

# KRW-onderzoek optimaliseren peilbeheer c.q. verbreden/verdiepen waterlichaam Witte Brug





**KRW-onderzoek optimaliseren peilbeheer c.q.  
verbreden/verdiepen waterlichaam Witte Brug**



Culemborg, 20 januari 2014

Opgesteld op uitnodiging van: Waterschap Hollandse Delta  
H. Maandag, afd. Data en Advies

Project nr. BWZ 13-062

Status uitgave: definitief  
Rapport nr.: BWZ 13-062  
Datum uitgave: 20 januari 2014  
Titel: KRW-onderzoek optimaliseren peilbeheer c.q. verbreden/verdiepen waterlichaam Witte Brug  
Samenstellers: ir. R.J. (Rob) Klaarenbeek  
drs. R.J.W. (Rob) van de Haterd (Bureau Waardenburg)  
ir. G. (Gerlof) Hoefsloot (Bureau Waardenburg)  
Aantal pagina's inclusief bijlagen: 63  
Project nr.: BWZ 13-062 /Buwa 13-570  
Projectleider: ir. J.W. (Hans) van Zanten  
Naam en adres opdrachtgever: Waterschap Hollandse Delta  
Handelsweg 100, postbus 4103, 2980 GC Ridderkerk  
Referentie aanvrager: opdrachtbevestiging d.d. 7 oktober 2013, kenmerk U 1307220  
Akkoord voor uitgave: ir. J.W. (Hans) van Zanten



© BWZ Ingenieurs bv

Ingeschreven in het handelsregister van de Kamer van Koophandel te Tiel onder nr. 30232690



- Postbus 183  
4100 AD Culemborg  
- Telefoon: 0345-523130  
- Fax: 0345-523990  
- info@bwz-ingenieurs.nl  
www.bwz-ingenieurs.nl



# Inhoud

1	Inleiding.....	5
1.1	Aanleiding .....	5
1.2	Doel onderzoek .....	6
1.3	Leeswijzer .....	6
2	KRW-waterlichaam en watersysteem.....	7
2.1	Bemalingsgebied Witte Brug .....	7
2.2	KRW-waterlichaam Witte Brug (NL19-54).....	9
2.3	Waterhuishouding.....	12
2.5	Grondwatersysteem.....	16
2.6	Waterdiepte.....	18
2.7	Omvang waterstromen .....	20
2.8	KRW-beoordeling ecologie.....	22
2.9	KRW beoordeling fysisch-chemisch .....	26
2.10	Conclusie systeemanalyse.....	33
3	Haalbaarheid maatregelen.....	34
3.1	Uitwerking maatregelen .....	34
3.2	Toetsingscriteria .....	35
3.3	Uitwerking per toetsingscriterium .....	35
3.3.1	Drooglegging.....	35
3.3.2	Riooloverstorten .....	38
3.3.3	NBW-normering.....	39
3.3.4	Technische maatregelen.....	41
3.3.5	Technische realisatie verdieping .....	43
3.4	Samenvattend overzicht beoordeling toetsingscriteria .....	43
4	Effectiviteit.....	44
4.1	Inleiding .....	44
4.2	Optimaliseren peilbeheer .....	44
4.3	Verbreiden en verdiepen.....	47
5	Conclusies en aanbevelingen .....	49
6	Literatuurlijst.....	51

## BIJLAGEN

1. Peilvakken en peilen binnen bemalingsgebied Witte Brug oost
2. Profielen waterlichaam



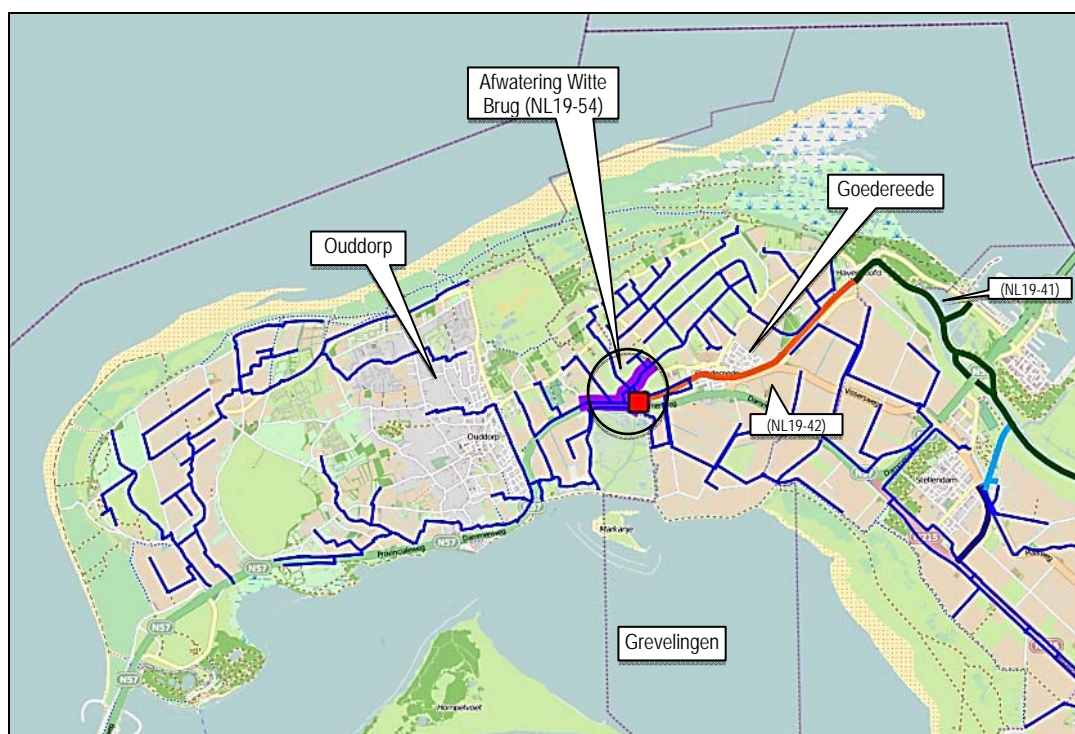
# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

In het westelijk deel van het Zuid-Hollandse eiland Goeree Overflakkee, direct ten westen van Goedereede, ligt KRW-waterlichaam “Afwatering Witte Brug” (NL19-54). Dit waterlichaam voldoet niet aan de doelen voor de KRW: het doorzicht scoort slecht, het fosforgehalte scoort slecht, en de ecologie eveneens matig tot slecht. Aangenomen wordt dat hierbij meerdere aspecten een rol spelen:

- de waterdiepte: delen van het waterlichaam en de aanliggende watergangen voldoen niet aan de streefdiepte die het waterschap hanteert (minimaal 1 meter voor hoofdwatergangen en minimaal 0,5 meter voor overig water);
- huidige peilbeheer: peilbeheer met een vast (tegennatuurlijk) zomer- en winterpeil;
- de invloed van brakke kwel: (sterk) wisselende chlorideconcentraties.

Toen het KRW-maatregelenprogramma voor de periode 2009-2015 werd vastgesteld, was nog niet duidelijk welke uitvoeringsmaatregelen effectief en haalbaar zouden zijn om de KRW-doelen voor dit waterlichaam wel te gaan bereiken. Om hier meer inzicht te krijgen, zijn verschillende onderzoeksmaatregelen vastgesteld, waaronder “Onderzoek optimaliseren peilbeheer c.q. verbreden/verdiepen” (maatregel NL19-147). Met dit onderzoeksrapport geven BWZ Ingenieurs en Bureau Waardenburg uitwerking aan dit onderzoek.



Figuur 1.1: Ligging KRW-waterlichaam Afwatering Witte Brug (NL19-54). (NL19-42 en NL 19-41 zijn aangrenzende KRW-waterlichamen)

## 1.2 Doel onderzoek

De maatregelen “optimalisering peilbeheer” en “verdiepen/verbreden” zijn beide maatregelen die in principe bij kunnen dragen aan het verbeteren van de (ecologisch) waterkwaliteit van het waterlichaam en het realiseren van de KRW-doelen (zie kader). De vraag voor dit onderzoek is of deze maatregelen inderdaad effectief zijn voor het waterlichaam, en of deze maatregelen ook haalbaar zijn.

