

**Quick scan Golfremmende
vegetatie bij Stroomlijn**



Quick scan Golfremmende vegetatie bij Stroomlijn

Henk Verheij
Chris Sprengers

1206002-000

Titel
Quick scan Golfremmende vegetatie bij Stroomlijn

Opdrachtgever
RWS Waterdienst

Project
1206002-000

Kenmerk
1206002-000-GEO-0005

Pagina's
23

Trefwoorden
Vegetatie, golfdemping, rivierengebied.

Samenvatting

Er zijn plannen om in het kader van het programma Stroomlijn op 887 locaties vegetatie te verwijderen om de doorstroming te bevorderen. In een quick scan is op basis van expertise en ervaring nagegaan of er locaties zijn waar het gewenst is vegetatie te handhaven omdat dit de golfbelasting op de dijk vermindert. Vegetatie heeft namelijk ook een golfdempend effect.

Geconcludeerd kan worden dat het op 18 Stroomlijn locaties met een significante golfhoogte groter dan 0,5 m mogelijk zinvol is de vegetatie te handhaven.

De gebruikte criteria bij de quick scan hebben betrekking op ligging van de vegetatie en de dijk ten opzichte van de overheersende windrichting, afstand tot de dijk in verband met de strijklengte, grootte van het complex en de golfhoogte. In een detailstudie zou de golfdemping door de vegetatie voor de 18 locaties nader moeten worden onderbouwd daarbij rekening houdend met het feit dat tijdens de studie is geconstateerd dat op sommige locaties in de stroomluwe delen ook vegetatie aanwezig is die bijdraagt aan de golfdemping. Meer algemeen wordt aanbevolen voor alle Stroomlijn locaties een inventarisatie uit te voeren naar aanwezige vegetatie in de stroomluwe delen, want de vegetatie daar kan bijdragen aan een reductie van de golfhoogte. Hierbij kunnen dezelfde criteria worden gehanteerd als voor vegetatie in stroombanen. Een aanvullend criterium is daarbij dat het kruinniveau boven MHW ligt.

Tijdens de aanvullende inventarisatie met Geoweb naar aanwezigheid van vegetatie in de stroomluwe delen is geconstateerd dat op zes locaties extra vegetatie een bijdrage kan leveren aan de golfdemping. Weliswaar geldt buiten de stroombanen een "stand-stil" en is bijplanten van ruwe vegetatie niet aan de orde, maar op enkele locaties zou bos tot ontwikkeling kunnen worden gebracht ter compensatie van beschermde bossen uit stroombanen.

Referenties

Opdracht per email d.d. 2 juli 2012 (kader: KPP Golfremmende vegetatie als onderdeel van een waterkering).

Offerte per email d.d. 29 juni 2012.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
1	oktober 2012	Henk Verheij		Robin van der Sligte		Leo Voogt	

Status
definitief

Inhoud

1 Inleiding	1
1.1 Aanleiding	1
1.2 Doelstelling en aanpak	1
2 Uitgangspunten en samenstellen GIS kaarten	3
2.1 Inleiding	3
2.2 Aangeleverde gegevens	3
2.3 Samenstellen GIS kaarten met locaties te verwijderen vegetatie	3
2.4 Golfhoogten in het rivierengebied	7
3 Analyse effect vegetatie	9
3.1 Inleiding	9
3.2 Effecten aanwezigheid vegetatie	9
4 Beoordelen locaties	11
4.1 Criteria	11
4.2 Locaties	11
5 Conclusies en aanbevelingen	21
6 Literatuur	23

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Het voornemen bestaat om in het kader van het programma Stroomlijn in de uiterwaarden op een aantal locaties de vegetatie te verwijderen om de doorstroming te bevorderen. Vegetatie belemmert de afvoer waardoor vervolgens hogere waterstanden optreden en de risico's op overstroming toenemen. Het programma Stroomlijn is bedoeld voor de veiligheid.

Op specifieke locaties met een grote strijklengte kan de aanwezigheid van vegetatie zorgen voor demping van de golven. Handhaven van de vegetatie kan dan een positieve bijdrage leveren aan het verminderen van de risico's van overstroming.

In het licht van het voorgaande is de vraag gesteld om door middel van een quick scan op basis van expertise en ervaring voor locaties in het rivierengebied na te gaan of de vegetatie kan blijven staan gezien de positieve bijdrage aan de veiligheid.

1.2 Doelstelling en aanpak

Het doel van het onderzoek is:

Nagaan door middel van een quick scan voor Stroomlijn locaties in het rivierengebied waar een significante golfhoogte hoger dan 0,5 m kan optreden, of het handhaven van de vegetatie een gunstig effect kan hebben op de vereiste kruinhoogte van de dijken ten opzichte van een situatie zonder vegetatie.

Het onderzoek is aangevangen met het verzamelen van informatie. Vervolgens zijn de volgende stappen doorlopen:

Fase 1: Maken van GIS kaarten met daarop de verwachte golfhoogte en met de locaties waar vegetatie moet verdwijnen;

Fase 2: Beoordelen of de vegetatie mogelijk kan fungeren als golfbreker.

Tenslotte is een conceptverslag opgesteld. Het concept-verslag is besproken met vertegenwoordigers van RWS, wat aanleiding was tot het uitvoeren van een scan met Geoweb naar de aanwezigheid van vegetatie in stroomluwe gebieden. Rekening houdend met de opmerkingen in het overleg met RWS en met de scan naar vegetatie in stroomluwe gebieden is ten slotte het definitieve verslag samengesteld.

De studie is uitgevoerd door C. Sprengers en ir. H.J. Verheij, waarbij de laatste tevens als projectleider fungeerde. Van de zijde van de opdrachtgever was ir. M. Olieman contactpersoon.

Voor de volledigheid wordt opgemerkt dat de quick scan is uitgevoerd in het kader van het KPP project Golfremmende vegetatie als onderdeel van een waterkering (Deltares, 2012).

2 Uitgangspunten en samenstellen GIS kaarten

2.1 Inleiding

Doelstelling van de quick scan is het identificeren van locaties waar handhaven van de vegetatie een gunstig effect kan hebben op de vereiste kruinhoogte van de dijken ten opzichte van de situatie zonder vegetatie. Daartoe zal worden uitgegaan van een aantal randvoorwaarden. Deze uitgangspunten komen aan de orde in paragraaf 2.2. Vervolgens wordt in paragraaf 2.3 en 2.4 ingegaan op geproduceerde GIS kaarten op basis van de aangeleverde gegevens. In de GIS kaarten zijn alle locaties waar volgens programma Stroomlijn vegetatie moet worden verwijderd aangegeven (in paragraaf 2.3) tezamen met de optredende golfhoogte (in paragraaf 2.4).

2.2 Aangeleverde gegevens

Door de opdrachtgever zijn de volgende gegevens aangeleverd:

- Digitale informatie met door Stroomlijn geormerkte locaties waar overwogen wordt de vegetatie te verwijderen (e-mail Max Schropp van RWS-Waterdienst d.d. 2 juli 2012);
- Per locatie in digitale vorm de verwachte optredende significante golfhoogte zonder vegetatie;
- Kaartenatlas RBSO met een indeling in gebieden met een "maatgevende golfhoogte" van 0 tot 0,5 m; van 0,5 tot 1,0 m en meer dan 1 meter (RWS, 2006).

2.3 Samenstellen GIS kaarten met locaties te verwijderen vegetatie

Het projectgebied van Stroomlijn bestaat de Rijntakken en de Maas, met uitzondering van de gebieden (globaal) ten westen van de lijn Krimpen – Werkendam – Geertruidenberg. De opstuwende werking van vegetatie is in de westelijke Rijn-Maasmonding nauwelijks van belang voor de toetspeilen.

Binnen het projectgebied worden de volgende gebieden bij voorbaat buiten beschouwing gelaten:

- Terreinen van RWS (veelal oeverstroken), projectgebieden van Ruimte voor de Rivier, NURG en Maaswerken, en terreinen waar een Waterwetvergunning met een vegetatiecomponent op rust. Hier is of wordt het vegetatiebeheer al op een andere manier geregeld.
- Stroomluwe delen, die op basis van WAQUA zijn bepaald.

Vervolgens is binnen de stroombanen de aanwezige vegetatie (ecotopenkaart 2008) verdeeld in 4 (legger-)klassen. In oplopende ruwheid zijn dit (1) Gras en akker, (2) Riet en Ruigte, (3) Bos, en (4) Struweel. Opgemerkt wordt dat het golfdempend effect van riet afhangt van de hoogte ten opzichte van MHW, en daarmee dus impliciet van de hoogte van het voorland.

De scope van de inhaalslag zijn de vegetatieklassen Riet en Ruigte, Bos en Struweel binnen de stroombanen (1443 ha). Deze worden teruggezet naar Gras en akker, tenzij het gaat om uitzonderingscategorieën, zoals beschermde natuur of landschappelijk waardevolle elementen.

Tabel 2.1 geeft een overzicht van alle vegetatietypen per riviertak. Opgenomen zijn alleen locaties met een oppervlakte groter dan 10 x 10 m².

Uitgaande van Tabel 2.1 kan een onderverdeling worden gemaakt voor de vegetatieklassen Riet en Ruigte, Bos, Struweel en Gras en Akker. Dit geeft het beeld zoals onderstaand in Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Indeling in categorieën vegetatietype in ha.

Riet en Ruigte		Bos		Struweel		Gras en Akker	
Type	Oppervlak (ha)	Type	Oppervlak (ha)	Type	Oppervlak (ha)	Type	Oppervlak (ha)
Riet	225	Boomgaard	22	Doornstruweel	24	Akker	2350
Droge ruigte	498	Ooibos	465	Struweel	136	Natuurlijk grasland	2707
		Productiebos	71			Productie grasland	6500
						Pionier vegetatie	156
Totaal	723		558		160		11713
Aantal locaties	79		462		346		

Het totaal van de drie vegetatieklassen Riet en Ruigte, Bos en Struweel bedraagt 1441 ha en dat komt overeen met de eerder genoemde 1443 ha. De 1441 ha is verdeeld over 887 locaties.

