven in tabel 3.2.

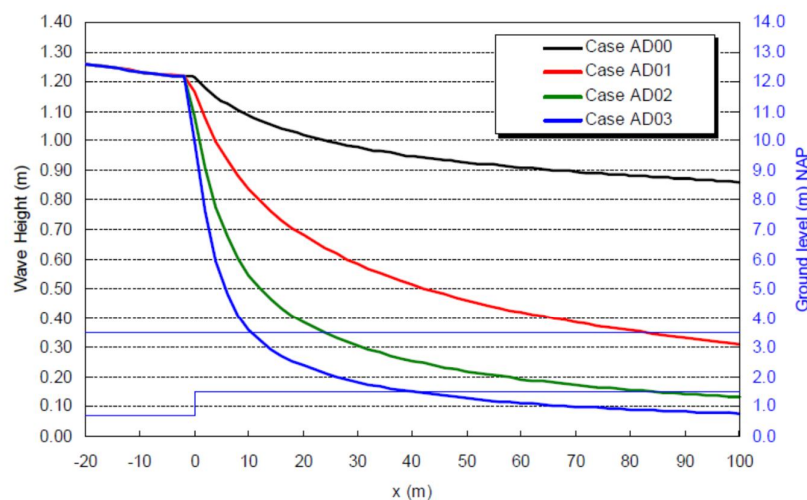
Tabel 2-6: Hydra-BT uitkomsten voor 0%, 40 % en 60 % reductie voor 1 l/s per m: buitenbeloop conform het Deltares profiel (onderbeloop 1:5, 2 m berm op NAP+3,5 m en bovenbeloop 1:3)

Rekenpunt	Richting dijknormaal t.o.v. Noord	Wind- richting	Hoogste waarschijnlijkheid combinatie- waterstand (1/2000 ^e) in rekenpunten rond de kering (m+NAP)	H _s (m) (2050)	T _p (s) (2050)	Hydraulische belastingniveau (m+NAP)	Kruinhoogte inclusief robuustheids- toeslag	Overslag criterium	Golfhoogte- reductie door Grienden
4	240	W	3,0	1,2	4,4	4,4	4,7	1,0 l/s/m	0%
5	225	W	3,1	1,0	4,2	4,2	4,5		
6	180	WZW	2,9	0,9	4,0	3,9	4,2		
7	135	WZW	3,5	0,6	3,0	3,5	(3,8)*, 4,3		
4	240	W	3,1	0,7	4,4	4,0	4,3	1,0 l/s/m	40%
5	225	W	3,2	0,6	4,2	3,9	4,2		
6	180	WZW	2,9	0,9	4,0	3,9	4,2		
7	135	WZW	3,5	0,6	3,0	3,5	(3,8)*, 4,3		
4	240	W	3,2	0,5	4,4	3,8	4,1	1,0 l/s/m	60%
5	225	W	3,3	0,4	4,1	3,7	(4,0)*, 4,1		
6	180	WZW	3,4	0,3	3,2	3,6	(3,9)*, 4,2		
7	135	WZW	3,5	0,2	3,0	3,5	(3,8)*, 4,3		

Tabel 3.2: Ontwerppeilen en golfrandvoorwaarden per rekenpunt [Ref. 8].

3.3 Golfhoogte reducerende werking van het griend

In het ontwerpverslag [Ref. 8] worden berekeningsresultaten gepresenteerd met een golfhoogte reductie van het griend van 0%, 20%, 40%, 60% en 80%. Uiteindelijk is er voor gekozen om 60% golfhoogte reductie toe te passen. Hierbij grijpt men terug naar het Deltares rapport [Ref. 1] waarin uitgelegd is hoe aan de 60% golfhoogte reductie is gekomen. In figuur 4-5 hiervan staan verschillende lijnen die golfhoogte reductie weergeven. In figuur 3.4 is deze figuur overgenomen.



Figuur 3.4: Figuur 4-5 uit het Deltares rapport [Ref. 1]: Golfhoogte (linker-as) in het vegetatieveld berekend met SWAN-MOD. De bodemhoogte is aangegeven met de dunne blauwe lijn (rechter-as). Het vegetatieveld start bij de berm ($x = 0$ m) en is 100 m breed (zie tabel 3.3 voor uitleg van case-namen).

De zwarte lijn in figuur 3.4 geeft aan wat de invloed is van het verhoogde voorland, zonder wilgen (case AD00). Dit is ongeveer 30 cm golfhoogte reductie bij een voorland van 60-80 meter breed.

De afname van de golfhoogtes hangt af van de vegetatiefactor V_f (combinatie van verschillende vegetatiekenmerken). Bij een vegetatiefactor van 0,7 (rode lijn, case AD01) is de afname over 100 m breedte van het griend ongeveer 75%, bij $V_f = 2,4$ (groene lijn, case AD02) is de afname ongeveer 85% en bij $V_f = 4,9$ (blauwe lijn, case AD03) is de afname ongeveer 93%.

Het ontwerprapport gaat uit van een effectieve breedte van 40 meter van het griend. Om 60% golfhoogte te reduceren op 40 meter, is de rode lijn van figuur 3.4 maatgevend.

De rode lijn is gebaseerd op een vegetatiefactor (V_f) van 0,7. Dit is een gecombineerde vegetatiefactor voor de takken en de stoven tezamen. Tabel 4-5 van het Deltares rapport maakt dat duidelijk, wat hier is overgenomen in tabel 3.3.

Griend	0-alternatief	Laag	Gemiddeld	Hoog
Takken (1,7 m op stoven)	0	0,8	2,7	5,5
Stoven (0,3 m)	0	0,4	0,9	1,3
Schatting beide	0	0,7	2,4	4,9
Naam model case	AD00	AD01	AD02	AD03

Tabel 3.3: Schatting van gecombineerde vegetatiefactoren V_f voor griend op basis van vegetatiefactoren van griend takken en griend stoven

De lage schatting is gebruikt in het toetsrapport (veilige benadering). Als er meer onderzoek is uitgevoerd naar de relatie tussen theorie en praktijk kan worden besloten om hogere vegetatiefactoren te gebruiken. Het toetschema is gebaseerd op een maaibeheer van 1x per 2 jaar maaien. Dan staan er takken van 1 jaar en stoven (zie tabel 3.4) in een verhouding van 50%-50%. Wanneer er wordt gekozen om 1x per 4 jaar te maaien, dan staan er takken die een veel hogere dempende werking hebben.

Tevens is er reserve aanwezig wanneer de biomassa volledig aanwezig is (na 6 jaar groei). De vegetatiefactor kan dan groter zijn, orde 2,0 of nog hoger voor takken (zie tabel 3.4).

De vegetatiefactor voor takken ligt dicht bij de schatting van het totaal van de vegetatie van takken en stoven. Dit betekent dat de stoven niet veel golfhoogte reductie leveren. In het toetsrapport is daarom de eis gesteld dat minimaal 50% van de effectieve breedte van het griend uit takken moet bestaan.

Om de verschillen in mogelijke dichtheden mee te nemen in de analyse is een lage, gemiddelde en hoge schatting van de gecombineerde vegetatiefactor gemaakt. Deze schattingen combineren de lage, gemiddelde en hoge schattingen van vegetatiefactoren voor takken en stoven. In tabel 3.4 worden de eigenschappen van het griend gegeven bij deze schattingen (= tabel 4-4 van het Deltares rapport [Ref. 1]).