Doel van het onderzoek is dus:

- inzicht krijgen in de effectiviteit en haalbaarheid van de maatregelen “optimalisering peilbeheer” en “verdiepen c.q. verbreden”.

Als de maatregelen haalbaar en effectief zijn, dan kunnen deze worden opgenomen in het KRW-uitvoeringsprogramma voor de periode 2016-2021. Met de uitvoering van dit onderzoek wordt voldaan aan de KRW-plicht voor deze onderzoeksmaatregel uit het KRW-programma voor de periode 2010-2015.

De maatregelen die in dit onderzoek centraal staan, namelijk “optimaliseren peilbeheer” en “verdiepen/verbreden” zijn beide gericht op het verbeteren van de (ecologische) waterkwaliteit in het waterlichaam. Belangrijkste doel voor beide maatregelen is het vergroten van de waterdiepte. Met optimalisering peilbeheer wordt dan ook peilopzet bedoeld. Dieper water heeft minder snel last van opwarming en zuurstofschommelingen, wat gunstig is voor de waterkwaliteit. Voor hoofdwatergangen hanteert het waterschap een streefdiepte van minimaal 1 meter, voor de overige watergangen een streefdiepte van minimaal 0,5 meter.

Met optimalisering peilbeheer/peilopzet kunnen naast het vergroten van de waterdiepte mogelijk ook andere effecten worden bereikt, die positief zijn voor de ecologische waterkwaliteit:

- realiseren van een meer natuurlijk peilverloop wat gunstig is voor een goede biologische/ecologische ontwikkeling van de oeverzone van het watersysteem;
- verminderen van de invloed van brakke kwel, en verminderen van de schommelingen in chloridegehalte van het oppervlaktewater (door verhoogde peilen in de winterperiode).

## 1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is eerst een beschrijving gegeven van de kenmerken van het KRW-waterlichaam en het functioneren van het watersysteem waarin dit ligt. Hoofdstuk 3 gaat in op de haalbaarheid van de voorgestelde maatregelen, hoofdstuk 4 beschrijft de effectiviteit. Tot slot worden in hoofdstuk 5 de belangrijkste conclusies van het onderzoek samengevat.



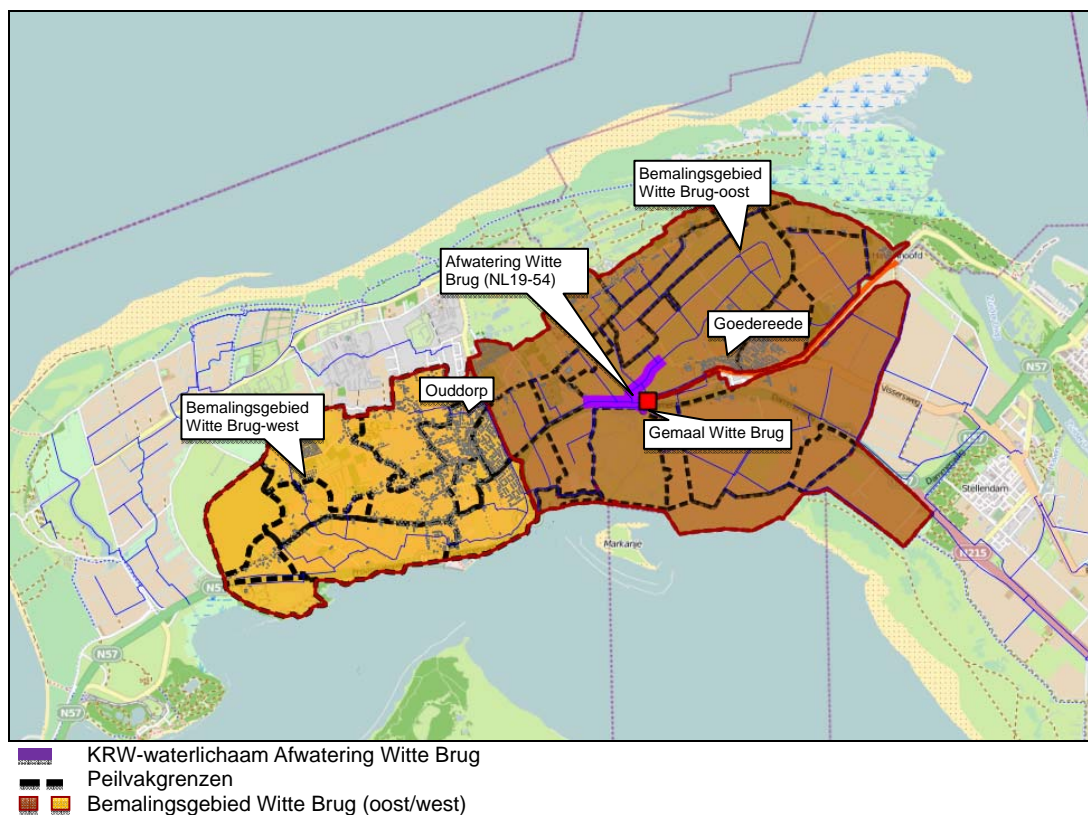
## 2 KRW-waterlichaam en watersysteem

In dit hoofdstuk beschrijven we eerst de belangrijkste kenmerken van het KRW-waterlichaam en het watersysteem waarin dit functioneert. Dit geeft inzicht in de huidige situatie en de belangrijkste factoren die de (ecologische) waterkwaliteit bepalen.

### 2.1 Bemalingsgebied Witte Brug

Afwatering Witte Brug ligt in het westelijke deel van het eiland Goeree Overflakkee ("kop van Goeree"), in het bemalingsgebied van gemaal Witte Brug. De begrenzing van het bemalingsgebied is weergegeven in figuur 2.1. De totale oppervlakte van het bemalingsgebied bedraagt ruim 2000 ha. Afwatering Witte Brug is het enige KRW-waterlichaam binnen het bemalingsgebied.

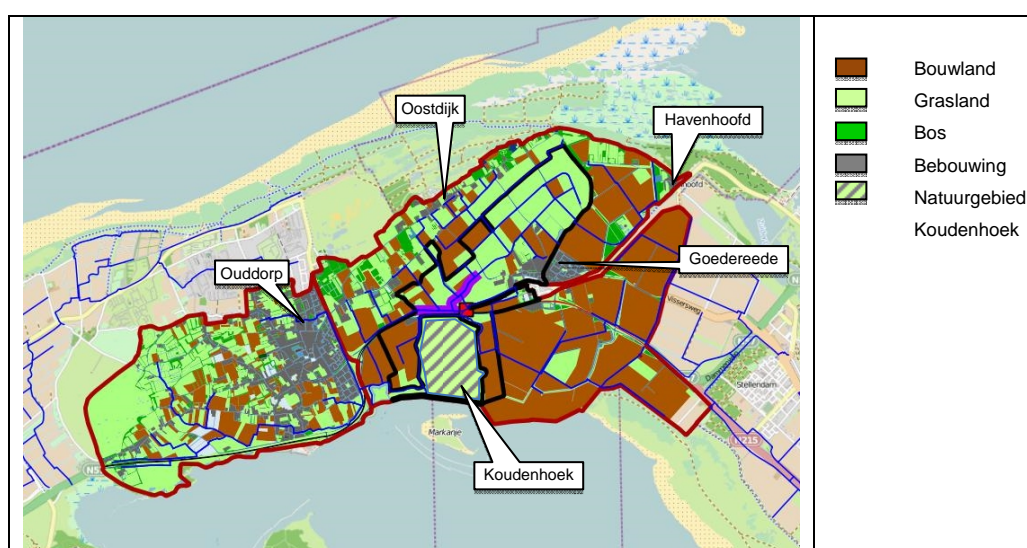
Op basis van de vastgestelde peilbesluiten voor het gebied, is het bemalingsgebied in te delen in een westelijk deel (ca. 670 ha) en een oostelijk deel (ca. 1370 ha). Het vigerende peilbesluit voor het westelijk deel werd in 1996 vastgesteld: "Peilbesluit voor het bemalingsgebied Kilhaven en een gedeelte van het bemalingsgebied Witte Brug". Het vigerende peilbesluit voor het oostelijk deel dateert uit 2005: "Peilbesluit voor bemalingsgebied Witte Brug oost".