Tabel 2.1 Totale oppervlakte in ha per vegetatietype en per riviertak

Totale oppervlakten in ha
Gegeven per vegetatietype

	Range overslag hoogte (mm)	75% riet, 25% strooisel	75% rietgras, 25% water	akker	boomgaard hoogstam	boomgaard laagstam	doorn struweel	droge ruigte	hardhout oibos	natuurlijk gras/ hooiland	ponier vegetatie	productie bos zacht hout	productie grasland	zacht hout oibos	zacht hout struweel
RIVIER TAK															
IJssel	500-600	8,7044	2,8815	33,7310	0,6162		0,9307	46,2895	1,9769	175,3462	4,1831	3,1058	467,0701	27,5090	6,5048
	600-700	13,2243	1,0590	49,2025			0,1424	55,3916	2,5228	237,5230	9,9813	4,0674	518,5302	34,6780	12,0356
	700-800	3,7813	2,9349	40,5222	0,0952		0,3112	17,0435	1,2520	84,8827	2,0013	0,5084	274,9141	9,9492	2,1731
	800-900	5,7047	2,7235	13,6063			0,1029	19,5710	0,1417	67,7726	3,9153	0,6766	216,6839	19,3010	4,7249
	900-1000	1,4119	0,5066	2,0291				0,7749	0,2750	40,8222		0,0960	58,5745	4,6823	0,5024
	1000-1100	0,5050		0,0815					0,0562	0,6983		0,0163	1,6908	1,0581	
	1100-1200	1,4296		0,6031			0,0159	1,0380					13,3222	1,2024	0,1600
	1200-1300	1,5811	1,1698					1,0186	0,1493	10,4892			23,0728	0,3364	0,5638
	> 1300	0,3315	2,9153					0,4608		1,9738			41,3625	0,1954	
IJssel Total		36,6739	14,1906	139,7757	0,7114		1,5032	142,3301	6,6064	628,9032	22,0853	8,4704	1636,0258	99,9015	27,0207
Maas	500-600			241,3627	0,4119		1,4139	0,5444	1,9816	77,4985	1,9044	1,7798	276,3493	1,2712	0,3901
	600-700			173,3528			1,9167	13,5495	4,6049	218,2193	11,8876	0,7409	372,0659	10,3731	7,7349
	700-800	0,2638	44,0112	1106,5471	0,0007	14,2199	6,7668	107,6608	23,8804	495,3275	25,3043	38,5790	1343,0977	82,3087	42,2790
	800-900		0,0055	12,7217			0,4187		0,0042	17,5761		0,0827	43,4030	0,5112	1,1912
	900-1000		0,0106	13,5200				0,9869		6,2197	17,2001	1,3008	18,8007	1,9394	0,3865
	1000-1100			4,2540						0,2054	0,0709		25,1647	0,0181	
	1100-1200												0,6081		
	> 1200			1,2542											
Maas Total		0,2638	44,6643	1556,1951	0,4125	14,2199	10,5162	122,7415	30,4711	833,2044	56,4501	42,4905	2087,5935	96,5517	51,9817
Nederrijn-Lek	500-600	40,9618	2,5503	75,0136		4,9424	2,7932	52,7114	5,5912	164,2953	11,4525	5,4621	328,2198	14,3659	7,3614
	600-700	5,8116	4,5511	121,0880	2,2142		0,8101	65,9553	4,4798	223,1065	6,3961	2,1595	489,1429	18,8138	3,9573
	700-800	13,9356	4,4379	136,7341			5,0296	21,9674	11,9033	145,1120	2,9461	1,8845	437,7785	13,6390	3,2033
	800-900	1,9847	1,0499	36,9295			0,2052	11,5868	2,5674	60,6246	0,6294	0,7158	92,8765	1,9915	0,3099
	900-1000	7,2658	1,0531	0,0003				0,1238	0,9196	18,5337	0,0695	0,2827	12,9691	0,3939	0,9969
	1000-1100	0,3313	0,0320				0,0000		0,2349	4,3747	0,0964	0,0372	62,5892	0,0663	
	1100-1200	0,3145						0,0044		0,0574			0,1147	0,0144	
	1200-1300	0,1205							0,0007				0,0487		
	1300-1400	0,0000								0,1934			0,0731		
	>1400									0,0496			0,1183		
Nederrijn-Lek Total		70,7258	13,7519	369,7655	2,2142	4,9424	8,8381	152,3490	25,6970	616,3472	21,2899	10,8967	1427,3742	49,2041	15,9096
Waal	500-600	7,0130	1,0402	49,0640			0,0379	4,3244	0,5096	93,2609	2,1744	0,9622	212,2869	16,6462	4,9261
	600-700	4,0983	12,6404	134,7529			2,2066	26,3142	8,2657	139,3441	17,3793	5,0049	283,8383	36,7475	16,2957
	700-800	1,0774	5,1911	64,2833			0,2322	28,4139	9,0332	163,4749	23,9475	0,4719	450,9383	23,0009	9,3416
	800-900	0,5534	7,4864	23,3953			0,1365	15,5360	0,0975	197,9318	7,8880	0,0006	224,7331	32,2068	4,4608
	900-1000	0,0772	0,5731	2,2934				3,0407	0,6699	54,4619	7,0824	2,0091	132,0052	14,0807	4,3677
	1000-1100	3,5623	0,7439	14,3681			0,1065	3,2682	2,3831	6,1688	0,1176	0,2280	69,3998	9,6303	1,5858
	1100-1200	1,1536		0,4138				0,1083	0,5135	1,7199			8,8516	3,8565	0,3597
	> 1200	0,0004													
Waal Total		17,5355	27,6752	288,5709			2,7196	81,0057	21,4723	656,3624	58,5893	8,6766	1382,0532	136,1689	41,3375
Totaal		125,1990	100,2043	2351,1248	3,3381	19,1623	23,5771	497,6842	84,0143	2707,2641	156,4103	70,5342	6500,3398	380,7063	135,8934

Totalen
 Bos 557,8 ha
 Struweel, Riet en I 852,8 ha
 1440,3 ha

2.4 Golfhoogten in het rivierengebied

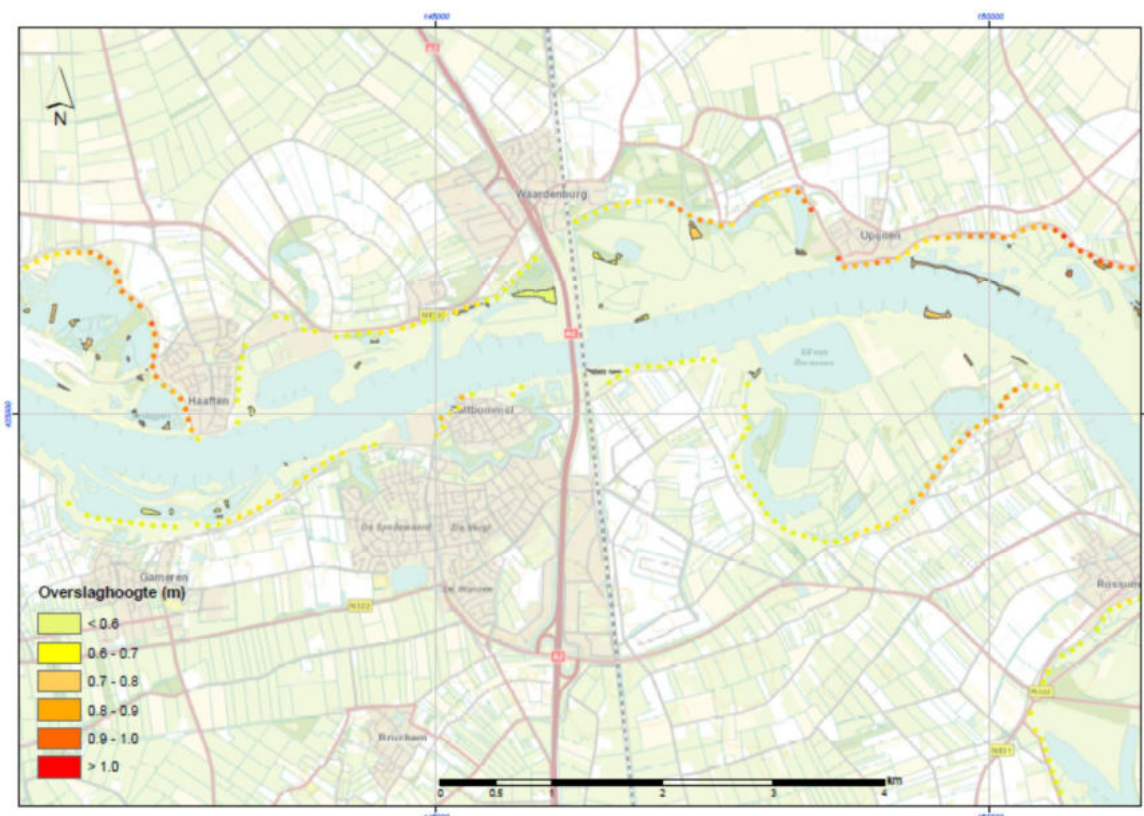
De digitaal aangeleverde golfhoogten zijn verdeeld in categorieën: < 0,6 m, 0,6 – 0,7 m, 0,7 – 0,8 m, 0,8 – 0,9 m, 0,9 – 1,0 m, en > 1,0 m. Figuur 2.1 is een voorbeeld.

De aangeleverde golfhoogten zijn gebaseerd op een gemiddeld golfoverslag debiet van 0,1 l/s per m. Voor het rivierengebied is gebruikelijk een waarde van 1 l/s per m te gebruiken en de kaarten in de Kaartenatlas (RWS, 2006) zijn hierop dan ook gebaseerd. Een groter overslagdebiet bij een zelfde kruinhoogte van de dijk betekent een hogere toelaatbare golfhoogte.