Griend	D (mm)			N/stoof			N / m ²			C _D	V _f		
	H	L	Gem	H	L	Gem	H	L	Gem		H	L	Gem
Takken 1 jr	13	9	11	100	30	60	430	129	258	0,7	3,9	0,8	2,0
1 – 3 jaar	15	11	13	100	30	60	430	129	258	0,8	5,2	1,1	2,7
Takken >3 jr	16	14	15	100	30	60	430	129	258	0,8	5,5	1,4	3,1
Stoven	300	100	200				4,3			1	1,3	0,4	0,9

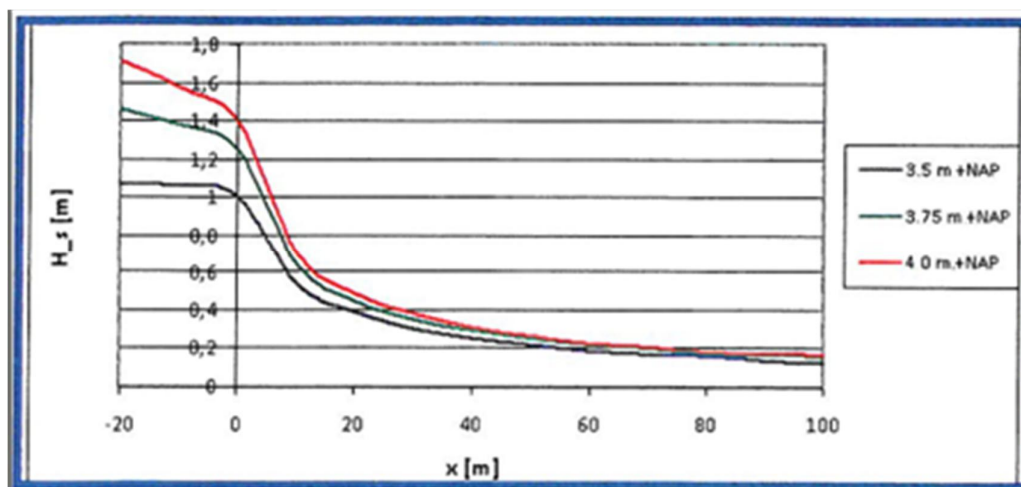
Tabel 3.4: Eigenschappen van griend zoals gemeten tijdens veldmeting Rhoonse Grienden: D = diameter, N/stoof = aantal stammen per stoof, N/m² = aantal stammen per vierkante meter, C_D = ruwheids coëfficiënt en V_f = vegetatiefactor. Per eigenschap is een hoge (H), lage (L) en gemiddelde (gem) schatting gegeven.

Uit de gegevens van tabel 3.4 is de tabel gemaakt in het hoofdrapport, tabel 3.1 [Ref. 7]. De overgenomen waarden zijn in vet gemarkeerd.

3.4 Inkomende golfhoogte

In het Deltares ontwerprapport [Ref. 1] worden alleen inkomende golfhoogtes gegeven van 1,2 meter of lager. In de toekomst zou het mogelijk kunnen zijn dat de toetsrandvoorwaarden hogere golfhoogtes bij Fort Steurgat voorschrijven.

In het blad H₂O van 12 november 2010 is een artikel over de griendijk Fort Steurgat gepubliceerd van Mindert de Vries, Reinout de Oude en Erik-Jan Houwing [ref. 18], waarin de volgende figuur met hogere inkomende golven en waterstanden is opgenomen:



Figuur 3.5: Reductie van hogere inkomende golfhoogtes en hogere waterstanden (afbeelding 4 uit [Ref. 18])

In de tekst staat daarbij vermeld:

“De toekomstbestendigheid van het ontwerp is nader bepaald door de huidige hydrodynamische condities te vergelijken met mogelijke toekomstige (hogere) belastingcondities. Hierbij zijn twee extra combinaties doorgerekend: één met een waterstand van 3,75 meter +NAP en een significante golfhoogte van 1,5 meter en één scenario met een waterstand van +4,00 meter +NAP en een significante golfhoogte van 1,75 meter. Bij een toename in waterstand en golfhoogte heeft het meeste energieverlies (afname golfhoogte) ook binnen de eerste 20 meter van het griend plaats. Deze energiereductie door de wilgen is

voor hogere golven groter dan voor lagere, waardoor de uiteindelijke golfhoogte voor de verschillende scenario's al na 40 meter ongeveer gelijk blijft. Dit betekent dat met een toename van de golfcondities de effectiviteit van het wilgenbos toeneemt en de achterliggende dijk niet direct verhoogd hoeft te worden."

In de referenties bij het artikel worden de berekeningsresultaten echter niet vermeld. Ook is het onduidelijk welke vegetatiefactor is gehanteerd. Voor de hoogte van de takken is er van uitgegaan dat deze tot boven het toetspeil plus de halve golfhoogte reiken.

Om tegemoet te komen aan de wens om de reductie bij hogere golfhoogten te kunnen bepalen, zonder terug te grijpen naar de geavanceerde methode, is figuur 3.6 gemaakt.



Figuur 3.6: Benodigde breedte griend bij gelijkblijvende waterstand en hogere inkomende golfhoogten.

De lijn van een inkomende golfhoogte van 1,2 meter is verticaal verplaatst met 10 cm, en met 20 cm om de andere lijnen te maken. Hierbij is geen rekening gehouden met extra golfhoogte reductie, omdat deze qua grootte niet bekend is. Bij hogere golfhoogten is meer benodigde breedte van het griend nodig om de gewenste golfhoogte reductie te halen. In tabel 3.3 van het toetsrapport zijn de via extrapolatie van de waarden uit tabel 3.6 verkregen breedten gegeven.

Bovenstaande is een veilige benadering. Door opnieuw SWAN-MOD-berekeningen te maken kunnen bovenstaande waarden scherper gekwantificeerd worden. In de volgende paragraaf wordt een overzicht gegeven van de formules en rekenparameters in de bij het ontwerp gebruikte SWAN-MOD, versie 40.55.

3.5 Formules en rekenparameters in SWAN-MOD, versie 40.55

Modelcontrole (hoofdrapport, paragraaf 3.4) houdt in dat de case AD01 (zie tabel 3.3 of figuur 3.4) opnieuw moet worden doorgerekend en moet resulteren in een vergelijkbare grafiek als figuur 3.4.

De vegetatiemodule is gebaseerd op de formuleringen van Dalrymple [Ref. 1]. Het programma SWAN heeft de daarvoor de volgende extra invoer nodig:

- C_D = weerstandscoefficiënt [-]
- D = diameter van de takken [m]
- N = aantal takken per m^2 [stuks]
- $H_{s,i}$ = inkomende significante golfhoogte aan rivierzijde [m]
- T_p = piekperiode bij $H_{s,i}$ [sec]
- Geometrie = bodemschematisatie [m +NAP]

Indien de bij stap 2 berekende golfhoogte reductie niet voldoet aan de eis kan deze worden verhoogd door rekening te houden met het bio-volume van de in het griend aanwezige vegetatie. Het bio-volume kan worden berekend met de volgende formule:

$$V_{bio} = \frac{N * \pi * D^2}{4} \quad (2)$$

met:

V_{bio} = bio-volume van de vegetatie [m³ per eenheid van hoogte]

De stoven mogen daarbij niet worden meegeteld.