Figuur 2.1 Bemalingsgebied Witte Brug

Binnen het bemalingsgebied komen verschillende vormen van grondgebruik voor. Het grootste deel van het gebied is in agrarisch gebruik, waarbij zowel bouwland als grasland voorkomen. Zie figuur 2.2. Bebouwd gebied komt voor in de kernen van Ouddorp en Goedereede, en in de buurschappen van Havenhoofd en Oostdijk. Verder komt verspreid in het gebied ook diverse losliggende bebouwing voor.

Direct ten zuiden van het waterlichaam ligt natuurgebied Koudenhoek. Dit natuurreservaat is in eigendom van Staatsbosbeheer en vormt een waardevol broed-, rust-, foerageergebied voor vogels. Dit gebied heeft een eigen waterhuishouding. In de rest van het bemalingsgebied liggen verder geen beschermde natuurgebieden.

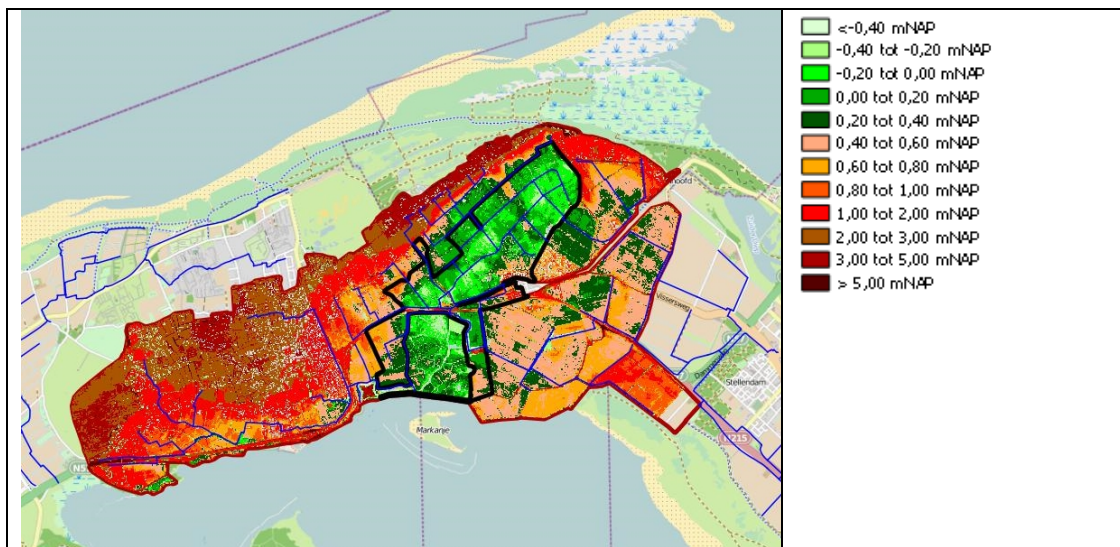


Figuur 2.2. Grondgebruik binnen bemalingsgebied Witte Brug (gebaseerd op TOP10vector)

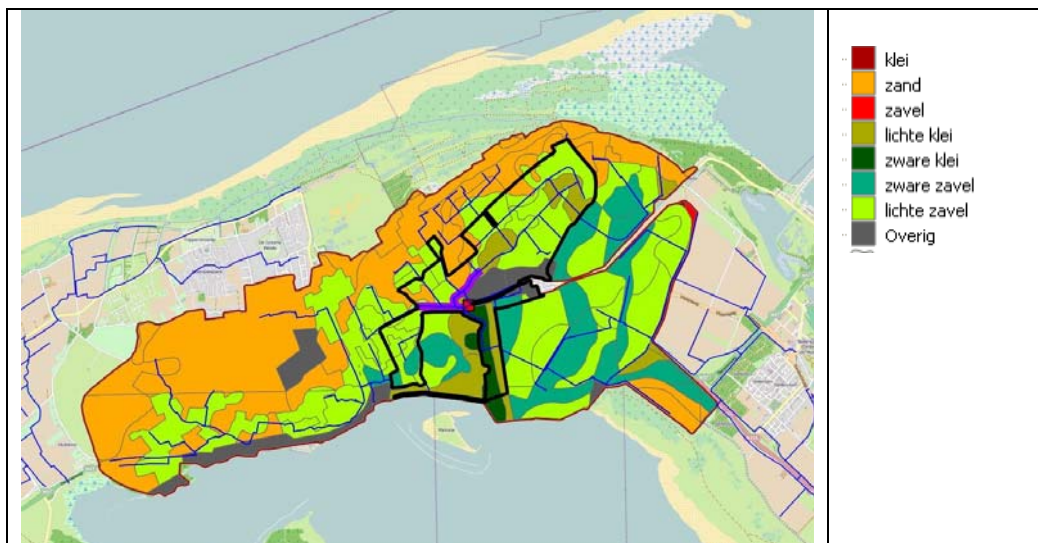
Het bemalingsgebied ligt op de overgang van het duinlandschap en de later bedijkte jonge zeeleipolders. De maaiveldhoogte ligt globaal tussen ca. +5 mNAP langs de noordgrens van bemalingsgebied en -0,5 mNAP in het centrum van het bemalingsgebied, in de omgeving van Afwatering Witte Brug. Figuur 2.3 geeft de variaties in hoogteligging binnen het bemalingsgebied weer.

De bodemkundige opbouw in het gebied is bepaald door een combinatie van natuurlijke processen en menselijke invloeden (bedijking). In het gebied komen vooral vlakvaaggronden en poldervaaggronden voor. De vlakvaaggronden zijn gronden met (matig) fijn zand in het bodemprofiel, de poldervaaggronden met lichte tot zware zavel of klei. Figuur 2.4 geeft de grondsoorten weer, gebaseerd op de bodemkaart 1:50.000 van Nederland. In het westelijk deel van het bemalingsgebied en langs de noordzijde van het oostelijk deel komen vooral zandgronden voor, dit zijn de hoger gelegen gebieden. In de rest van het gebied komt vooral lichte tot zware zavel voor en in mindere mate lichte tot zware klei.

In de omgeving van gemaal Witte Brug komen ook nesvaaggronden voor, met een laag lichte klei rustend op slap materiaal. Over het algemeen zijn de bodemprofielen homogeen aflopend, waarbij het kleigehalte naar de ondergrond geleidelijk afneemt.



Figuur 2.3. Hoogeligging binnen bemalingsgebied Witte Brug (bron: AHN2, @Rijkswaterstaat Data en ICT Dienst)



Figuur 2.4. Grondsoorten binnen bemalingsgebied Witte Brug (gebaseerd op bodemkaart van Nederland 1:50000)

## 2.2 KRW-waterlichaam Witte Brug (NL19-54)

KRW-waterlichaam Afwatering Witte Brug ligt direct voor gemaal Witte Brug, westelijk van Goedereede. (zie figuur 2.5). Gemaal Witte Brug verzorgt de waterafvoer van het gehele bemalingsgebied, dit betekent dat al het afgevoerde water van het bemalingsgebied door het KRW-waterlichaam heen stroomt. De waterafvoer vindt plaats in oostelijke richting naar het Havenkanaal van Goedereede. Dit is zelf ook weer een KRW-waterlichaam (Havenkanaal van Goedereede, NL19-48).

Het waterlichaam bestaat uit noordelijke, westelijke en zuidelijke “tak” (zie figuur 2.5). Deze begrenzing is in 2009 vastgesteld en is gebaseerd op de aangenomen afvoerverdeling uit het bemalingsgebied. De westelijke tak loopt vanaf het gemaal over een afstand van ca. 650 meter naar het westen toe, via de watergang die aan de noordzijde van de provinciale weg N27 ligt. Op een afstand van ca. 180 meter voor het gemaal heeft het waterlichaam een aftakking in noordelijke richting. De lengte van deze noordelijke tak bedraagt ca. 600 meter. Op een afstand van ca. 40 meter voor het gemaal heeft het waterlichaam ook een zuidelijke aftakking, onder de provinciale weg N27 door. De lengte van dit traject bedraagt ca. 60 meter.