Uitgangspunt voor de onderhavige studie is de Kaartenatlas en daarom zijn de aangeleverde digitale golfhoogten gecorrigeerd van 0,1 l/s per meter naar 1,0 l/s per meter. Met de formules voor golfoverslag, zie bijvoorbeeld voor een grafische uitwerking hiervan Bijlage 11 in de Leidraad Rivieren, kan een correctie worden bepaald. Deze correctie luidt bij benadering:

$$H_{1,0 \text{ l/s/m}} = 1,25 H_{0,1 \text{ l/s/m}}$$

Alle aangeleverde digitale golfhoogten zijn met een factor 1,25 verhoogd. Deze berekende waarden zijn vervolgens op de GIS kaarten met de vegetatie locaties aangegeven.



Figuur 2.1 Golfhoogten langs de rivier

3 Analyse effect vegetatie

3.1 Inleiding

Op basis van de beschikbare informatie op de samengestelde kaarten is vervolgens nagegaan welke gebieden vallen onder een gebied met een golfhoogte van meer dan 0,5 m (bij 1,0 l/s per m) en of de vegetatie die verwijderd moet worden (bos, struweel, riet en ruigte, etc) mogelijk als golfbreker zou kunnen fungeren.

De aanwezigheid van vegetatie kan namelijk een gunstig effect hebben op de vereiste kruinhoogte van de dijken ten opzichte van een situatie zonder vegetatie. In het laatste geval worden golven niet gedempt en zal de vereiste kruinhoogte groter zijn. Een en ander zal worden onderzocht voor locaties met een significante golfhoogte hoger dan 0,5 m.

Overigens speelt ook het niveau van de kruin van de vegetatie ten opzichte van MHW een rol. Bij een laag niveau, bijvoorbeeld meer dan 0,5 m lager dan MHW, zal de vegetatie geen golfremmende werking bezitten omdat deze zich geheel onder water bevindt. Het kruinniveau van vegetatie hangt af van de hoogteligging van het voorland en de hoogte van de vegetatie.

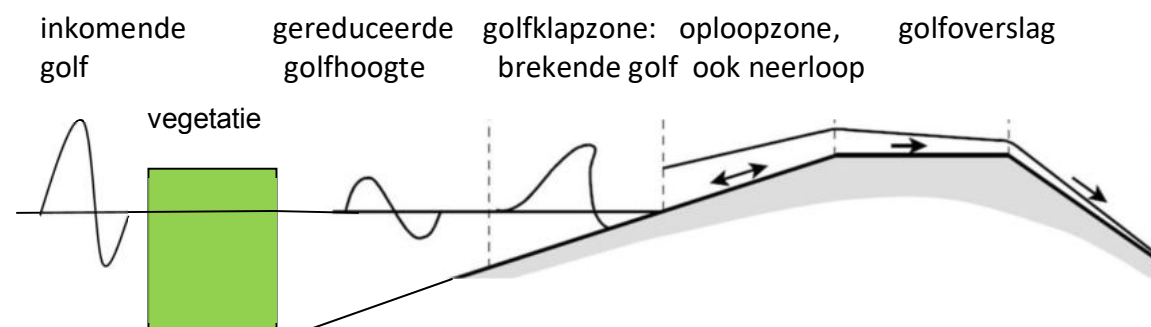
3.2 Effecten aanwezigheid vegetatie

Vegetatie in het hoogwaterbed heeft twee effecten op de kruinhoogte (Figuur 3.1):

1. Verhogen van de waterstand door een hogere weerstand tegen doorstroming,
2. Verlagen van de golfhoogte aan de teen van de dijk.

In het kader van het project Stroomlijn is het voornemen om op een aantal locaties de vegetatie te verwijderen om op die manier opstuwing (effect 1) tegen te gaan, en daarmee de vereiste dijkhoogte eventueel te kunnen reduceren.

Daar staat tegenover dat golven dan onbelemmerd de teen van de dijk kunnen bereiken bij voldoende strijklengte en waterdiepte. Een noodzakelijke verhoging van de dijk is wellicht niet noodzakelijk indien vegetatie als golfremmer wordt gebruikt (effect 2).



Figuur 3.1 Principe golfdemping

In een recente studie is door Deltares (2009) een ontwerp gemaakt voor een groene golfremmende dijk bij het Fort Steurgat bij Werkendam (zie voor Figuur 3.2 voor een beeld van een golfremmende dijk). Daarbij worden wilgen ingezet als golfdempende vegetatie. In de studie is ook de grootte van het reducerende effect onderzocht. Op basis van literatuur en experimenten blijkt dat al bij een geringe breedte van het vegetatietype griend een demping van 75% van de inkomende golfhoogte zou kunnen worden gerealiseerd.



Figuur 3.2 Golfremmende groene dijk

Met de traditionele Delftse golfoploop formule kan het effect hiervan worden bepaald. De formule luidt:

$$Z = 8 \tan(\alpha) H_s$$

Waarin:

Z = golfoploop

α = taludhoek

H_s = significante golfhoogte

Bij een gemiddelde taludhelling van rivierdijken van 1 op 3 betekent dit dat de golfoploop Z gelijk is aan: $Z = 2,64 H_s$. Deze relatie geldt dus voor een situatie zonder vegetatie met een ongedempte inkomende golfhoogte.

In een situatie met vegetatie geldt $H_{s,gedempt} = 0,25 H_{s, \text{zonder veg}}$.

Dit betekent voor de verhouding tussen golfoploop met vegetatie en golfoploop zonder vegetatie:

$$Z_{\text{met veg}} = 0,25 Z_{\text{zonder veg}}$$

Of omgekeerd: verwijderen van vegetatie betekent een golfoploop die een factor 4 groter wordt.

Opgemerkt wordt dat een minimale waakhoogte Z van 0,5 m vereist is.

Op basis van de gegeven relatie kan de volgende tabel worden gemaakt van het effect van de vegetatie:

Golfhoogte H_s (m)	Golfoploop zonder vegetatie (m)	Golfoploop met vegetatie (m)	Reductie (m)
0,5	1,32	0,33	0,99
1,0	2,64	0,66	1,98

4 Beoordelen locaties

4.1 Criteria

Aan de hand van de GIS kaarten is op basis van expertise beoordeeld of het zin heeft de vegetatie te handhaven op de locaties waar gepland is de vegetatie te verwijderen. Per locatie is een figuur gepresenteerd. De locaties met vegetatie zijn aangegeven met een kader.

De volgende criteria zijn gehanteerd bij de beoordeling:

- Ligging van de vegetatie en de dijk ten opzichte van de windrichting;
- Afstand tot de dijk in verband met de strijklengte;
- Grootte van het complex met vegetatie (groter dan 10 x 10 m²);
- Golfhoogte (groter dan 0,5 m).

4.2 Locaties

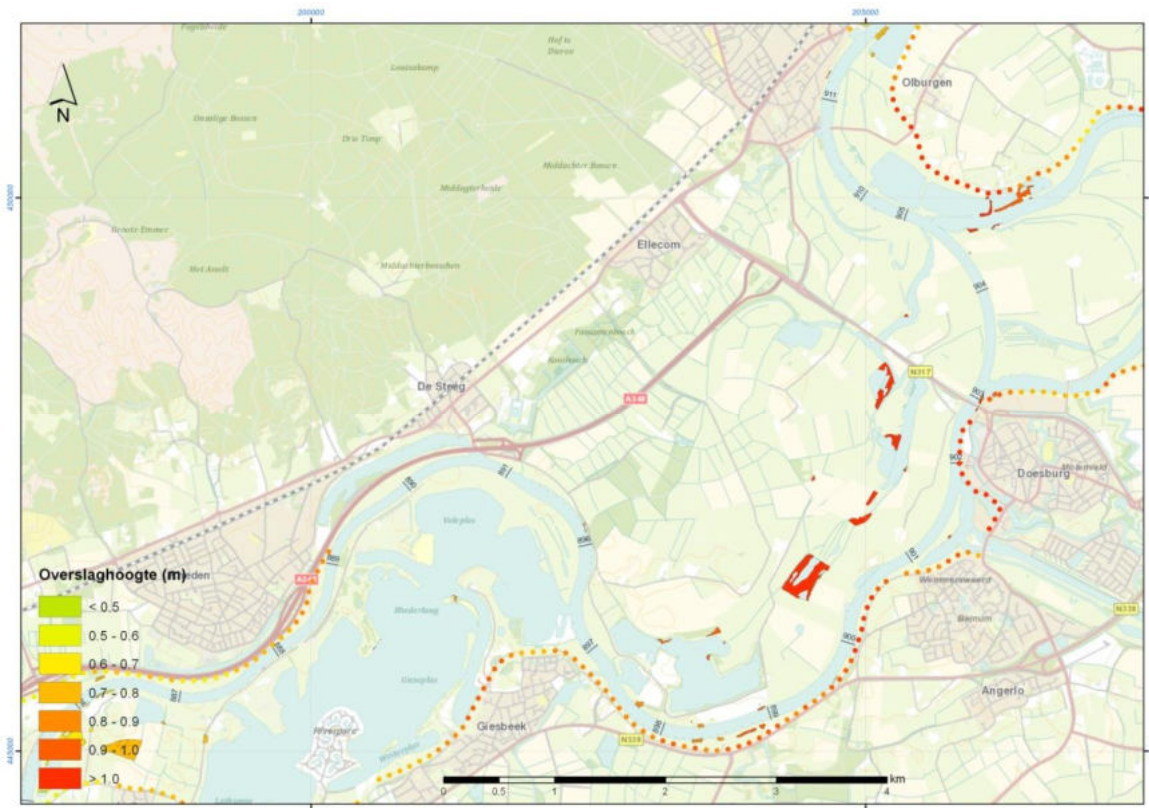
Alle locaties beschouwend moet worden geconcludeerd dat voor vrijwel alle locaties geldt dat de vegetatie in de stroombaan nauwelijks tot geen golfdempend effect heeft en dus ook geen effect op de verwachte golfhoogte aan de teen van de dijk heeft. Op de meeste locaties is de grootte van het areaal vegetatie beperkt en bovendien zodanig gelegen dat dit de ontwikkeling van de golfhoogte niet belemmert. Dat houdt in dat de vegetatie geen effect heeft op de dijkhoogte en dus om die reden niet hoeft te worden gehandhaafd.