Met behulp van het bio-volume kan aan de hand van tabel 4.3 de ruwheidscoëfficiënt C_D worden aangescherpt:

V_{bio} [m ³]	Leeftijd takken [jaar]	Ruwheidscoëfficiënt C_D [-]
0	0	0
0,008	0,5	0,5
0,011	1	0,7
0,012	1,5	0,75
0,013	2	0,8

Tabel 3.5: Bepaling ruwheidscoëfficiënt C_D

In de Dalrympleformulering wordt vegetatie beschreven met drie parameters, nl. de diameter (D), aantal takken per m^2 (N) en de weerstandscoefficiënt C_D . De C_D heeft de waarde 1 voor stijve ronde cilinders. De drie parameters kunnen worden vermenigvuldigd en leveren dan de zogenaamde vegetatiefactor V_f , als volgt

$$V_f = C_D * N * D \quad (3)$$

Wanneer V_f afwijkt van de basiswaarde die bij het ontwerp is toegepast ($V_f = 0,7$) zijn er mogelijkheden om de golfhoogte reductie te optimaliseren door nieuwe berekeningen te maken met de vegetatiemodule van SWAN.

Als de formules en/of de rekenparameters sinds het ontwerp zijn gewijzigd kan dat invloed hebben het gekozen criterium van 60% reductie van de inkomende golfhoogte door het

griend. In dat geval moeten nieuwe SWAN-MOD-berekeningen worden gemaakt met de actuele versie van het model.

4 Kenmerken griend

4.1 Ecologie

In deze paragraaf wordt specifiek ingegaan op de ecologie van het griend, evenals van beschermde diersoorten die in het gebied voorkomen.

4.1.1 Griend

Een griend (wilgenbos, meestal met moerasachtige ondergrond) wordt aangelegd door het in de grond steken van wilgenstokken. Deze stokken maken een wortelstelsel, wat na een jaar wortels heeft van 1 – 1,5 m diep. In het eerste jaar na aanplanten groeien de wilgen tot een hoogte van ongeveer 3 tot 3,5 m. Het tweede jaar worden de wilgen ongeveer 5 tot 5,5 meter hoog en in het derde jaar treedt er vooral verdikking van de stoven op, waarbij de wilgen nog tot ± 6 m hoogte groeien (persoonlijk commentaar griendteiler Van Schaik uit Ingen, oktober 2012).



Figuur 4.1 Foto van een wilgengriend (Bron: Website Van Schaik)

Het griend in dit ontwerp zal bestaan uit twee verschillende soorten wilgen. Hierbij wordt een keuze gemaakt uit *Salix alba* of *Salix triandra* in combinatie met *Salix viminalis*. Omdat ten tijde van het schrijven van dit rapport nog niet is besloten welke soorten daadwerkelijk zullen worden geplant, worden in dit achtergrondrapport alle drie de soorten meegenomen. In het oorspronkelijke ontwerp wordt gesproken over een griend van *S. alba* en *S. viminalis*. *S. alba* gedijt echter beter in gebieden die regelmatig overstromen, en zou hier dus water te kort kunnen komen. Daarnaast kan *S. triandra* beter tegen machinaal maaien (persoonlijk commentaar griendteiler Van Schaik uit Ingen).

Er wordt verwacht dat het griend als schuilplaats kan dienen voor vogels en kleine zoogdieren. Voor meer achtergrondinformatie wordt verwezen naar de verkennende studie naar het ontwerpen van een golfremmende dijk bij Fort Steurgat [Ref. 1].

4.1.2 Fauna

Bevers (*Castor fiber*) komen van naturen voor in de Biesbosch, maar waren in 1800 verdwenen uit het gebied. In 1988 is de soort opnieuw geïntroduceerd met als doel om meer diversificatie van het wilgenbos, hun voornaamste voedselbron, tot stand te brengen [Ref. 4]. Bevers leven in families van 5 à 6 individuen in de buurt van water waar ze foerageren op de schors van bomen en twijgen. Daarnaast bouwen bevers een burcht van enkele meters breed en enkele honderden meters lang met een ingang onder water en leggen ze dammen en kanalen aan (bron: Wikipedia). De dammen bestaan uit stammen, takken, modder en stenen. De populatie bevers in de Biesbosch in 2003 werd geschat op ongeveer 250 bevers [Ref. 9], maar recenter onderzoek schat de minimale aantallen op 125 [Ref. 3].

De bever is een N2000 soort. Volgens de Gedragscode Natuurbeheer [Ref. 2] zijn zoogdieren kwetsbaar van april tot en met september. Dit betekent dat werkzaamheden zoals maaien in hetzelfde vak moeten worden uitgevoerd in een zo kort mogelijke doorlooptijd. Dit geldt ook voor de afvoer van het gemaaid materiaal. Aangezien het griend normaal gesproken niet onder water staat, is het onwaarschijnlijk dat bevers zich zullen vestigen.

4.2 Ontwikkeling

Hoe het griend zich ontwikkelt, is sterk afhankelijk van het gehanteerde maaibeleid. Hierbij wordt uitgegaan van het 'standaard' maaibeleid waarbij elke 2 jaar gemaaid wordt. Als er vaak (2 keer per jaar) gemaaid wordt stimuleert dit de groei van takken, waardoor het aantal takken per stoof zal toenemen. Hierbij moet er echter wel voor worden gezorgd dat de minimale hoogte van het griend voldoet bij de start van het stormseizoen in september/oktober. Het beheer zal dus moeten worden aangepast op korte en lange termijn.

In het algemeen kan het volgende tijdsplan worden geschetst voor de ontwikkeling van het griend (zie Tabel 4.1).

Maaironde (oogst)	Proces	Aantal takken per stoof (N)	Golfhoogte reductie	Aandachtspunt beheer
0	Vorming wortelstelsel	0 à 12 stuks	N voldoet niet	Uitdroging van wilgen
1	Toename aantal takken per stoof	12 à 15 stuks	N voldoet niet	Wilgen maaien net boven de oogjes (hier komen het volgend jaar nieuwe takken uit)
2	Toename aantal takken per stoof	15 à 25 stuks	N voldoet niet	
3	Toename aantal takken per stoof	25 à 30 stuks	N voldoet	
17	Maximale levensduur griend	>30 stuks	N voldoet	Gefaseerd stoven vervangen (bijv. gedurende 4 jaar 1 stoof/m ²)

Tabel 4.1 Overzicht van de ontwikkeling van het griend uitgaande van elke 2 jaar maaien en de aandachtspunten voor beheer (persoonlijk Commentaar griendteler Van Schaik uit Ingen).

Het griend heeft een levensduur van 35 jaar omdat de stoven gedurende de jaren groter worden in diameter, waardoor de onderlinge ruimte tussen stoven te klein wordt. Nieuwe aanplant zou gerealiseerd kunnen worden door het selectief verwijderen van 1 stoof per vierkante meter gedurende 4 jaar.

5 Faalfactoren van de golfhoogte reducerende vegetatie

Het griend bestaat uit twee soorten wilg *Salix alba/Salix tiandra* en *Salix viminalis*. De golfhoogte reducerende werking van het griend kan worden beïnvloed door verschillende factoren zoals brand, ziekte, vraat, ijsgang, droogte en overstroming. In dit hoofdstuk worden deze factoren stuk voor stuk behandeld, waarbij wordt aangegeven hoe groot de kans is dat er schade optreedt aan het griend, waardoor het zijn veiligheidsfunctie niet volledig kan vervullen. Waar mogelijk wordt aangegeven tot welke waarden de veiligheidsfunctie van het griend voldoet.