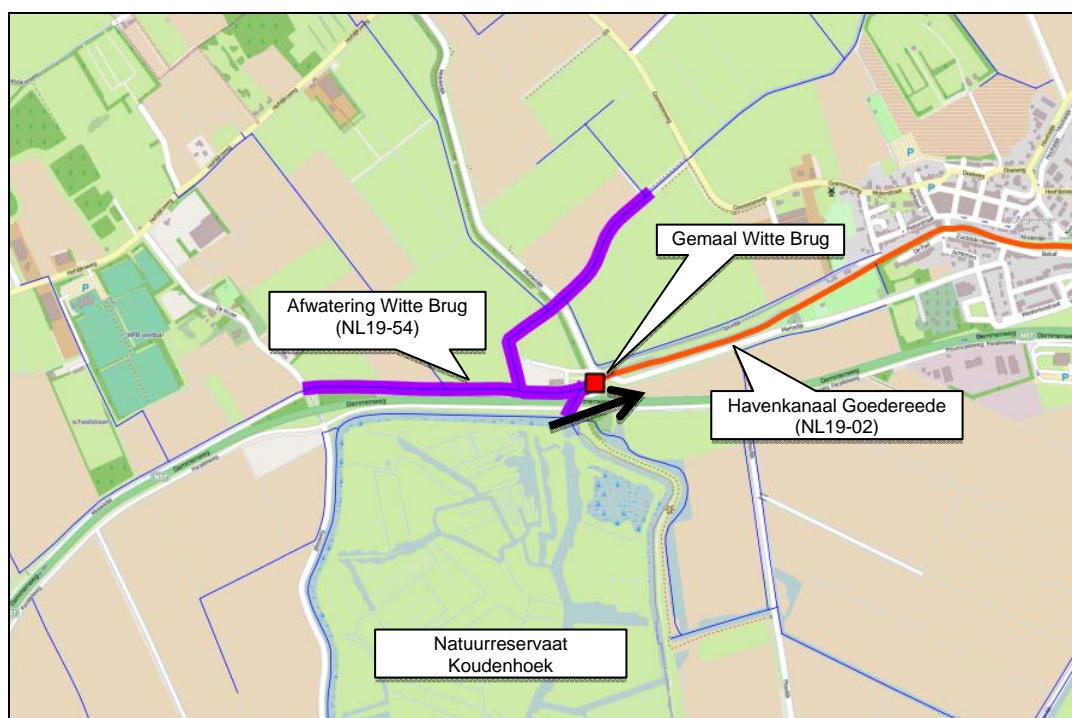
De totale lengte van het waterlichaam bedraagt ca. 1300 meter, de totale oppervlakte ruim 1 ha. (opmerking: volgens KRW-factsheet 2009/Tauw 2013 bedraagt de oppervlakte van het waterlichaam 2,7 ha, maar dit kan niet kloppen op basis van de beschikbare gegevens).

### KRW-typering

Het waterlichaam is getypeerd als een Kunstmatig water, type M30, Zwak brakke wateren.

### Dimensionering

In de directe omgeving van het gemaal heeft het waterlichaam een breedte van ca. 10 tot 20 meter (breedte op waterlijn), in de noordelijke tak is dit ca. 7 tot 9 meter. Vanaf de afsplitsing van de noordelijke tak, heeft de westelijke tak nog maar een breedte van ca. 3 tot 4 meter. De zuidelijke tak bestaat grotendeels uit een duiker die onder de provinciale weg heengaat. In het gehele waterlichaam is sprake van steile oevers. Bijlage 2 geeft een overzicht van de beschikbare profielmetingen voor het waterlichaam (ideoma-profielen, opnamedatum 2010).



Figuur 2.5 Waterlichaam Afwatering Witte Brug



*Eindpunt zuidelijke tak waterlichaam, zicht op hoofdwatergang ten zuiden van provinciale weg*



*Westelijk tak waterlichaam*



*Noordelijke tak waterlichaam*

## 2.3 Waterhuishouding

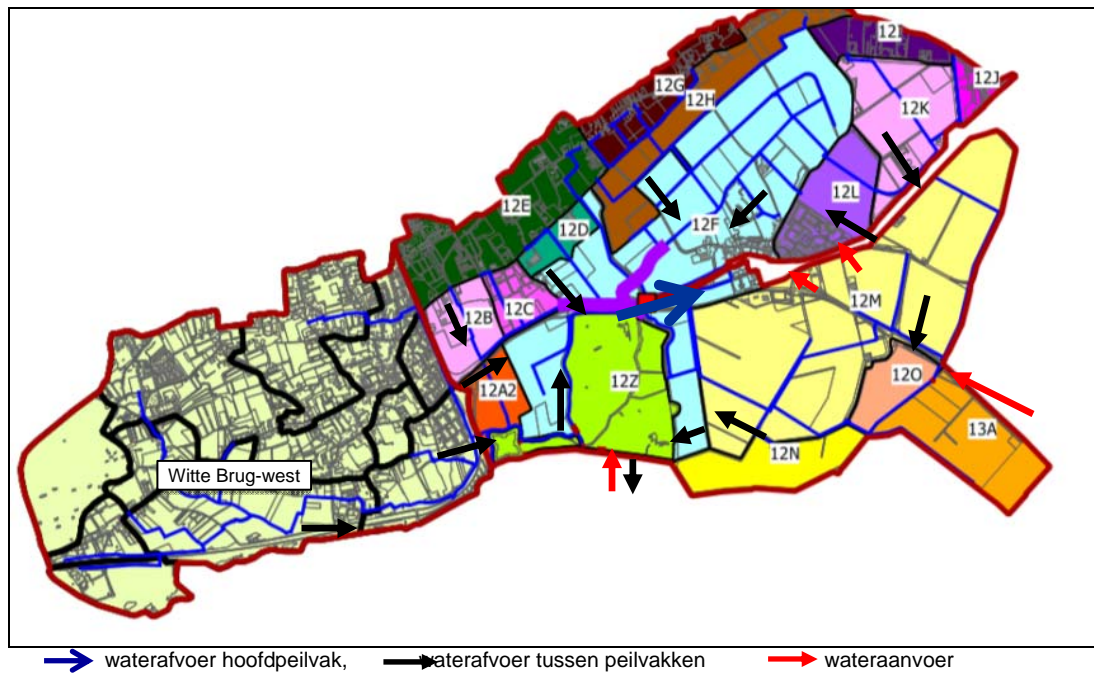
### Peilvakken

Binnen het bemalingsgebied komen in totaal 27 grotere of kleinere peilvakken voor. Alle peilvakken wateren via de diverse hoofdwatgangen af naar gemaal Witte Brug.

In figuur 2.6 is de begrenzing van de diverse peilvakken weergegeven, samen met de hoofdwatgangen, en de stromingsrichtingen van het water bij waterafvoer.

Het westelijk deel van het bemalingsgebied (10 peilvakken) watert grotendeels af via de hoofdwatgang die ten zuiden van Ouddorp loopt, en die nabij het voormalige verdedigingswerk De Schans, de provinciale weg N27 kruist. Hiervandaan loopt deze waterafvoer langs de Schans en vervolgens via de hoofdwatgang ten westen van natuurgebied Koudenhoek, naar de watengang zuidelijk van de provinciale weg N27 en noordelijk van natuurgebied Koudenhoek. Via de zuidelijk tak van het waterlichaam komt deze afvoer bij gemaal Witte Brug uit. Omdat het westelijk deel van het bemalingsgebied in dit onderzoek verder als een geheel wordt beschouwd, is dit gebied in figuur 2.6 als een aaneengesloten gebied weergegeven (1 kleur). De peilvakken van het oostelijk deel van het bemalingsgebied zijn met afzonderlijk kleuren weergegeven, inclusief de peilvaknummers per peilvak. In bijlage 1 is een overzicht opgenomen van de peilen per peilvak en de oppervlakte per peilvak.