Een uitzondering geldt voor de locaties bij:

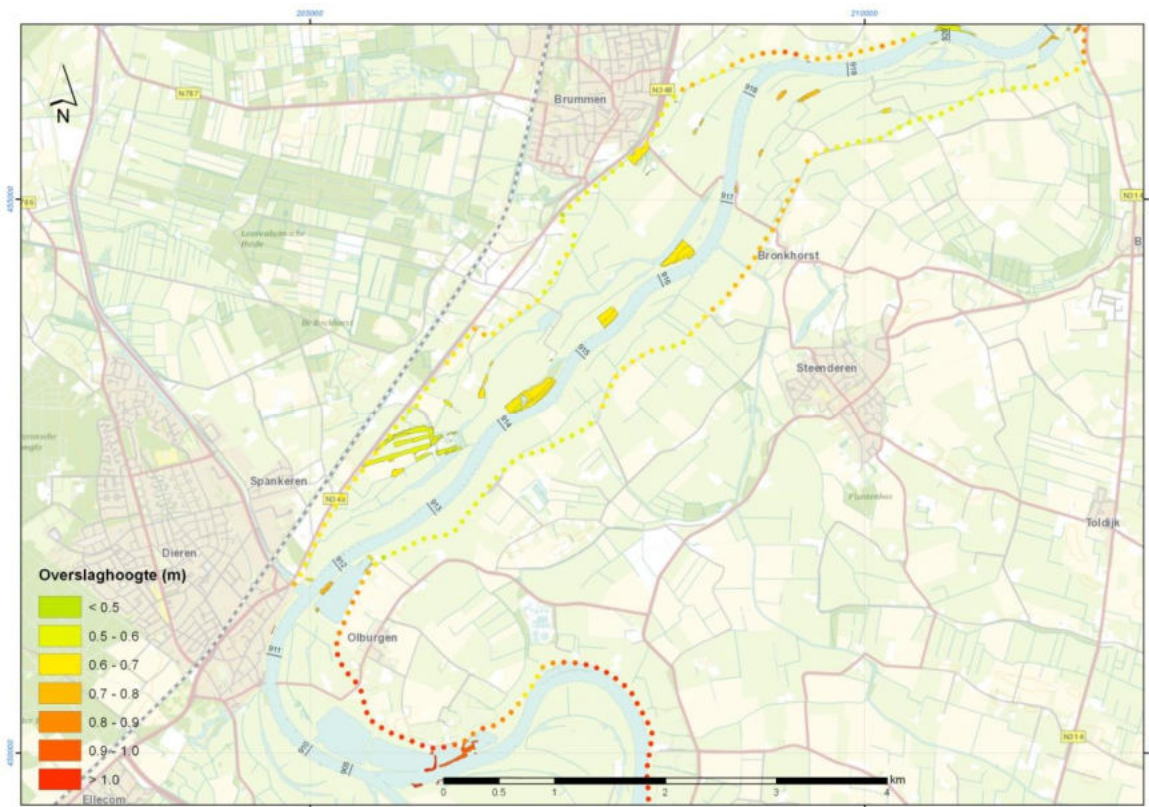
- Doesburg (IJssel; Figuur 4.1)
- Bronkhorst (IJssel; Figuur 4.2)
- Wapenveld (IJssel; Figuur 4.3)
- Hattem (IJssel; Figuur 4.4)
- Kampen (IJssel; Figuur 4.5)
- Opheusden (Lek; Figuur 4.6)
- Wijk bij Duurstede (Lek, Figuur 4.7)
- Dodewaard (Waal; Figuur 4.8)
- Beneden-Leeuwen (Waal; Figuur 4.9)
- Ophemert (Waal; Figuur 4.10)
- Brakel (Waal; Figuur 4.11)
- Sleeuwijk (Waal; Figuur 4.12)
- Haften (Waal; Figuur 4.13)

Deze locaties zijn nader beschouwd in het navolgende. Voor de duidelijkheid wordt nogmaals opgemerkt dat de gepresenteerde golfhoogten bepaald zijn zonder vegetatie met behulp van de methode Brettschneider met een gemiddelde bodemhoogte en strijklengte. De omkaderde locaties met vegetatie hebben dezelfde kleur als de golfhoogte ter plaatse.

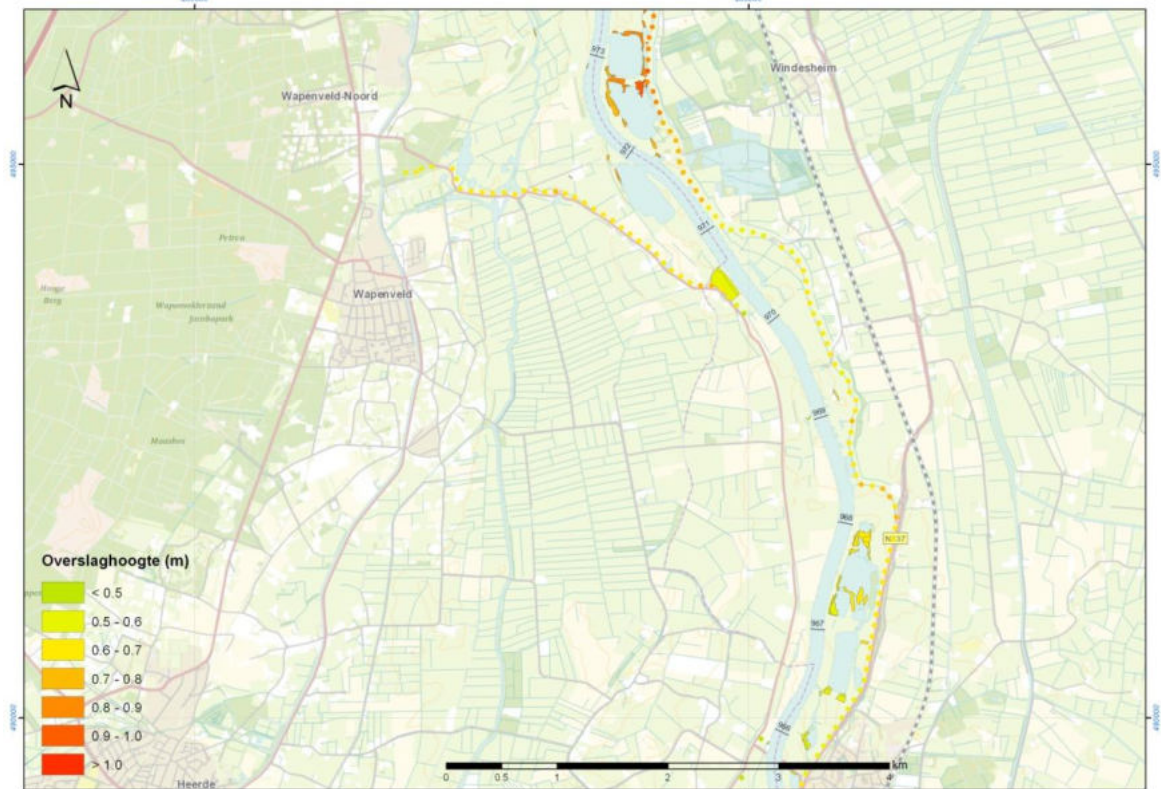
In aanvulling op het bovenstaande is met Geoweb ook gekeken of op de betreffende locatie vegetatie aanwezig is in de stroomluwe delen. Deze kan bijdragen aan de reductie van de golfhoogte. Bij afwezigheid van vegetatie in stroomluwe delen kan overwogen worden vegetatie aan te planten als compensatie van te verwijderen vegetatie.



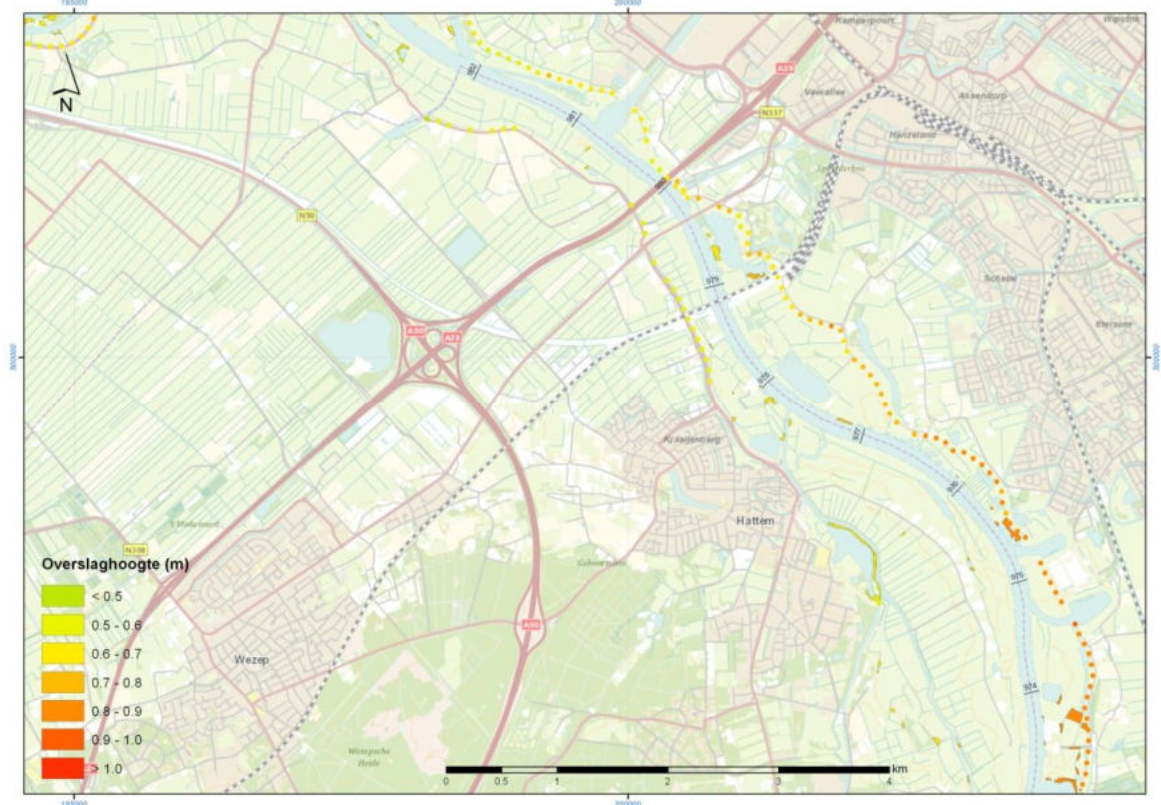
Figuur 4.1 Golfhoogten en locaties met vegetatie langs de IJssel bij Doesburg, km 886 – 911