Het griend staat op een verhoogd voorland. Door deze verhoging voelen de golven die op het griend aankomen het voorland en zullen dus al voor een deel worden gereduceerd, ook wanneer er geen griend aanwezig is. In figuur 3.4 geeft de zwarte lijn deze relatie aan, waarbij duidelijk is dat er door het kale voorland over een breedte van 80 m al een golfhoogte reductie van ongeveer 0,3 m wordt gerealiseerd.

De stabiliteit van het voorland is geen probleem, tenzij hierdoor wilgen verdwijnen. Omdat het voorland verhoogd is aangelegd wordt verondersteld dat er hierdoor geen afschuiving kan optreden. Erosie zou met name aan de buitenste rand van het griend kunnen ontstaan, maar heeft dus alleen effecten op de golfhoogte reductie als er bomen worden ontworteld. Als meer dan 5% van de bomen aan de buitenste rand ontworteld zijn, of als er hier wortels bloot komen te liggen, kan men een expertgroep inschakelen die advies kan geven over eventuele maatregelen.

5.1 Aantasting griend

Er is sprake van significante aantasting van het griend als er niet wordt voldaan aan de minimale eisen die aan het griend worden gesteld om 60% golfhoogte reductie te realiseren. De belangrijkste aspecten van het griend die deze golfhoogte reductie tot stand brengen zijn de hoogte en de dichtheid (bio-volume) van het griend.

De resultaten uit deze paragraaf zijn tot stand gekomen door telefonisch contact met de heer Van Schaik van Van Schaik V.O.F uit Ingen, die werkzaam zijn in het aanleggen en beheren van wilgengrienden.

In tabel 5.1 worden de verschillende factoren, de kans dat ze optreden en de eventuele gevolgen waar mogelijk kwantitatief weergegeven.

Faalfactor	Kans van optreden	Mogelijke gevolgen	Ernst gevolgen	Eventuele maatregel
Ziekte	-	Bladverkleuring, verminderde groei	-	Inzet bestrijdingsmiddelen, selectieve kap
Bevervraat	-/+	Verdwijnen enkele takken	-/+	Weren/vangen bevers
IJsgang	1:1000 (alleen buitenste paar cm), 1:10 000 (gehele griend)	Afbreken takken	++	Maaien
Droogte	-/+	(alleen in het eerste jaar na aanplant) Sterfte, verminderde bovengrondse groei	(alleen in het eerste jaar na aanplant) ++	Besproeiing (na 2 weken droogte)
Overstroming	-/+ (mede afhankelijk van hoogte buitenwaterstrand)	Geen gevolgen (in ieder geval tot 3 maanden)	-/+	N.v.t.
Brand	--	Afbranden griend (met name hoger op het talud)	+	Blussen en evt. herplanten

Tabel 5.1 Overzicht faalfactoren, kans van optreden, mogelijke gevolgen, ernst gevolgen en eventuele maatregelen. 0 = niet aanwezig, -- = zeer klein, - = klein, -/+ = matig, + = groot, ++ = zeer groot.

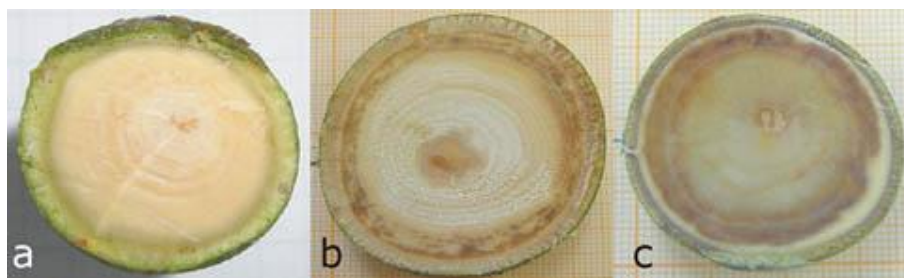
5.1.1 Ziekte

Door gebruik van een mix van twee verschillende *Salix* soorten wordt de kans dat er significante aantasting optreedt door ziekte redelijk klein. Wilgen kunnen ziek worden als gevolg van een schimmel- of bacteriële infectie (bijvoorbeeld watermerkziekte, zwarte kanker), maar kunnen ook worden aangetast door insectenvraat door bijvoorbeeld wilgenhaantjes (een kever van de familie Chrysomelidae), luizen en roest die kunnen leiden tot verkleuring van het blad. Het voert te ver om alle mogelijke ziektes en insectenvraat hier aan bod te laten komen, daarom wordt van elk van beide typen aantasting een voorbeeld gegeven.

De larven van het wilgenhaantje zijn ongeveer een halve centimeter groot. Ze zijn zwart aan de bovenkant en geel aan de onderkant. De volwassen kevers zijn te herkennen aan een metaalgroene of blauwe kleur [Ref. 15]. Van de drie soorten wilg (*S. alba*, *S. triandra* en *S. viminalis*) zijn *S. alba* en *S. triandra* de meer robuuste soort wat betreft insectenplagen [Ref. 16].

De oorzaak van de infectieziekte watermerkziekte is een bacterie (*Brenneria salicis*) die in de houtvaten van de wilgen voorkomt. Aangetaste wilgen hebben verwelkte, verdroogde en bruin gekleurde bladeren. Ook is het hout waterachtig en heeft een doorzichtige, oranjebruine kleur (zie Figuur 5.1). *Salix alba* is gevoeliger voor watermerkziekte dan bijv. *S. fragilis*. De

ziekte komt echter met name voor in oudere takken. Bij regelmatig knotten is de kans dat de wilg overleeft groter. Aantasting van het griend door ziekte komt voor, maar aantasting van meer dan 5% van een griend komt in de praktijk sporadisch voor (persoonlijk commentaar griendteler Van Schaik uit Ingen). Incidenteel zouden er bomen uit kunnen vallen ten gevolge van ziekte, maar in de praktijk ziet men dat eigenlijk nooit.



Figuur 5.1 Watermerksymptomen in het hout. Het hout verkleurt bruin bij contact met de lucht. Het snijvlak van een tak (a) die gezond is, (b) met recente aantasting, typisch in de houtjaarringen gevormd in de laatste jaren, (c) met ver gevorderde aantasting. Bron: Website ILVO [Ref. 11]

Conclusie: Om aan de conservatieve kant te zitten wordt er bij de toetsing uitgegaan van een maximale toegestane aantasting van het griend van 5% door ziektes.

Bij een aantasting van 5% of meer zou selectief gekapt moeten worden om eventuele verspreiding van de ziekte te voorkomen.

5.1.2 Bevervraat

Beyers kunnen stukken van het griend oogsten voor het bouwen van hun burchten. Bevervraat is echter erg verspreid over de verschillende stoven, waarbij vaak maar enkele takken per stovf worden geoogst en er weinig bijdrage van de takken aan de golfhoogte reductie zal zijn. Daartegenover staat dat deze bomen echter weer uitlopen. Ter illustratie: in een bos dat beheerd wordt door de heer Van Schaik in Duitsland zijn 2 à 3 beverfamilies actief die ongeveer een stuk van 150 m² aan de rand van het griend bij het water aanvreten. Het griend bij Fort Steurgat is minimaal 60 x 500 = 30.000 m². Dit zou dus een aantasting van ongeveer 0,5% van het griend betekenen.