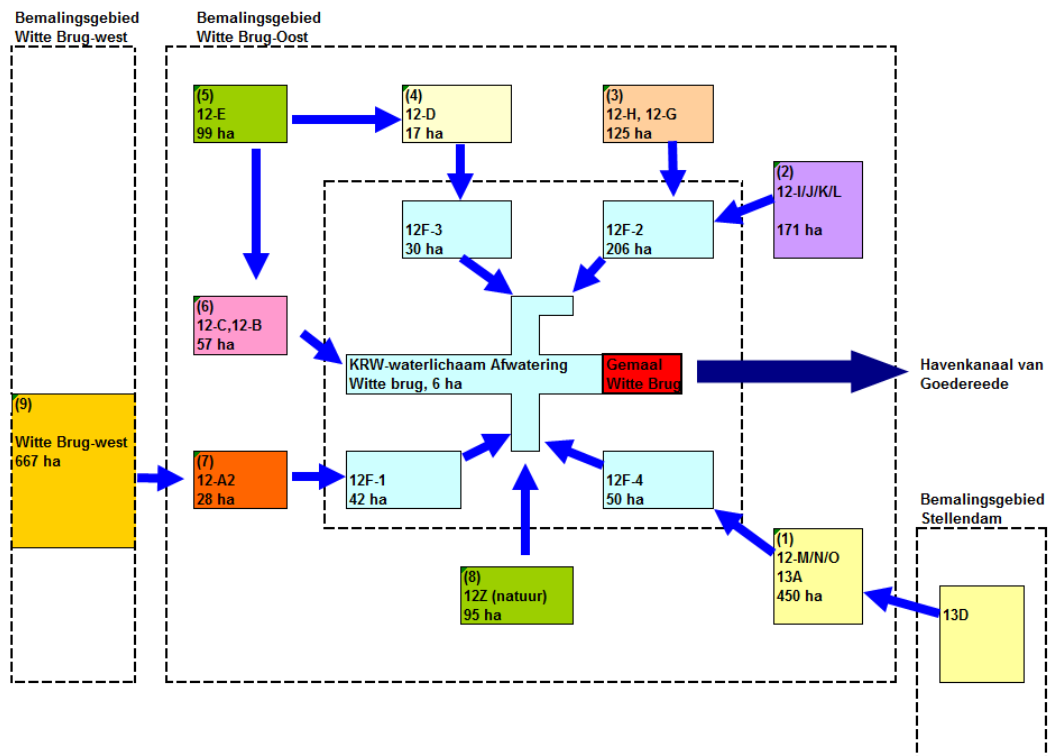
Het KRW-waterlichaam ligt in peilvak 12F, voor dit peilvak is in het vigerende peilbesluit een peil vastgesteld peil van -0,90/-1,20 mNAP (zp/wp). De oppervlakte van dit peilvak bedraagt ca. 335 ha.



Figuur 2.6: Overzicht peilvakken en waterstromen

In figuur 2.7 is de waterafvoer van de verschillende peilvakken naar het KRW-waterlichaam schematisch weergegeven, waarbij de peilvakken die bij elkaar horen en samen afvoeren naar het KRW-waterlichaam, bij elkaar zijn gevoegd.

Op basis van de beschreven waterafvoer binnen het bemalingsgebied is het de vraag of de begrenzing van de westelijk tak van het KRW-waterlichaam "juist" is. De waterafvoer van het westelijk deel van het bemalingsgebied loopt grotendeels langs natuurgebied Koudenhoek via de watergang ten zuiden van de provinciale weg naar gemaal Witte Brug (en loopt dus niet via de watergang aan de noordzijde van de provinciale weg). Dat dit aannemelijk is sluit aan op de dimensionering van de watergangen. De dimensionering van de westelijke tak van het Waterlichaam is klein en niet geschikt voor grote hoeveelheden waterafvoer. De watergang ten zuiden van de provinciale weg is dit wel. Aanbeveling is om de begrenzing van het KRW-waterlichaam opnieuw te bekijken.



Figuur 2.7 Overzicht peilvakken en waterstromen in de afvoersituatie

## Peilen

Voor de meeste peilgebieden is een peilregime vastgesteld met een vast zomer- en winterpeil, waarbij het peil in de zomer met 10 tot 30 cm wordt opgezet ten opzichte van het winterpeil. Voor een aantal peilgebieden is een vast peil vastgesteld. In het oostelijk deel van het bemalingsgebied liggen de peilen in de range tussen +0,20 en -1,20 mNAP. Het peilvak van het waterlichaam heeft de laagste peilen binnen het bemalingsgebied. Hierdoor kunnen de omliggende peilvakken onder vrij verval afwateren naar het peilvak van het waterlichaam. Natuurgebied Koudenhoek heeft een eigen waterhuishouding waarbij een flexibel peil is vastgesteld met een bovengrens van -0,30 mNAP en een ondergrens van -0,40 mNAP. In dit gebied wordt gestreefd naar een brakke waterkwaliteit, daarom vindt, via een eigen inlaat, aanvoer van zout water uit de Grevelingen plaats (pijpleiding door dijk). Dit wordt gemengd met zoet water om het juiste zoutgehalte te krijgen. Via een eigen afvoergemaal wordt het water ook weer afgevoerd naar de Grevelingen (capaciteit 5 m<sup>3</sup>/minuut, omgerekend naar afvoerend oppervlak is dit ruim 7 mm/dag). Het brakke water uit het natuurgebied kan zo worden doorgespoeld, zonder dat dit de rest van het bemalingsgebied belast. In normale omstandigheden wordt er dus geen, of maar beperkt water afgevoerd naar het peilvak van gemaal Witte Brug. Afvoer naar gemaal Witte Brug vindt alleen plaats bij overschrijding van het maximum peil, waarbij het eigen afvoergemaal het peil niet meer kan handhaven. Het natuurgebied kan ook als waterbergingsgebied worden ingezet, waarbij het peil tijdelijk wordt verhoogd ten opzichte van het vastgestelde maximumpeil.





*Inlaat natuurgebied Koudenhoek: menging van zoet en brak water tot gewenst chloridegehalte*

### **Gemaal Witte Brug**

Het bemalingsgebied is genoemd naar gemaal Witte Brug. Dit gemaal werd in 1955 gebouwd en is in 1972 uitgebreid. Het gemaal heeft twee elektrisch aangedreven verticale schroefpompen. De capaciteit van de pompen is 87 en 118 m<sup>3</sup>/min wat overeenkomt met een capaciteit van ruim 14 mm/etmaal als beide pompen draaien.

### **Wateraanvoer**

Wateraanvoer naar het bemalingsgebied kan plaatsvinden vanuit het bemalingsgebied van gemaal Stellendam, wat ten zuidoosten van Witte Brug ligt. Ook is inlaat mogelijk via twee inlaatduikers vanuit de haven Goedereede naar de peilgebieden 12K en 12L. De wateraanvoer vanuit Stellendam komt bij peilgebied 12 M het bemalingsgebied Witte Brug binnen. Dit inlaatwater is afkomstig uit het Haringvliet, de kwaliteit van dit inlaatwater is zoet. Wateraanvoer vindt plaats voor peilhandhaving, maar ook voor doorspoeling en om beregening mogelijk te maken. Hoeveel inlaat/doorspoeling er jaarlijks plaatsvindt per locatie, is niet bekend, hier zijn geen betrouwbare gegevens over beschikbaar. De belangrijkste inlaat voor het bemalingsgebied is de inlaat bij peilgebied 12M. De inlaten bij het Havenkanaal van Goedereede worden nauwelijks gebruikt (ca. 1x/2jaar; Tauw, 2013)

Niet alle peilvakken zijn even goed van water te voorzien. Dit geldt voor het gehele westelijke deel van het bemalingsgebied, maar ook voor de peilvakken met de hogere peilen in het oostelijk deel van het bemalingsgebied (o.a. omgeving Goedereede, en peilvakken langs noord- en ooststrand). Dit betekent dat de aangegeven zomerpeilen niet altijd gehandhaafd kunnen blijven.