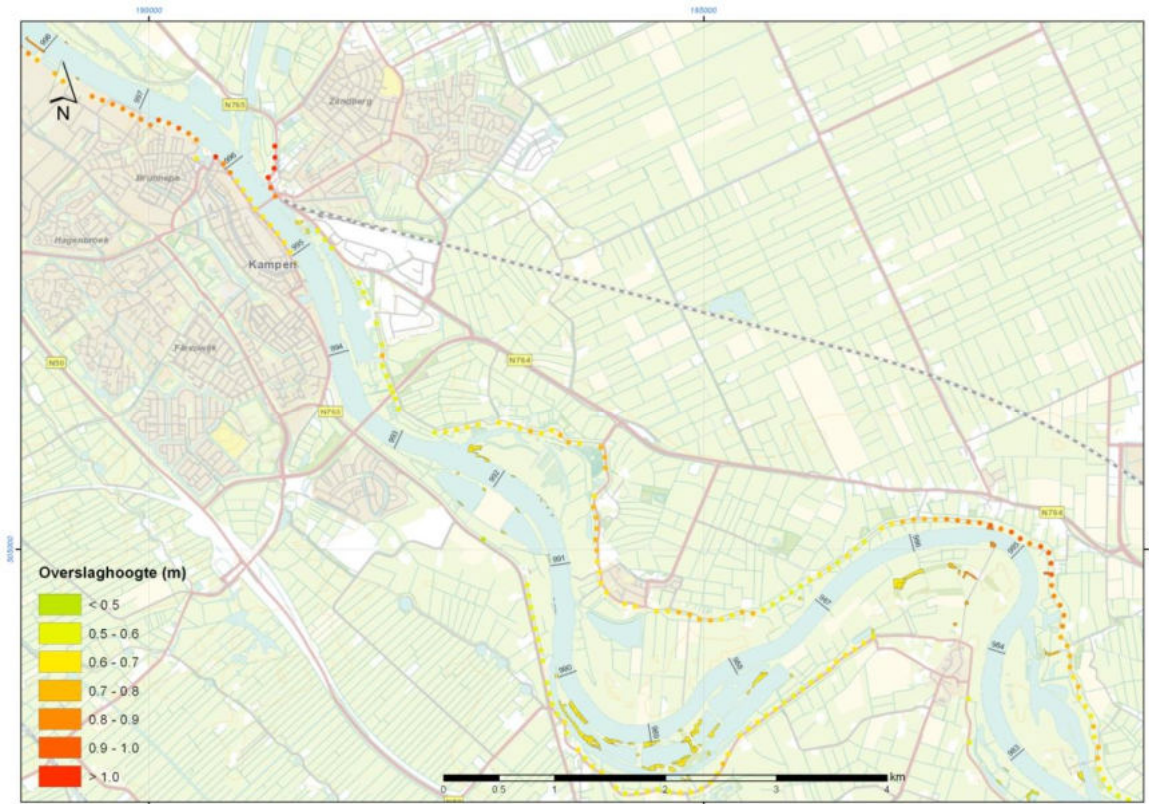
Figuur 4.2 Golfhoogten en locaties met vegetatie langs de IJssel bij Bronkhorst, km 905 – 920



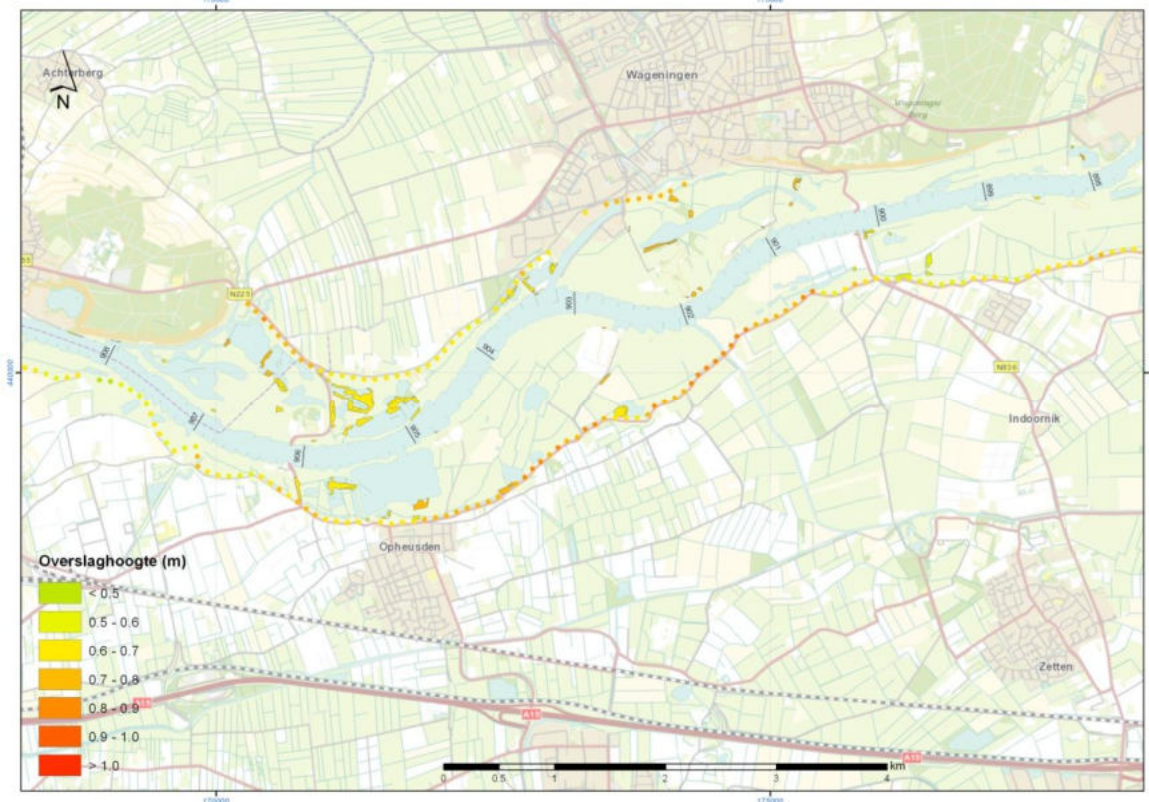
Figuur 4.3 Golfhoogten en locaties met vegetatie langs de IJssel bij Wapenveld, km 966 – 973



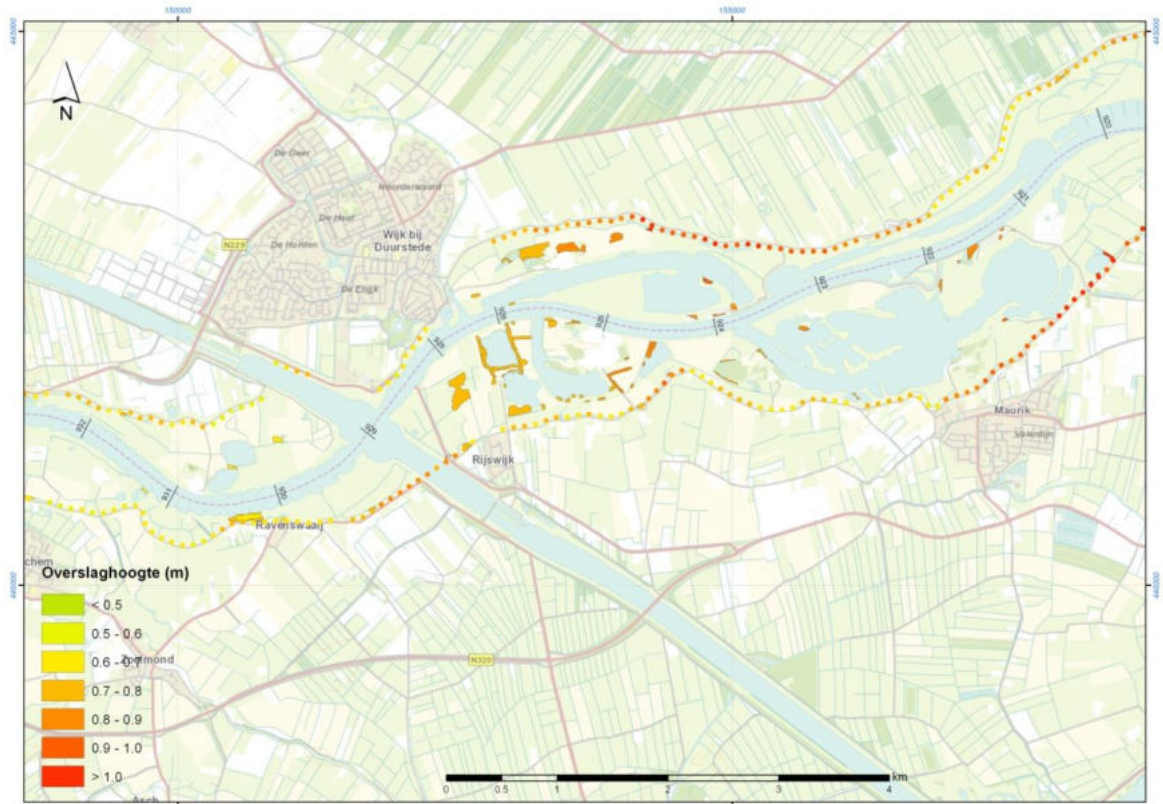
Figuur 4.4 Golfhoogten en locaties met vegetatie langs de IJssel bij Hattem, km 974 – 982