In het ontwerp is het niet waarschijnlijk dat bevers zich permanent gaan vestigen, aangezien het griend alleen bij hoogwater onder water zal staan. Echter, omdat dat de mogelijkheid dat bevers daadwerkelijk een burcht gaan graven vanuit een aanliggende waterpartij niet uit te sluiten is zal er in de reguliere monitoring ook gekeken worden naar de vestiging van bevers. Ander ongedierte zoals muskusratten hebben eigenlijk geen invloed op het griend.

Conclusie: Om aan de conservatieve kant te zitten wordt uitgegaan van een maximale toegestane aantasting van het griend van 5% door bevervraat. Dit percentage is vergelijkbaar met aantasting bij ziektes.

5.1.3 IJsgang

Bij periodes van langdurige vrieskou en langere tijd hoogwater is er een heel kleine kans dat er ijsgang optreedt in het griend. Ijsgang verloopt in een aantal stadia, waarbij vast ijs ongeveer 4 à 6 dagen verschijnt na het eerste drijfij. Dit vaste ijs groeit met een snelheid van ongeveer 20 km per dag in bovenstroomse richting (Website KNMI [Ref. 12]). Dit kan tot gevolg hebben dat het griend een grote ijsmassa wordt. Door temperatuurstijging en westenwind zakt het ijs, waardoor de takken die op de stoven staan kunnen afbreken.

Hierdoor lijdt het gewas wel ernstig, en is de enige beheermaatregel het maaien van het griend.

De kans dat dit optreedt is heel klein, ten eerste omdat de omstandigheden voor ijsgang in Nederland in de rivieren niet vaak voorkomen (In de 20^e eeuw waren er in totaal 10 winters met vast ijs op de Waal, Nederrijn of Lek, de laatste keer dat er vast rivierijs ontstond was in 1987, Website KNMI). Ten tweede omdat er onder normale omstandigheden geen water staat bij deze dijk. Ijsgang langs het griend kan hier dus alleen ontstaan als het rivierijs opbreekt en gaat kruien of als er water over een ijssdam stroomt de polder in, en daarna weer bevroert. Hierbij zou het ijs echter over de instroomdrempel moeten komen en dan weer bevroren op een hoger niveau dan het griendplateau. De laatste keer dat er kruierend ijs werd waargenomen op de Merwede was tijdens de strenge winter van 1929.

De effecten van ijsgang op het griend hangen af van factoren als de wateroppervlakte, waterdiepte en stroomsnelheid, grootte van het voorland, de mogelijke lengte van de ijsplaat en de kracht waarmee de ijsplaat dan tegen het talud aanduwt. Het risico dat de buitenste rand van het griend aangetast wordt door ijsgang wordt geschat op 1:1000, en de kans dat het gehele griend verdwijnt 1:10000 (persoonlijk commentaar M. van der Wal, Deltares). Door het beheer van de rivieren, dat minder afvoer van koelwater toestaat, wordt het water kouder. De verwachting is dat de kans dat ijsgang op de rivieren optreedt op de lange termijn wel toe zal nemen.

Conclusie: Ijsgang valt onder een calamiteit samenvallend met een bepaalde hoogwaterstand. Monitoring hierop is niet echt mogelijk. Als dit optreedt, is de enige mogelijke maatregel na afloop van de vorstperiode dat het griend laag bij de grond gemaaid moet worden om scheefgroei van nieuwe takken te voorkomen. Als dit nog voor het groeiseizoen gebeurt zou er in oktober van het jaar daarop weer enige golfhoogte reductie van het griend moeten optreden. Of dit ook voldoende is zal moeten blijken uit de toetsing.

5.1.4 Droogte

Het griend wordt geplant door het in de grond steken van kale stokjes. Deze hebben tijd nodig om een ondergronds wortelnetwerk op te bouwen om bij het grondwater te kunnen. Salix soorten zijn met name in de eerste paar jaar na aanplanting gevoelig voor droogte. Uit een droogte experiment met o.a. *S. alba*, *S. tiandra* en *S. viminalis* blijkt dat alle soorten een verschuiving krijgen in de verhouding tussen wortels en takken na 3 weken van droogte [Ref. 6]. Dit betekent dat deze soorten meer energie steken in het wortelstelsel om bij het grondwater te kunnen komen, met als gevolg dat de bovengrondse groei achterblijft en het griend de minimale vereiste hoogte dus minder snel zal bereiken.

Na het eerste jaar zijn de wortels diep genoeg (ongeveer 1 m) om zichzelf van water te kunnen voorzien en is besproeiing niet nodig. Het griend in dit ontwerp staat echter op een verhoging, waardoor het de wilgen meer tijd kost om het grondwater te bereiken. Dit zou kunnen betekenen dat de periode van gevoeligheid voor droogte langer is, echter gezien de hoeveelheid en regelmaat waarmee het in Nederland regent, is de kans op uitdroging gering.

Conclusie: Droogte moet vooral in de gaten worden gehouden in de eerste paar jaar na de aanleg van het griend. Om aan de conservatieve kant te zitten wordt aanbevolen om na 2 weken droogte te starten met besproeiing.

5.1.5 Overstroming

Wilgen komen van naturen voor op plaatsen die langere periodes onder water te staan. De soort is echter niet bestand tegen permanente verzadiging van de bodem, en moeten gedurende 2 maanden in het groeiseizoen doorlucht zijn [Ref. 13]. In een griend in de uiterwaarden bij Waardenburg staat een griend soms 2 tot 3 maanden onder water zonder gevolgen. Deze periodes van overstroming vinden vooral plaats buiten het groei seizoen (voorjaar of najaar) en hebben daarom ook weinig effect op de groei van het griend.

Conclusie: Salix soorten tolereren enkele maanden overstroming. Hier hoeven geen extra maatregelen voor genomen te worden.

5.1.6 Brand

Brand kan op natuurlijke wijze ontstaan, bijvoorbeeld door de prismawerking van glas op een zonnige dag, maar in Nederland worden branden ook regelmatig aangestoken. De kans dat er brand ontstaat in een wilgengriend is echter vrijwel nihil omdat er geen brandbare materialen aanwezig zijn in het griend. De ondergrond is bij goede conditie van het griend niet geschikt voor brandbare ondergroei zoals grassen door lichtlimitatie, en het griend zelf is te vochtig om te branden.

De bomen die hoger op het talud staan wateren wel sneller af dan de bomen onderaan het talud. In extreem droge periodes zou er dan schade kunnen optreden door brand van dor materiaal op de bodem. Voor de golfhoogte reducerende werking van het griend zijn de achterste bomen (het dichtst bij het Fort Steurgat) het minst relevant. Pas als de stroken wilgen daarvoor ook zijn aangetast zou het effect kunnen hebben op de golfhoogte reducerende werking van het griend.

Conclusie: Brand heeft met name invloed op de bedekkingsgraad met wilgen. Deze faalfactor wordt dus ondervangen in de visuele inspectie waarbij gekeken wordt of er meer dan 50% bedekking van het griend is. Zo niet, dan kunnen er bomen herplant worden.