Zoals eerder aangegeven heeft natuurgebied Koudenhoek een eigen waterhuishouding met de mogelijkheid van wateraanvoer vanuit de Grevelingen.

### **Percentage open water**

In de rapportage Watersysteemanalyse KRW-waterlichamen in het beheergebied van Waterschap Hollandse Delta, NL19\_54 Afwatering Witte Brug ((Tauf, 2013) is aangegeven dat het percentage open water 2,58 % bedraagt. Vertaald naar de oppervlakte van het peilvak van het waterlichaam is dit een oppervlakte open water van ruim 8 ha binnen het peilvak van het waterlichaam.

### **NBW-opgave**

Het watersysteem binnen bemalingsgebied de Witte Brug voldoet op basis van de huidige inzichten aan de NBW-normering voor wateroverlast.

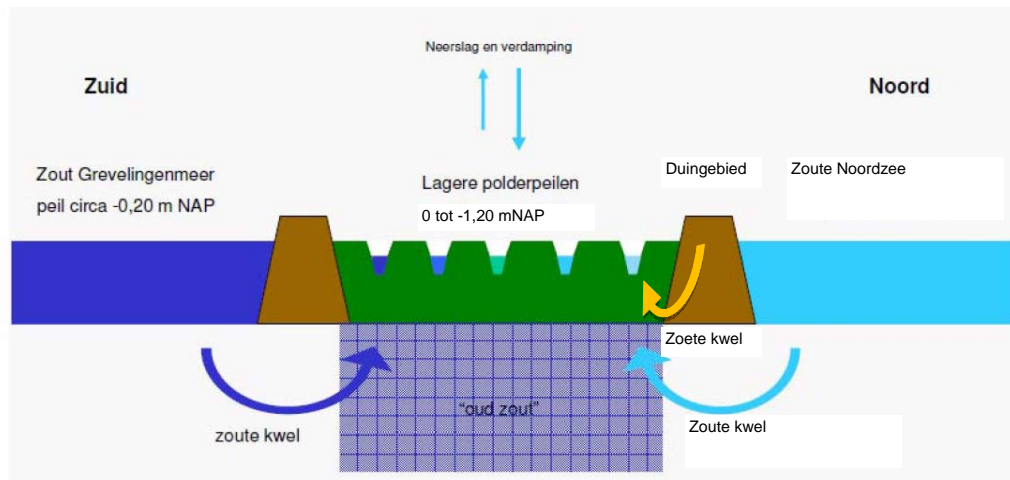
Recent (medio oktober 2013) heeft zich op uitgebreide schaal wateroverlast voorgedaan in het gebied. Er zijn toen noodpompen geplaatst bij gemaal Witte Brug en natuurgebied Koudenhoek is ingezet als waterbergingsgebied. Op dit moment wordt onderzocht hoe het watersysteem bij deze extreme neerslaggebeurtenis heeft gefunctioneerd en wat de oorzaken van de wateroverlast zijn geweest.

## **2.5 Grondwatersysteem**

De “Kop van Goeree” ligt als een landtong tussen de grote wateroppervlakken van de Grevelingen en de Noordzee. Beide wateren zijn zout van karakter. Omdat de waterstanden van deze buitenwateren hoger liggen dan de gemiddelde polderpeilen, is er sprake van een continue, zoute kwelstroming naar de binnendijkse polders. In de diepere ondergrond is ook nog veel zout grondwater aanwezig, dat met de diepe kwelstromen mee naar het oppervlak wordt gevoerd.

Bij de Haringvlietsluizen grenst het onderzoeksgebied aan het “zoete” Haringvliet. Ook de waterstand van het Haringvliet (gemiddeld ca. 0,50 mNAP) ligt hoger dan de polderpeilen van de binnendijkse gebieden en ook vanuit het Haringvliet is daarom sprake van een continue kwelstroming naar de binnendijkse polders, maar dit is een “zoete” kwelstroming. Het invloedsgebied van deze zoete kwelstroming ligt meer oostelijk van het bemalingsgebied van gemaal Witte Brug. Bij effectuering van het “Kierbesluit” gaat het westelijk deel van het Haringvliet voor een deel weer verzilten.

In het duingebied langs de noordgrens van het bemalingsgebied infiltreert (zoet) neerslagwater. Vanuit het duingebied zal daarom sprake zijn van een (lokale) zoete kwelstroming naar de lager gelegen peilvakken.



*Figuur 2.8 Schematische weergave grondwaterstroming naar bemalingsgebied Witte Brug (bewerking van figuur 2.6 uit Watersysteemanalyse KRW-waterlichamen in het beheergebied van Waterschap Hollandse Delta, NL19-54 Afwatering Witte Brug; juli 2013)*

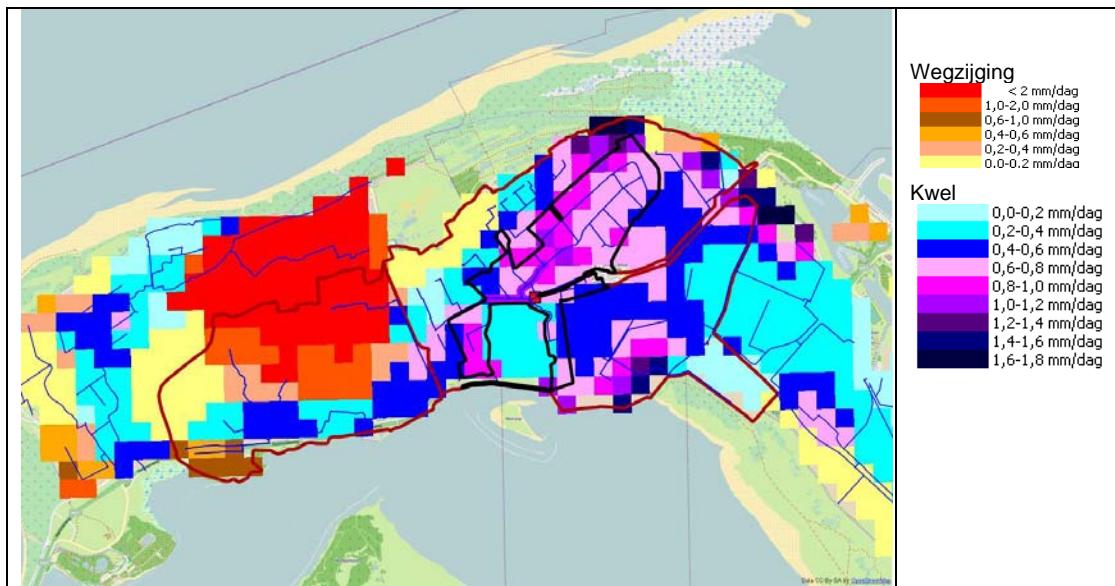
Onder invloed van de beschreven waterstromen, komt in het oostelijk deel van het bemalingsgebied in meer of minder mate kwel voor. De beweging van het grondwater onder de duingebieden is in het algemeen echter neerwaarts gericht (infiltratie). Dit geldt ook voor een deel van het westelijk deel van het bemalingsgebied.

De omvang van de kwel hangt af van de hydraulische weerstand van de deklaag en het verschil tussen de stijghoogte in de ondergrond en het oppervlaktewaterpeil/ondiepe grondwaterstand in de bovengrond. Volgens de kwelkaart van het waterschap (GIS-bestand aangeleverd door waterschap, zie figuur 2.0) ligt de jaargemiddelde kwel tussen 0 en ca. 1,5 mm/dag.

In tabel 2.2 zijn de gemiddelde kwelhoeveelheden weergegeven voor de peileenheden die in figuur 2.7 zijn onderscheiden. Figuur 2.9 geeft de ruimtelijke verdeling van de kwel en infiltratie in het bemalingsgebied weer.