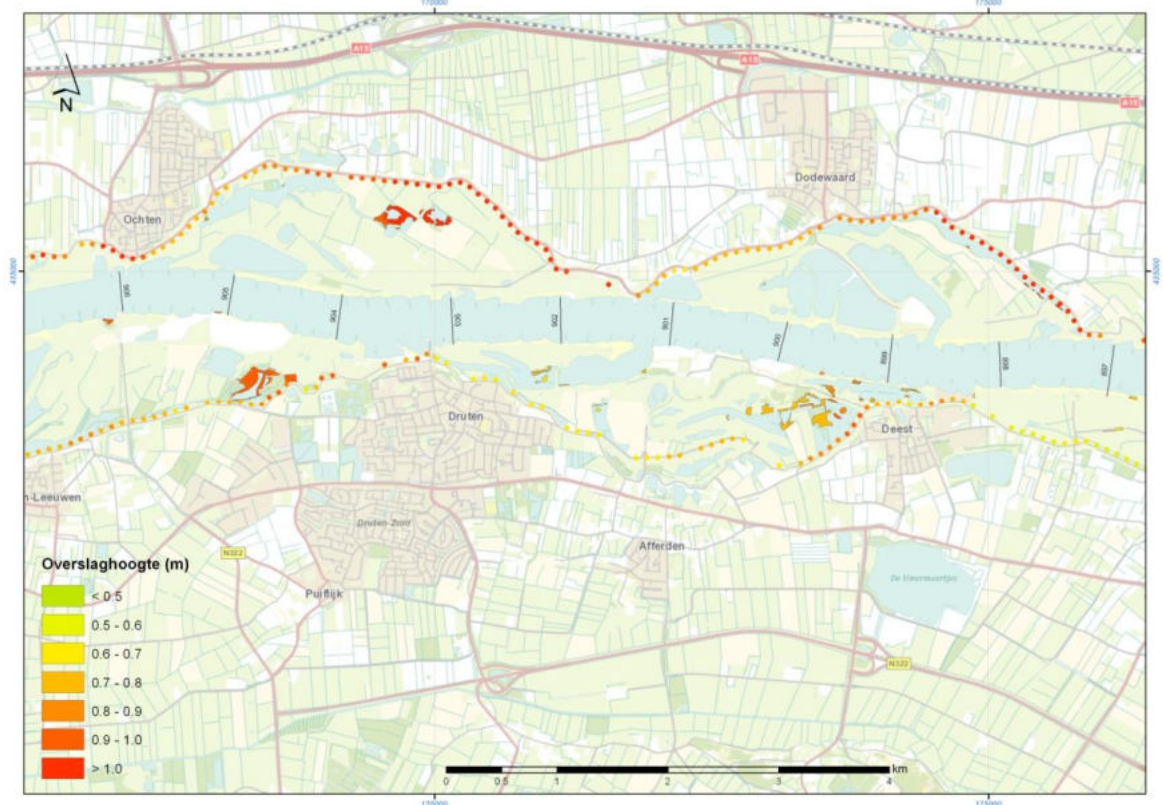
Figuur 4.5 Golfhoogten en locaties met vegetatie langs de IJssel bij Kampen, km 983 – 998



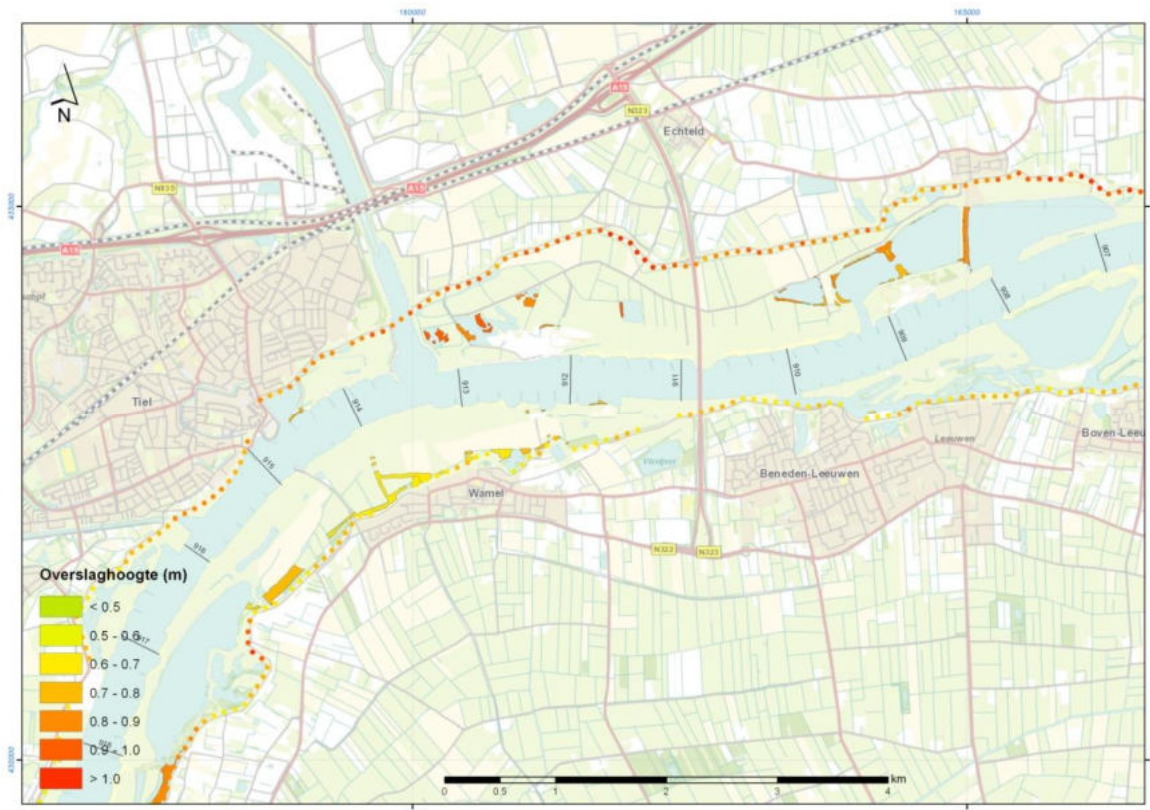
Figuur 4.6 Golfhoogten en locaties met vegetatie langs de Lek bij Opheusden, km 898 – 908



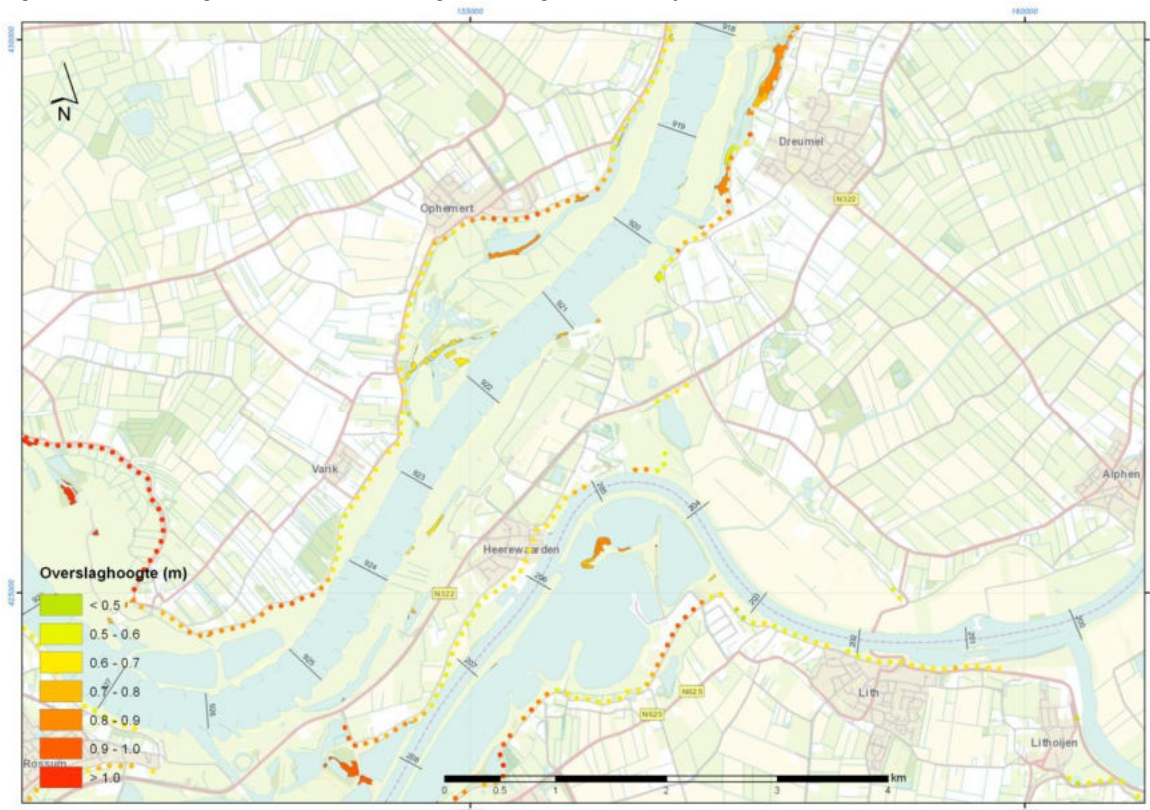
Figuur 4.7 Golfhoogten en locaties met vegetatie langs de Waal bij Wijk bij Duurstede, km 920 - 932