5.2 Conclusie

Uit deze paragraaf blijkt dat er een aantal faalfactoren zijn waarbij de kans van optreden matig is (bevervraat, droogte en overstroming). De ernst van de gevolgen van deze faalfactoren is echter matig tot klein. Bij faalfactoren waarbij de ernst van de gevolgen aanzienlijk is, is de kans van optreden daarentegen weer relatief klein. Bovendien zijn er voor alle faalfactoren maatregelen voor handen, waarbij maaien de meest radicale is, om de eventuele negatieve effecten op het griend te minimaliseren. De faalfactor die het meest ernstig lijkt voor het griend is ijsgang, waarna de enige mogelijke maatregel eigenlijk het maaien van het griend is. Dit kan dus betekenen dat de golfhoogte reducerende werking van het griend significant wordt beïnvloed omdat er niet meer per strook om en om gemaaid kan worden. Echter zou er, na een groeiseizoen, wel weer voldoende griend moeten staan om de minimale eisen aan het bio-volume te halen, uitgaande van de reguliere groeisnelheid van 2 cm per dag in de zomerperiode. Daarbij kan ook de afname van het griend door vandalisme of illegale houtkap worden betrokken.

6 Monitoring en verslaglegging

Het griend wordt in de toetsing onder meer beoordeeld op de hoogte en dichtheid van de begroeiing. Daarnaast is het voor de golfhoogte reductie van het griend van belang dat er geen instabiliteit en andere faalfactoren optreden in het voorland. De visuele inspectie vindt twee maal per jaar plaats; in maart en in september. Ziektes en vraat zijn hierin ook opgenomen omdat deze factoren mogelijk effect hebben op de dichtheid en hoogte van het griend. Voor het beantwoorden van de kwantitatieve vragen wordt gebruik gemaakt van metingen.

Om de staat waarin het griend verkeert in te schatten zal er monitoring moeten plaatsvinden. Dit vindt op reguliere basis plaats, maar zal ook specifiek worden uitgevoerd na een extreme situatie en na calamiteiten. Daarnaast is het van belang voor het voortschrijdend inzicht in dit project dat er verslag wordt gedaan van de eventuele faalfactoren die zijn geconstateerd, evenals de maatregelen die hier vanuit beheer op zijn genomen.

6.1 Reguliere monitoring

6.1.1 Visuele inspectie en metingen

De visuele inspectie zal 2 keer per jaar plaats vinden, in maart en eind september. De maand maart is gekozen omdat het de beheerder voldoende tijd geeft om eventueel het maaiproces, dat in februari/maart plaats vindt aan te passen. In maart zijn de bomen nog kaal en is eventuele schade goed te zien. Eind september is de periode vlak voor het storm seizoen. Door in september te monitoren kunnen bij waargenomen problemen nog eventuele aanvullende maatregelen (zie hoofdstuk 8) worden genomen om de golfhoogte reducerende werking in het griend te verbeteren of te compenseren.

Aanvullend op de visuele inspectie worden er metingen gedaan om het bio-volume van het griend te bepalen en daarmee te kijken of het voldoet aan de eisen die er vanuit toetsing aan worden gesteld.

6.2 Extreme situaties

Na extreme situaties, zoals extreem hoge waterstanden, ijsgang of extreme droogte is het van belang om vast te stellen of het griend kan voldoen aan de golfhoogte reducerende functie die noodzakelijk is voor de waterveiligheid.

6.2.1 Visuele inspectie en metingen

Hiertoe zal in eerste instantie een visuele inspectie worden uitgevoerd waarbij metingen uitsluitend geven of de oppervlakte, erosie, aantasting door ziekte/vraat, hoogte, en dichtheid van het griend nog voldoen aan de toetscriteria.

6.2.2 Monitoring waterstanden en golfhoogte reductie

Aanbevolen wordt om een monitoringsplan te maken. Het griend is zo ontworpen dat er 60% golfhoogte reductie tot stand zou moeten komen vanaf het begin van het wilgenbos tot aan de dijk. In de eerste 5 jaar na aanleg zal er dan idealiter ook monitoring zijn op golfhoogte reducerende werking van het griend. Dit kan alleen gemeten worden bij situaties waarin het griend daadwerkelijk onder water staat (enkele malen per jaar). Deze monitoring is van belang om een beeld te krijgen van de golfhoogte reducerende werking van het griend. Ook

wordt aanbevolen om waterstandsmeters te installeren voordat het moment dat het hoogwater wordt bereikt. Deze moeten dus aanwezig zijn en klaar liggen voor gebruik door de beheerder. Deze beheerder moet ook in staat zijn om de waterstandsmeters te hanteren en de resultaten te interpreteren.

6.3 Verslaglegging

Een belangrijk aspect van de monitoring is de verslaglegging. Omdat er binnen dit project veel nieuwe kennis en ervaring wordt opgedaan met het inzetten van vegetatie als golfremmer, is goede documentatie belangrijk. Elke monitoringsronde zou dan ook, in elk geval gedurende de eerste 5 jaar, gepaard moeten gaan met een kort verslag van de bevindingen. Zo ontstaat een iteratief proces, waarbij monitoring en beheer aangepast kunnen worden op basis van eerdere ervaringen. Dit verslag wordt geschreven door degene die de monitoring uitvoert en is ten behoeve van de partij die eindverantwoordelijk is voor de kering. Zo kunnen keuzes die worden gemaakt bij de toetsing onderbouwd worden.

In een dergelijk verslag zou aandacht moeten worden besteed aan de volgende zaken:

- Aanwezigheid en percentage aantasting als gevolg van ziekte
- Aanwezigheid en percentage aantasting als gevolg van (bever-)vraat
- Optreden van erosie (uitspoeling rond wortels) aan de rand van het griend
- Optreden andere calamiteiten en uitgevoerde acties vanuit beheer
- Optreden extreme weersomstandigheden en uitgevoerde acties vanuit beheer
- Eventuele afwijkingen in groeirichting als gevolg van lichtbeschikbaarheid in maaipaden

Het wel of niet aanwezig zijn van ziektes en/of (bever-)vraat geeft inzichten in de algemene conditie van het griend en kan helpen bij het verbeteren en verfijnen van monitoring en beheer. Zo kan worden vastgesteld in welke periodes van het jaar het griend gevoelig is voor ziektes en/of vraat en kan het jaar daarop extra aandacht worden besteed aan gebieden die bij een vorige monitoringsronde waren aangetast. Daarnaast geeft het bijhouden van het optreden van ziektes en/of (bever-)vraat, in samenhang met de dichtheid en hoogte van het griend, inzichten in de effecten van aantasting op de groei van het griend. Hier zou dan in het beheer rekening mee kunnen worden gehouden. Ditzelfde geldt voor de erosie aan de rand van het griend; verslaglegging rondom erosie geeft aan waar gevoelige punten in het griend zitten wat kan helpen bij beheer in de daaropvolgende jaren.

Het maaien van het griend gebeurt in stroken, waarbij maaipaden worden aangelegd. Deze maaipaden zorgen voor extra licht op bepaalde delen van het griend. Dit kan effecten hebben op de groeirichting van het griend. De wilgen worden in principe redelijk dicht op elkaar aangelegd om te zorgen dat het, door concurrentie om licht, recht de hoogte in groeit. Lange, rechte takken zijn namelijk waardevoller voor de markt dan korte, gebogen takken. Voor de golfhoogte reductie hoeft een andere groeivorm geen negatieve gevolgen te hebben, omdat verdere vertakking een groter bio-volume, en daarmee een grotere golfhoogte reducerende werking kan hebben. Bevindingen over de groeirichting van het griend zouden hiermee onderdeel moeten worden van de verslaglegging.