*Tabel 2.2 Jaargemiddelde kwel per peileenheid in mm/dag*

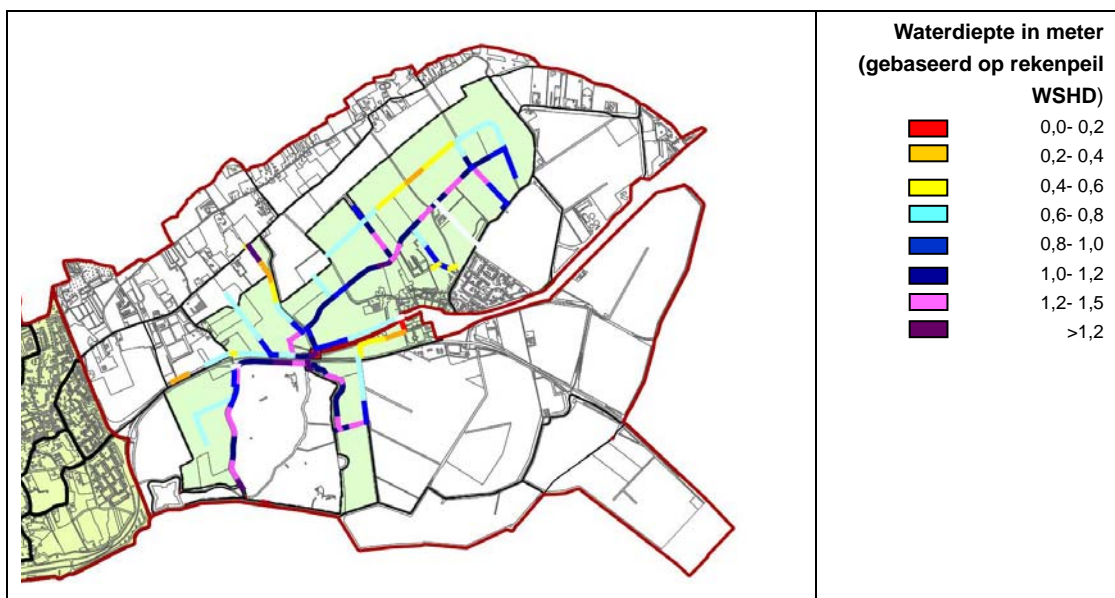
Peileenheid (zie figuur 2.7)	Gemiddelde kwel (mm/dag)	Peileenheid (zie figuur 2.7)	Gemiddelde kwel (mm/dag)
12F	0,75	6	0,8
2	0,6	7	0,35
3	0,5	8	0
12Z		12A2	0,6
5	0,3		



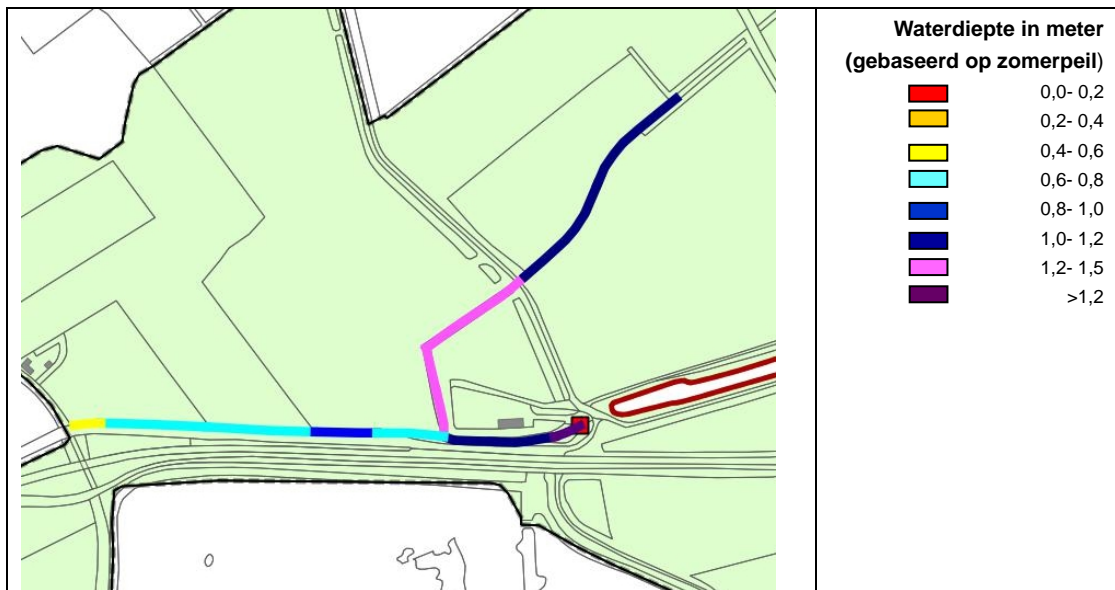
Figuur 2.9: Gemiddelde kwel op jaarbasis (bron: Gis-bestand aangeleverd door WSHD)

## 2.6 Waterdiepte

De waterdiepte in de verschillende hoofdwatervangsten van het peilvak van het waterlichaam , (peilvak 12F) varieert. In figuur 2.10 is de waterdiepte weergegeven ten opzichte van het vigerende zomerpeil. Figuur 2.11 geeft de waterdiepte weer voor alleen het KRW-waterlichaam. Tabel 2.3 geeft de klasseverdeling in waterdieptes aan.



Figuur 2.10: Waterdiepte hoofdwatervangsten peilvak KRW-waterlichaam afwatering Witte Brug (peilvak 12F) bij zomerpeil -0,90 mNAP (gebaseerd op GIS-bestand bodemhoogten van WSHD)



Figuur 2.11: Waterdiepte KRW-waterlichaam Afwatering Witte Brug bij zomerpeil -0,90 mNAP (gebaseerd op GIS-bestand bodemhoogten van WSHD)

Tabel 2.3 Waterdiepte hoofdwatergangen peilvak 12F, gebaseerd op waterdiepte-bestand van waterschap WSHD, afhankelijk van maatgevend waterpeil

Waterdiepte (m)	Peilvak 12F totaal		KRW-waterlichaam		Zomerpeil	
	Lengte (m)	%	Lengte (m)	%	Lengte (m)	%
geen data	1332	10	0	0	1332	10
0,00 - 0,30	0	0	0	0	0	0
0,30 - 0,50	0	0	35	3	0	0
0,50 - 0,60	1165	9	0	0	1165	9
0,60 - 0,70	2183	16	0	0	2183	16
0,70 - 0,80	1542	11	370	29	1542	11
0,80 - 1,00	2329	17	81	6	2329	17
>1,00	4984	37	775	61	4984	37
	13533		1261	100	13533	

Bij zomerpeil, voldoet het oostelijk deel van het waterlichaam en de noordelijke tak aan de gewenste streefdiepte van minimaal 1 meter. Het westelijk deel van het waterlichaam voldoet niet met een waterdiepte van 0,6 tot 0,8 meter. *Maar dit is ook het deel wat op basis van de watersysteembeschrijving niet tot waterlichaam begrensd zou moeten zijn.*

Ook op basis van de beschikbare profielmetingen van het waterlichaam (zie bijlage 1), voldoet de waterdiepte in het waterlichaam voor een groot deel aan de streefdiepte van minimaal 1 meter, alleen het westelijk deel niet.