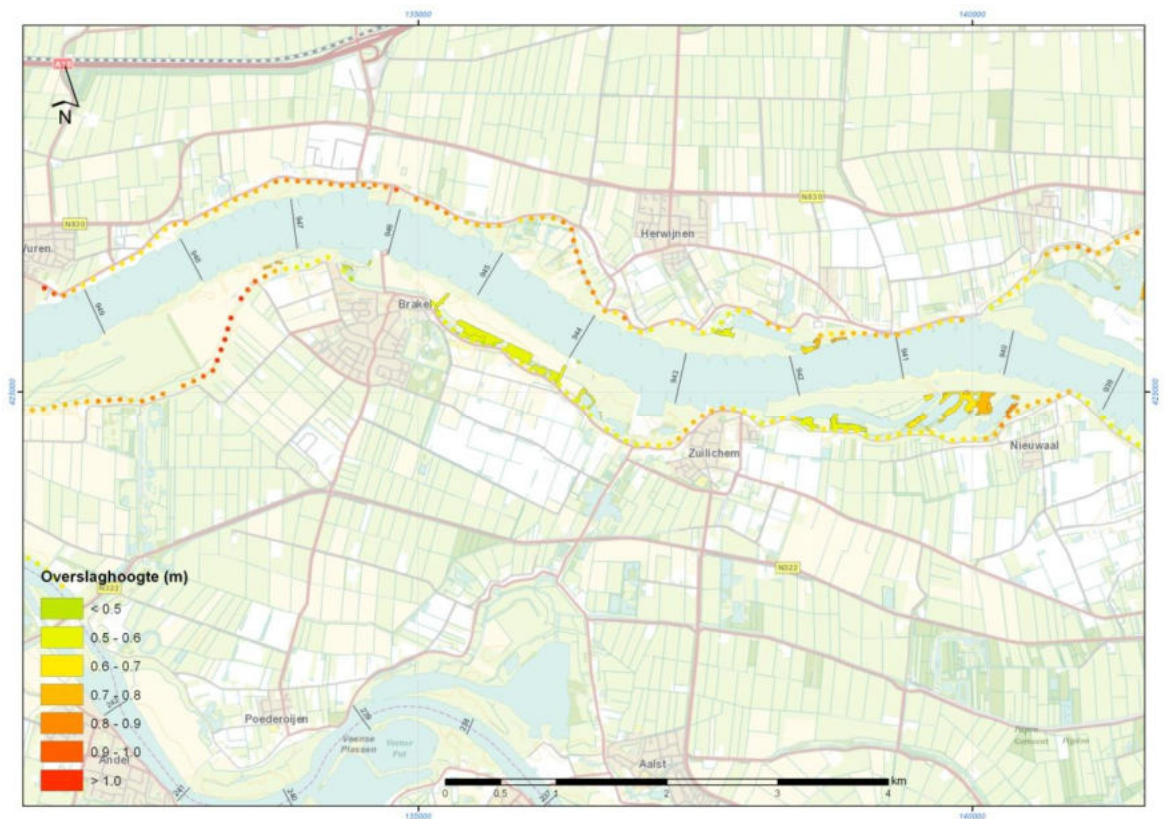
Figuur 4.8 Golfhoogten en locaties met vegetatie langs de Waal bij Dodewaard, km 897 – 906



Figuur 4.9 Golfhoogten en locaties met vegetatie langs de Waal bij Beneden Leeuwen, km 907 – 918



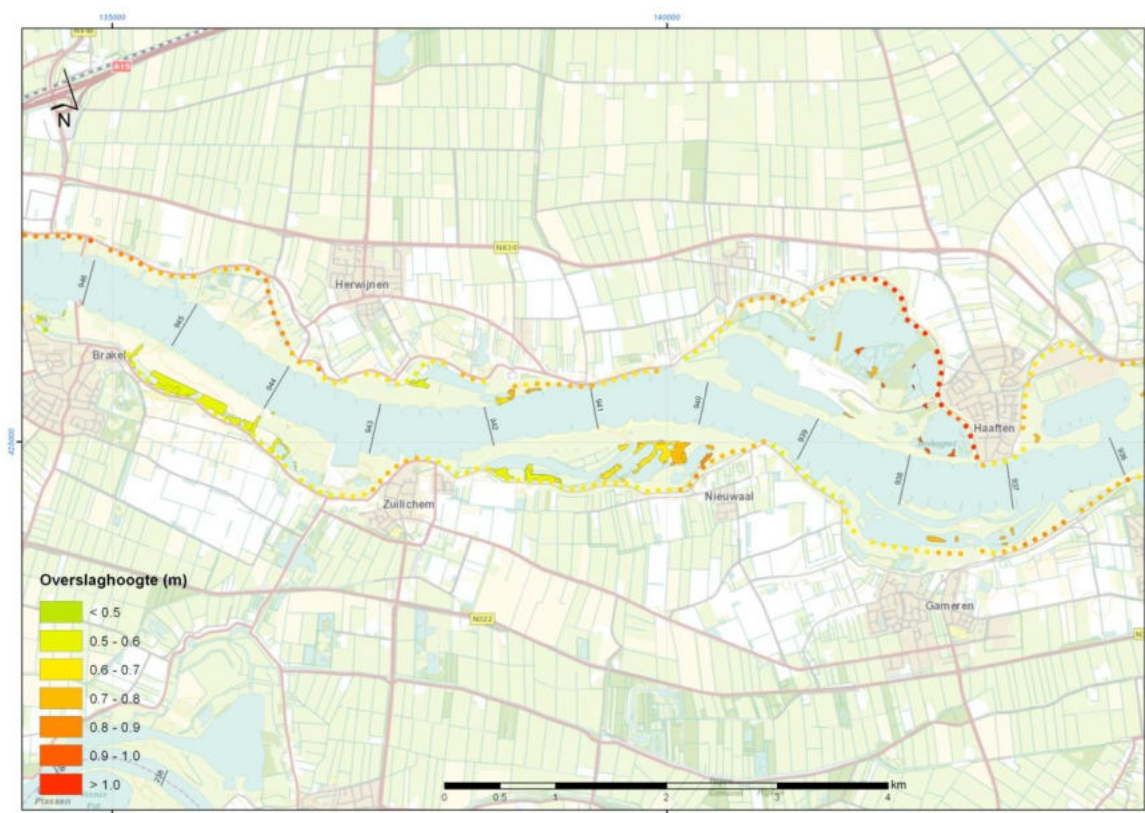
Figuur 4.10 Golfhoogten en locaties met vegetatie langs de Waal bij Ophemert, km 918 – 928



Figuur 4.11 Golfhoogten en locaties met vegetatie langs de Waal bij Brakel, km 939 – 949



Figuur 4.12 Golfhoogten en locaties met vegetatie langs de Waal bij Sleeuwijk, km 950 – 959



Figuur 4.13 Golfhoogten en locaties met vegetatie langs de Waal bij Haften, km 936 – 946

Doesburg (IJssel; Figuur 4.1)

Op de linkeroever van km 900 tot 902 is in de uiterwaard een aantal locaties met vegetatie aanwezig. De afstand van de vegetaties tot de dijk aan de rechteroever is ongeveer 500 à 1000 m. Deze strijklengte lijkt een te grote afstand om een reducerende werking te hebben op de golfhoogte. Bovendien is de omvang van de vegetaties klein, uitgezonderd het meest zuidelijke complex bij km 900. Dit complex zou bij wind uit westelijke richtingen een reducerende werking kunnen hebben, omdat de strijklengte aanzienlijk wordt beperkt. Overigens is over de gehele lengte tussen de locaties en de rivier een stroomluw deel aanwezig zonder vegetatie. Hier zou kunnen worden overwogen vegetatie te planten.

Bronkhorst (IJssel; Figuur 4.2)

Bij km 913 is vegetatie aanwezig aan de linker oever die de golfhoogte aan de rechter dijk bij Bronkhorst zou kunnen beïnvloeden. Gegeven de strijklengte van ongeveer 500 m en de oriëntatie van de dijk is de verwachting echter dat de vegetatie geen effect heeft op de golfhoogte.

In de stroomluwe delen is ook geen vegetatie aanwezig anders dan Akker en gras.

Wapenveld (IJssel; Figuur 4.3)

Vegetatie complexen zijn aanwezig op de rechter oever bij km 967 en km 973. Aan de oostzijde van het complex bij km 967 bevindt zich op minder dan 300 m de rechter rivierdijk. De strijklengte is zeer kort en de aanwezigheid van vegetatie zal de golfhoogten zeker reduceren. Aan de noordzijde van het vegetatiecomplex bevindt zich op ongeveer 500 m een dijk gedeelte met een oriëntatie oost-west. Deze dijk zal worden belast door golven uit zuidelijke richting en de aanwezigheid van de vegetatie zal de golfhoogte reduceren. Andere vegetatie bestaat volgens Geoweb uit lage ruigten.

Bij km 973 bevindt zich een vegetatie complex op de rechteroever. Dit complex staat direct voor de dijk. Inkomende golven zullen door de vegetatie zeker worden gereduceerd. Bovendien is in de stroomluwe delen rond de plassen ook vegetatie aanwezig.

Hattem (IJssel; Figuur 4.4)

Langs de rechter oever bij km 974 en bij km 975 zijn een aantal vegetatie complexen waar te nemen. Het gaat echter om complexen van kleine omvang. Wel staan deze complexen direct voor de dijk en hebben dan een golfreducerend effect. Gezien de kleine omvang van de complexen is dit effect zeer lokaal. De verwachting is dat handhaven van de vegetatie wel een gunstige effect heeft op de golfhoogte, maar dat op grotere schaal er geen effect is. Andere vegetatie blijkt niet aanwezig.

Kampen (IJssel; Figuur 4.5)

Bij km 985 staan in de linker oever enkele vegetaties. Wind uit zuidwestelijke richting zorgt voor golven aan de overliggende de oever. De vegetatie zal de strijklengte aanzienlijk bekorten en dus de golfhoogten reduceren. Bovendien is er de mogelijkheid voor bosontwikkeling want de stroomluwe delen zijn slechts begroeid met gras. De vegetatie op de linkeroever bij km 989 heeft geen effect op de golfhoogten omdat de strijklengten te groot zijn.

Opheusden (Lek; Figuur 4.6)

Het betreft hier de vegetatie op de rechteroever bij km 905. Deze vegetatie ligt ongeveer 200 m voor de dijk. De verwachting is dat deze vegetatie de golfhoogten ten gevolge van zuidwestelijke wind zal reduceren. Uit Geoweb blijkt dat er geen andere vegetatie aanwezig is. Wel is ruigte aanwezig op de zomerkade. Ter plaatse zijn geen stroomluwe delen aanwezig.