7 Regulier beheer en onderhoud

Het regulier beheer en onderhoud is erop gericht om het griend in stand te houden en te vrijwaren van ziekten, vraat en andere vormen van aantasting. Deze vorm van beheer is dus het hele jaar door noodzakelijk, en niet alleen op het moment van toetsing.

7.1 Levensloop griend

Het duurt een aantal jaren voordat het griend de golfhoogte reducerende werking van 60% heeft bereikt. Daarnaast heeft het griend een levensduur van ongeveer 35 jaar. Beide aspecten hebben consequenties voor het beheer. In dit achtergrondrapport is aangegeven welke fases het griend doorloopt en welke aandachtspunten dit vanuit beheer behoeft. Hierbij zijn de belangrijkste punten:

- Het eerste jaar na aanplanting moet het griend nog een wortelstelsel vormen en is extra gevoelig voor uitdroging.
- Na de derde keer maaien (uitgaande van eens per 2 jaar maaien, afhankelijk van het maaibeleid dus na 3 - 6 jaar na aanplanting) zou het griend aan de minimale eisen van aantal takken per stoof moeten voldoen.
- Na 17 keer maaien (uitgaande van eens per 2 jaar maaien, afhankelijk van het maaibeleid dus na 17 - 35 jaar) moeten de wilgen in het griend gefaseerd vervangen worden.

7.2 Maaien

7.2.1 Frequentie

De maaifrequentie heeft grote invloed op het griend. Voor de maaifrequentie zijn er een aantal mogelijkheden:

- 1 Elke 2 jaar maaien (regulier onderhoud).
- 2 Eenmaal per jaar in stroken.
- 3 Eenmaal per jaar het gehele griend.

Het reguliere onderhoud van grienden vindt plaats door elke 2 jaar te maaien. Het maaien van het griend kan met de hand of machinaal worden uitgevoerd. In het geval van machinaal maaien is er een maximale maaihogte van 40 cm, terwijl er bij handmatig maaien tot een hoogte van ongeveer 1,5 m gemaaid kan worden (persoonlijk commentaar griendteler Van Schaik uit Ingen).

Bij het griend bij het Fort Steurgat wordt voorgesteld om 1 keer per jaar om en om in stroken te maaien na het stormseizoen. Dit betekent dat bepaalde stroken in de oneven jaren moeten worden gemaaid, en de andere stroken in de even jaren. Het maaien van de stroken moet zoveel mogelijk evenwijdig zijn aan de dijk om optimale golfreductie in het groeiseizoen te kunnen waarborgen. Dit maaibeleid zorgt ervoor dat het griend gedurende het groeiseizoen weer aan kan groeien en in het stormseizoen (najaar) een optimale golfhoogte reducerende werking heeft. Het belangrijkste aspect van het maaien is dat de gemaaide stroken hun minimale hoogte van 2,3 – 2,9 m (ontwerpwaarden) hebben bereikt (afhankelijk van de plek in het griend) als in oktober het stormseizoen begint. Als er bijvoorbeeld in maart gemaaid wordt, en men gaat uit van een groeisnelheid van 2 cm per dag in het groeiseizoen (persoonlijk commentaar griendteler Van Schaik uit Ingen) dan is het griend in oktober met ongeveer 3 meter gegroeid (uitgaande van een groeiseizoen van 5 maanden).

Alternatieven voor het maaibeleid zouden zijn om elk voorjaar na het stormseizoen het gehele griend te maaien, in februari/maart. Vanuit het aspect van de golfhoogte reductie heeft dit echter niet de voorkeur, omdat er dan, als het groeiseizoen tegenvalt, geen takken van het vorig jaar meer staan en omdat er uiteindelijk dunnere takken ontstaan. Daarnaast kan gezocht worden naar een langzamer groeiende wilgensoort, die qua maaibeheer past in het ontwerpplan (persoonlijk commentaar griendteler Van Schaik uit Ingen).

De beheerder is vrij om het maaibeleid in te vullen en adaptief te maken aan de behoeftes van het beheer. Om een golfhoogte reductie van 60% te kunnen garanderen in oktober, moet echter wel gezorgd worden dat de takken in oktober minstens 2,3 – 2,9 meter hoog zijn (afhankelijk van de locatie in het griend) en dat voldaan wordt aan de benodigde minimale dichtheid van 4,3 stoven per m² met minimaal 30 takken per stoof.

7.2.2 Stroken

De breedte van de stroken waarin gemaaid wordt kan de wensen van de beheerder worden aangepast. Zolang er maar een even aantal stroken overblijft zodat er om en om gemaaid kan worden, en de effectieve breedte voldoet aan de minimale eisen (zie stap 4 van het toetschema van het Hoofdrapport) kan de breedte van de stroken gevarieerd worden. Zo zou men in stukken waar het griend 80 meter is 4 stroken van 20 m (inclusief maaipaden) kunnen maken, maar er zou ook voor gekozen kunnen worden om twee stroken van elk 40 m te maaien.

Om de stroken te kunnen maaien worden er maaipaden aangelegd. Deze maaipaden zorgen voor extra licht op bepaalde delen van het griend. Dit kan effecten hebben op de groeirichting van het griend. Het griend wordt in principe redelijk dicht op elkaar aangelegd om te zorgen dat het, door concurrentie om licht, recht de hoogte in groeit. Lange, rechte takken zijn namelijk waardevoller voor de markt dan korte, gebogen takken. Voor de golfhoogte reductie is het met name belangrijk dat de wilgentakken voldoen aan de minimaal vereiste hoogte.

Daarnaast heeft de aanwezigheid van open ruimten (als gevolg van het maaipaden) ook effecten op de golfhoogte reducerende werking van het griend. Dit staat verder uitgelegd in paragraaf 3.3. Bevindingen over de groeirichting van het griend zouden onderdeel moeten worden van de verslaglegging om te kijken hoe het griend zich gedraagt. Dit is dan niet ten behoeve van de toetsing, maar van de monitoring van de innovatie.

7.2.3 Maaihoogte

Om de groei van takken aan de stoven te stimuleren wordt geadviseerd om de wilgen net boven de oogjes te maaien. Uit deze oogjes komen het volgend jaar nieuwe takken.

Afhankelijk van de voorkeur vanuit het beheer kan de maaihoogte gevarieerd worden, echter met machinaal maaien is het maximale hoogte ongeveer 40 cm (persoonlijk commentaar griendteler Van Schaik uit Ingen).

8 Beheer in uitzonderlijke situaties

Tijdens en na calamiteiten moeten er noodmaatregelen genomen worden. Een calamiteit wordt hier gedefinieerd als een situatie waarbij significante schade aan het griend is geconstateerd, waardoor het niet voldoet aan de eisen die er vanuit de toetsing aan worden gesteld. Deze situaties zijn op te delen in hoogwater en geen hoogwater situaties. Ook geldt als algemene maatregel dat er bomen herplant kunnen worden.

8.1 Algemene maatregel: herplanten

Herplanten van wilgenbomen is noodzakelijk op het moment dat het griend niet meer voldoet aan de minimale eisen die er volgens de toetsing aan worden gesteld. Deze herplanting zou zich in eerste instantie moeten richten op gebieden waar wilgen zijn ontworteld, bijvoorbeeld als gevolg van verzakking of (bever-)vraat. Daarnaast moet er rekening gehouden worden met het feit dat met name de eerste meters van het griend het meest bijdragen aan de golfhoogte reductie. Als er wilgen ontworteld zijn, verdient het aanbeveling om in eerste instantie de stroken aan de rivierzijde van het griend te herplanten.

8.2 Zonder hoogwater

- Erosie

Als er uit de monitoring blijkt dat er na een hoogwaterstand mogelijk sprake is van erosie aan de rand van het griend, waarbij ook bomen zijn ontworteld, dient een expertgroep geraadpleegd te worden die ter plaatse advies kan uitbrengen over eventueel te nemen maatregelen.

- Ziekten

De ziekten die een griend kan krijgen zijn onder te verdelen in twee groepen, infecties (bijv. door een bacterie of virus) en insectenvraat.

Selectieve kap

Een infectieziekte, zoals watermerkziekte, kan zich snel via de lucht verspreiden. Om verdere verspreiding na infectie van het griend te voorkomen zal er selectief moeten worden gekapt. Uit de praktijk blijkt dat er zelden meer dan 5% van het griend wordt aangetast door een ziekte (persoonlijk commentaar griendteiler Van Schaik). Vanwege het voorzorgsprincipe wordt hier voorgesteld om al met selectief kappen te beginnen als 5% van het griend (dus 5 op de 100 bomen) de eerste kenmerken gaat vertonen van ziekte (verdorde bladeren, bij doorsnijden van takken sprake van aantasting, etc.). Vanwege het grote besmettingsgevaar moet het houtafval worden verbrand [Ref. 10].

De kap zou dan zo vroeg mogelijk in het seizoen moeten plaatsvinden om herstel van de bomen voor het stormseizoen te kunnen realiseren. Als er grotere stukken griend gekapt moeten worden kan gedacht worden aan herplanting van bomen in het aangetaste gebied.

Bestrijdingsmiddelen

Insectenvraat kan bestreden worden met bestrijdingsmiddelen. Er zijn diverse bestrijdingsmiddelen op de markt om de insecten uit te roeien. Ook voor watermerkziekte is het mogelijk om bestrijdingsmiddelen in te zetten om de verspreiding van de infectie te voorkomen. Hierbij wordt het sterk aangeraden om biologische bestrijdingsmiddelen in te zetten.

- Bevers

Bevers kunnen op twee manieren schade toebrengen aan het griend; door het aanvreten van de stoven en door het maken van burchten in aangrenzende waterpartijen.

In het eerste geval is er waarschijnlijk sprake van bevers op doortocht, en zal de vraat beperkt zijn waardoor het slechts een klein deel van het griend aantast. Maatregelen zijn daarom niet nodig.

In het tweede geval hebben de bevers zich in het gebied gevestigd. Ondanks het feit dat de bevers qua vraat misschien geen grote delen van het griend aantasten, bestaat de mogelijkheid dat de burchten van bevers de stabiliteit van het talud aantasten. Als er een indicatie is voor de mogelijke vestiging van bevers is het wenselijk om deze bevers te vangen en elders in de Biesbosch uit te zetten.

- Brand

Hoewel de kans op brand zeer gering is wegens het hoge vochtgehalte in het griend, zijn hiervoor toch maatregelen opgenomen.

Op korte termijn zal er actie moeten worden genomen bij brand, namelijk blussen. Op de lange termijn moet worden geschat welk percentage van het griend is aangetast. Als dit meer dan 25% is zullen er bomen herplant moeten worden. De vorm van de aantasting door brand is ook belangrijk; als de brand resulteert in het verdwijnen van een strook wilgen van de dijk naar het land (dus loodrecht op de dijk) is het belangrijker om bomen te herplanten dan als het een gebied met diffuse vorm in het midden van het griend betreft.

8.3 Met hoogwater

- Zandzakken

Hoogwater is van te voren in te schatten omdat er bij hoogwaterstanden waarschuwingen worden gegeven vanuit de waarschuwingdiensten van de overheid. Bij hoogwater en significante aantasting van het griend is de inzet van zandzakken op het voorland of op de kruin van de dijk noodzakelijk. Deze zullen klaar moeten liggen en er moet voldoende mankracht oproepbaar zijn om bij calamiteiten de zandzakken te kunnen plaatsen.

- IJsgang

Hoewel de omstandigheden voor ijsgang zelden zullen voorkomen is de kans wel aanwezig dat er ijsgang optreedt. Het is eigenlijk niet mogelijk om hier maatregelen tegen te nemen. In het handboek Ijsbestrijding Vaarwegen [Ref. 5] wordt aangegeven dat de enige manier waarop het ontstaan van ijsdammen voorkomen zou kunnen worden, het bewust laten dichtvriezen van brede wateren is, waaronder de Nieuwe Merwede en het Haringvliet.

Bij strenge winters wordt geadviseerd om de actuele ijskaarten op de vaarweginformatie portal van Rijkswaterstaat [Ref. 14] goed in de gaten te houden.

9 Referenties

- [1]. De Vries, M., Dekker, F., 2009. Ontwerp groene golfremmende dijk Fort Steurgat bij Werkendam, rapport Z4832.00, Deltares.
- [2]. Ministerie van Landbouw, Natuur en Visserij, 2009. Gedragscode Natuurbeheer.
- [3]. Niewold, F., 2009. Ontwikkelingen van de beverpopulaties tot april 2009. Niewold Wildlife Infocentre, Duiven
- [4]. Nolet, B.A, Hoekstra, A., Ottenheim, M.M., 1994. Selective foraging on woody species by the beaver *Castor fiber*, and its impact on a riparian willow forest. Biol. Con. 70, 117-128
- [5]. Rijkswaterstaat, 2010. Handboek Ijsbestrijding Vaarwegen.
<http://publicaties.minienm.nl/documenten/handboek-ijsbestrijding-vaarwegen-2010>
- [6]. Van Splunder, I., Voeselek, L.A.C.J., Coops, H., De Vries, X.J.A., Blom, C.W.P.M., 1996. Morphological responses of seedlings of four species of Salicaceae to drought. Can. J. Bot. 74, 1988-1995.
- [7]. Toetsmethode griendijk Fort Steurgat, Hoofdrapport, rapport nummer 1206002-GEO-0023, 20 februari 2014, concept, Deltares.
- [8]. Bureau Noordwaard, Planstudie Ontpoldering Noordwaard, Ontwerp Innovatieve dijk, Definitief rapport, 9R8354.F0, 16 juli 2009.
- [9]. Website Biesbosch:
<http://www.biesbosch.nu/natuurpagina.php?code=26>
- [10]. Website Groen Kennisnet:
<http://databank.groenkennisnet.nl/watermerkziekte.htm>
- [11]. Website ILVO:
<http://www.ilvo.vlaanderen.be/NL/Onderzoek/Gewasbescherming/Expertise/Watermerkziektewilg/tabid/228/Default.aspx>
- [12]. Website KNMI:
<http://www.knmi.nl/cms/content/32732/rivierijs>
- [13]. Website Public Wiki Deltares:
<https://publicwiki.deltares.nl/display/HBTDB/H91E0+--+Vochtige+alluviale+bossen>
- [14]. Website Rijkswaterstaat:
<http://www.vaarweginformatie.nl/fdd/main/berichtgeving/ijskaart>
- [15]. Website Tuinen:
<http://www.tuinen.nl/artikel/2621>

- [16]. Website vereniging van Vlechters:
<http://www.vlechters.nl/bulletin/artikel008.html>
- [17]. Website Van Schaik:
<http://www.vanschaiksalix.nl/ons-ambacht/natuurlijke-grienden/1>
- [18]. Website H2O:
<http://www.vakbladh2o.nl/>