Wijk bij Duurstede (Lek, Figuur 4.7)

Aan de rechter oever bij km 924 en aan de linker oever bij km 925 staan diverse vegetatie complexen. Bovendien blijkt in de stroomluwe delen ook vegetatie aanwezig. De combinatie van de Stroomlijn complexen met de vegetatie in de stroomluwe delen maakt dat er een aanzienlijke reductie kan worden gerealiseerd op de direct aangrenzende dijkvakken aan de noord- en oostzijde. De vegetatie aan de linker oever tussen km 924.500 en km 926 zal geen effect hebben op de golfhoogten aan de rechter oever, maar wel op de golfhoogten aan de linker oever. Dit treedt op bij wind uit westelijke richtingen. Ook hier is vegetatie aanwezig in de stroomluwe delen.

Dodewaard (Waal; Figuur 4.8)

Van belang zijnde vegetatie complexen zijn gelegen op de linker oever bij km 899 en bij km 903 en 904. De complexen liggen direct voor de rivierdijk en zullen inkomende golfhoogten samenhangend met westen wind reduceren. De vegetatie aan de rechter oever bij km 903 kan ook een golfreducerende werking hebben op de dijken daar dicht bij. Dit kan zich voor doen bij de windrichtingen zuidwest en west. Andere golfremmende vegetatie in stroomluwe delen is niet aanwezig.

Beneden-Leeuwen (Waal; Figuur 4.9)

Er bevinden zich op dit riviertraject een aantal vegetatie complexen: op de rechter oever bij km 909 en km 912, en op de linker oever bij 914 tot 918.

De complexen op de rechter oever zullen golven uit richtingen tussen zuidwest en west reduceren. De strijklengten zijn nog wel groot, maar de verwachting is toch dat er een positief effect zal zijn van vegetatie. Bovendien bevindt zich bij km 913 een stroomluw deel juist voor de dijk waar golfremmende vegetatie kan worden geplant. Rondom de plassen zijn bovendien ook bossages aanwezig.

Bij km 914 is geen andere vegetatie aanwezig mede door het ontbreken van stroomluwe delen.

De vegetatie complexen op de linker oever bij 914 tot 918 liggen direct voor de dijk en golven kunnen dus niet meer groeien.

Ophemert (Waal; Figuur 4.10)

Vegetatie complexen zijn aanwezig bij km 918 op de linker oever en bij km 921 op de rechter oever.

De vegetatie op de linker oever bij km 918 ligt direct tegen de dijk. Golfhoogten uit westelijke richting zullen dus maximaal worden gereduceerd.

De twee complexen op de rechter oever bij km 921 en 922 zullen de golfhoogten gunstig beïnvloeden bij uit het zuidwesten en zuiden komende golven. Dat geldt in het bijzonder voor de vegetatie bij km 921 die op minder dan 500 m van de dijk ligt. Bovendien zijn daar ook nog solitaire bossen aanwezig in het verlengde van de Stroomlijn locatie. Verder is er een stroomluw deel direct voor de dijk waar bosontwikkeling plaats zou kunnen vinden.

Brakel (Waal; Figuur 4.11)

Het gaat hier om de vegetatie juist west van Nieuwaal aan de linkeroever bij km 910 en de vegetatie daar tegenover aan de rechteroever bij 914. In beide gevallen ligt de vegetatie op korte afstand van de dijk en zal de aanwezigheid van de vegetatie zorgen voor een geringere golfhoogte aan de teen van de dijk.

Opgemerkt moet worden dat de vegetatie in de Stroomlijn locatie bij Nieuwaal inmiddels is verwijderd.

Sleeuwijk (Waal; Figuur 4.12)

Vegetatie is aanwezig op de linker oever bij km 956. Bij golfrichtingen uit het westen en noordwesten zal deze vegetatie geen effect hebben op de golfhoogten bij de teen van de dijk. Echter, er is oostelijk van de Stroomlijn complexen ook vegetatie aanwezig in de stroomluwe delen en samen met de vegetatie in de Stroomlijn complexen mag toch een aanzienlijke reductie worden verwacht van de golfhoogten.

Ook moet worden opgemerkt dat west van de complexen nu nog grienden aanwezig zijn, maar dat hier ontwikkeling van struweel mag plaats vinden. Ook dit kan bijdragen aan golfremmende werking.

Haaften (Waal; Figuur 4.13)

West van Haaften aan de rechter oever bij km 939 is sprake van een aantal kleine complexen. Uit Geoweb blijkt dat er veel ander bos is in dit gebied. De verwachting is dan ook dat er een aanzienlijke golfhoogte reductie kan worden gerealiseerd.

5 Conclusies en aanbevelingen

Op basis van een quick scan is beoordeeld in hoeverre handhaven van de vegetatie op een aantal locaties waar in het kader van het programma Stroomlijn deze vegetatie gepland is te worden verwijderd, een positieve bijdrage kan leveren aan het verminderen van de risico's van overstroming. Verwijderen van de vegetatie vindt plaats om de doorstroming bij hoge afvoeren te bevorderen, maar daar staat tegenover dat de aanwezigheid van vegetatie een golfdempend effect heeft en daarmee gunstig kan zijn voor de vereiste kruinhoogte van een dijk.

Aan de hand van GIS kaarten samengesteld op basis van aangeleverde gegevens met locaties met vegetatie en verwachte golfhoogten is de quick scan als bovenbedoeld uitgevoerd. Daarbij zijn een aantal criteria gehanteerd:

- Ligging van de vegetatie en de dijk ten opzichte van de windrichting;
- Afstand tot de dijk in verband met de strijklengte;
- Grootte van het complex met vegetatie (groter dan 10 x 10 m²);
- Golfhoogte (groter dan 0,5 m).

Geconcludeerd wordt dat voor vrijwel de meeste locaties met vegetatie deze geen effect heeft op de golfhoogte aan de teen van de dijk. Handhaven om die reden heeft dus geen zin. Er is een beperkt aantal Stroomlijn locaties waar handhaven van de vegetatie mogelijk wel effect kan hebben op de golfhoogte aan de teen van de dijk. Het gaat hier om de volgende locaties:

- Doesburg (Figuur 4.1) – IJssel: km 900 linker oever
- Wapenveld (Figuur 4.3) – IJssel: km 967 rechter oever en km 973 rechter oever
- Kampen (Figuur 4.5) – IJssel: km 985 linker oever
- Opheusden (Figuur 4.6) – Lek: km 905 rechter oever
- Wijk bij Duurstede (Figuur 4.7) – Lek: km 924 rechter oever en km 924,5-926 linker oever
- Dodewaard (Figuur 4.8) – Waal: km 899, km 903 en bij km 904 linker oever
- Beneden-Leeuwen (Figuur 4.9) – Waal: km 909 en km 913 rechter oever, en km 914 tot 918 linker oever
- Ophemert (Figuur 4.10) – Waal: km 918 linker oever en km 921 rechter oever
- Brakel (Figuur 4.11) – Waal: km 914 rechter oever
- Sleenwijk (Figuur 4.12) – Waal: km 956 linker oever
- Haften (Figuur 4.13) – Waal: km 939 rechter oever

Aanbevolen wordt voor deze 18 locaties meer in detail te onderzoeken hoe groot het effect op de golfhoogte is. Tijdens de studie is voor bovenstaande locaties ook gekeken naar eventuele aanwezigheid van vegetatie in stroomluwe delen van de rivier. Soms is deze aanwezig en bij een eventuele gedetailleerde bepaling van de golfhoogte op de betreffende locaties zal deze zeker bijdragen aan de reductie van de golfhoogte. De inventarisatie van vegetatie in stroomluwe delen maakte overigens geen onderdeel uit van de opdracht.

Meer algemeen wordt aanbevolen voor alle Stroomlijn locaties een inventarisatie uit te voeren naar aanwezige vegetatie in de stroomluwe delen, want de vegetatie daar kan bijdragen aan een reductie van de golfhoogte. Hierbij kunnen dezelfde criteria worden gehanteerd als boven aangegeven voor vegetatie in stroombanen. Een aanvullend criterium voor de effectiviteit van vegetatie als golfremmer is daarbij dat het kruinniveau boven MHW ligt.

Tijdens de aanvullende inventarisatie met Geoweb naar aanwezigheid van vegetatie in de stroomluwe delen is geconstateerd dat op sommige locaties extra vegetatie een bijdrage kan leveren aan de golfdemping. Weliswaar geldt buiten de stroombanen een “stand-still” en is bijplanten van ruwe vegetatie niet aan de orde, maar op enkele locaties zou bos tot ontwikkeling kunnen worden gebracht ter compensatie van beschermde bossen uit stroombanen. Deze 6 locaties zijn:

- Doesburg (Figuur 4.1) – IJssel: km 900 linker oever
- Kampen (Figuur 4.5) – IJssel: km 985 linker oever
- Beneden-Leeuwen (Figuur 4.9) – Waal: km 913 rechter oever
- Ophemert (Figuur 4.10) – Waal: km 921 rechter oever
- Brakel (Figuur 4.11) – Waal: km 914 rechter oever
- Sleeuwijk (Figuur 4.12) – Waal: km 956 linker oever

6 Literatuur

Deltares (2009): *Ontwerp groene golfremmende dijk Fort Steurgat bij Werkendam*.
rapport Z4832, Delft, 2009.

Deltares (2012): *KPP Golfremmende vegetatie als onderdeel van een waterkering*.
Projectplan 1206002, Delft, 2012.

RWS (1985): *Leidraad voor het ontwerpen van rivierdijken, deel 1 – Bovenrivierengebied*.
TAW, Staatsuitgeverij, Den Haag

RWS (1989): *Leidraad voor het ontwerpen van rivierdijken, deel 2 – Benedenrivierengebied*.
TAW, Uitgeverij Waltman, Den Haag

RWS (2006): *Rampenbeheersingsstrategie, Overstromingen Rijn en Maas –
achtergrondrapportage Kaartenatlas*.
RIZA rapport 2005.027, Arnhem.

RWS (2007): *Leidraad Rivieren*.
Min. Verkeer en Waterstaat, Expertise Netwerk Waterkeren, Den Haag