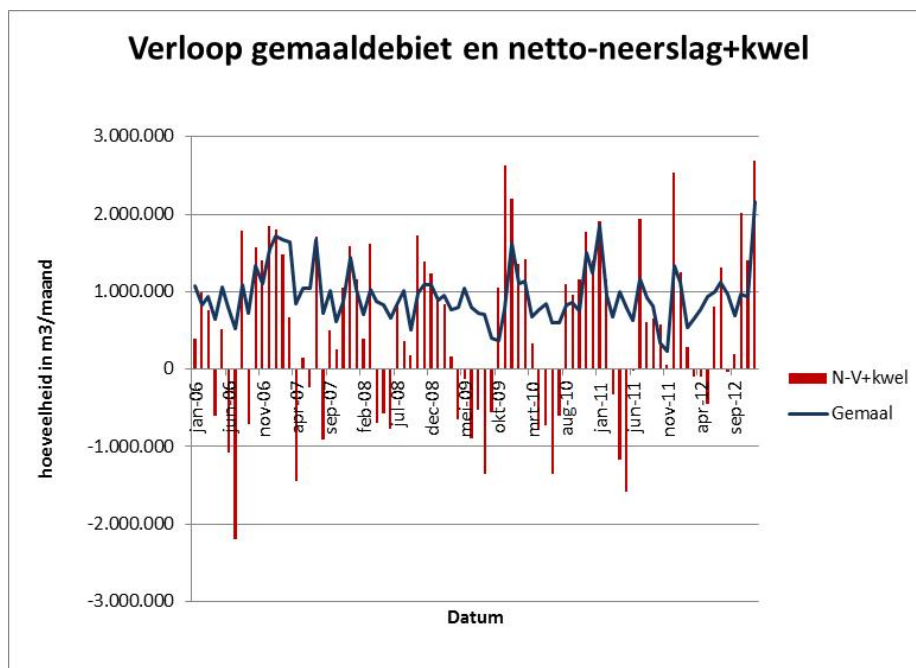
## 2.7 Omvang waterstromen

### Algemeen

Om inzicht te krijgen in de omvang van de verschillende waterstromen binnen het bemalingsgebied en de mate waarin deze waterkwaliteit beïnvloeden, zijn indicatieve balansberekeningen uitgevoerd, met o.a. de volgende gegevens:

- neerslaggegevens station Goedereede;
- verdampingsgegevens station Hoek van Holland;
- kwel gegevens, kwelkaart waterschap Hollandse Delta;
- gemaalgegevens Witte Brug;

Onderstaande figuur geeft op maandbasis het verloop van de gemaalafvoer weer over de periode 2006-2012, en de hoeveelheid netto neerslag (neerslag [N] – verdamping [V]) en kwel over deze periode. Uit deze gegevens komt duidelijk naar voren dat er in de praktijk ook gemaalafvoer plaatsvindt in perioden waarbij er sprake is van een neerslagtekort (inclusief kweltoevoer). Dit is een duidelijke aanwijzing dat er in droge perioden op grote schaal waterinlaat plaatsvindt. Dit bevestigt de beschrijving van paragraaf 2.3, waarin is aangegeven dat er niet alleen water wordt ingelaten voor peilhandhaving, maar ook voor doorspoeling en beregening.



Figuur 2.12 Verloop gemaaldebiet en neerslagoverschot-tekort+kwel

## Verblijftijd

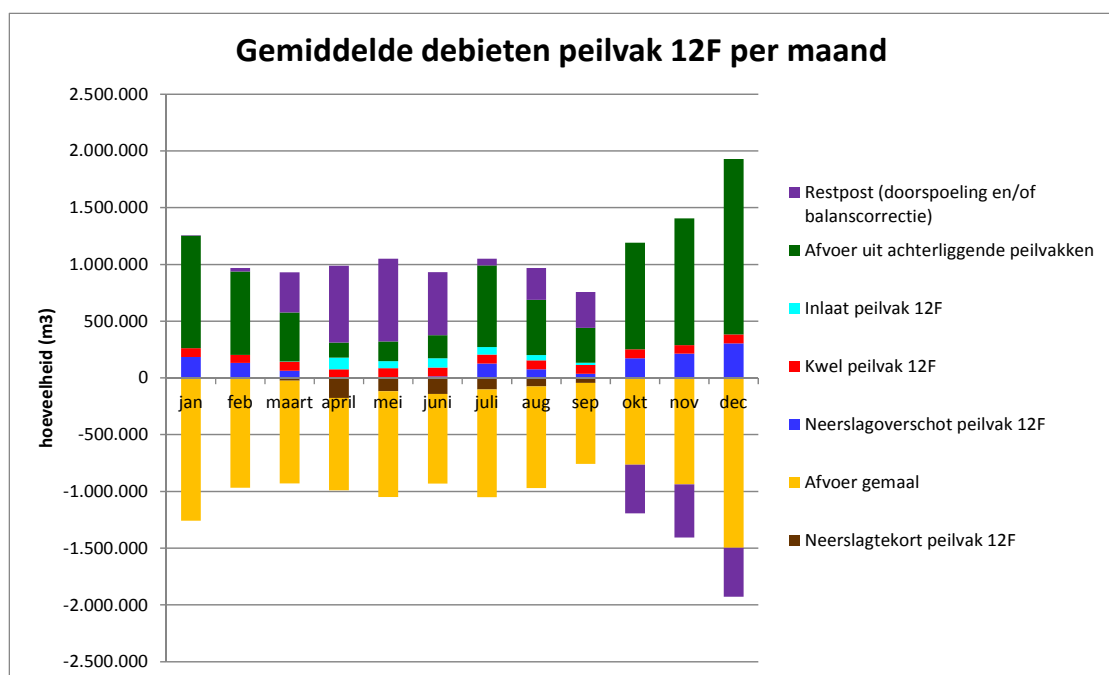
Op basis van de indicatieve balansberekeningen, de beschikbare gemaalgegevens, het percentage open water en de waterdieptes binnen het peilvak van het waterlichaam is een inschatting gedaan van de verblijftijd in het peilvak van het waterlichaam. Hieruit komt naar voren dat de verblijftijd naar inschatting hooguit enkele dagen is. In de winterperiode is sprake van een groot afvoerdebiet doordat het neerslagoverschot uit het gehele bemalingsgebied moet worden afgevoerd. In de zomerperiode is sprake van een groot afvoerdebiet, doordat er veel water wordt ingelaten voor doorspoeling.

## Herkomst waterstromen

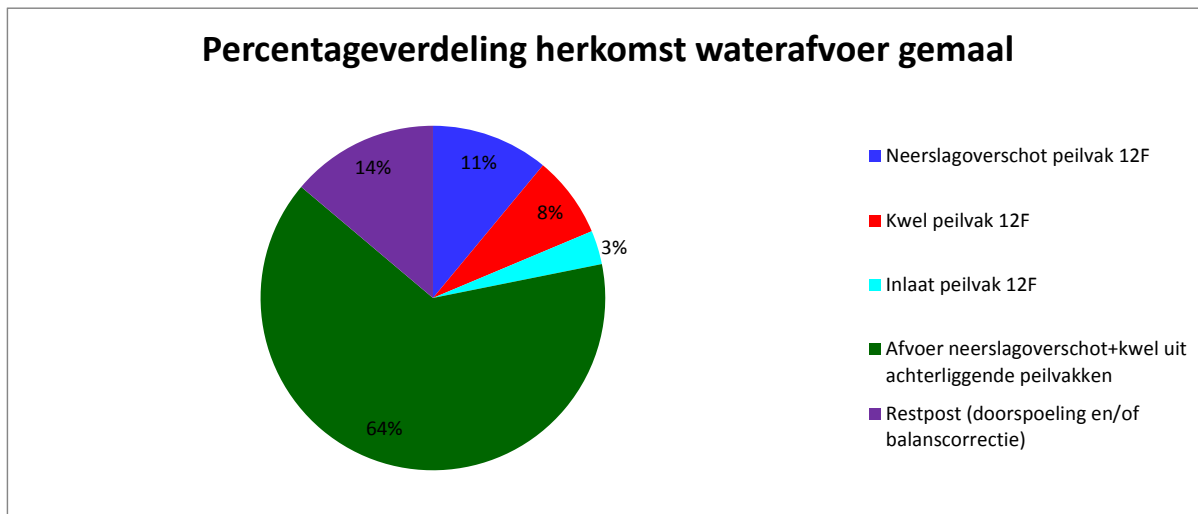
Onderstaande figuren geven een indicatie van de gemiddelde omvang van de waterstromen voor het peilvak van het waterlichaam (12F).

De "restpost" is een post die niet verklaard kan worden uit bekende posten zoals kwel en neerslag. Tot deze post behoort o.a. de hoeveelheid water die wordt ingelaten voor doorspoeling. In onderstaande figuur is de restpost positief in de periode van maart tot september, dit is ook de periode waarin waterinlaat voor doorspoeling verwacht mag worden.

*NB nadrukkelijk wordt opgemerkt dat de aangegeven hoeveelheden en percentages alleen indicatief zijn. Ze zijn vooral bedoeld om een orde van grootte weer te geven en de onderlinge verhoudingen aan te duiden.*



Figuur 2.13 Gemiddelde debieten (indicatie) peilvak 12F per maand

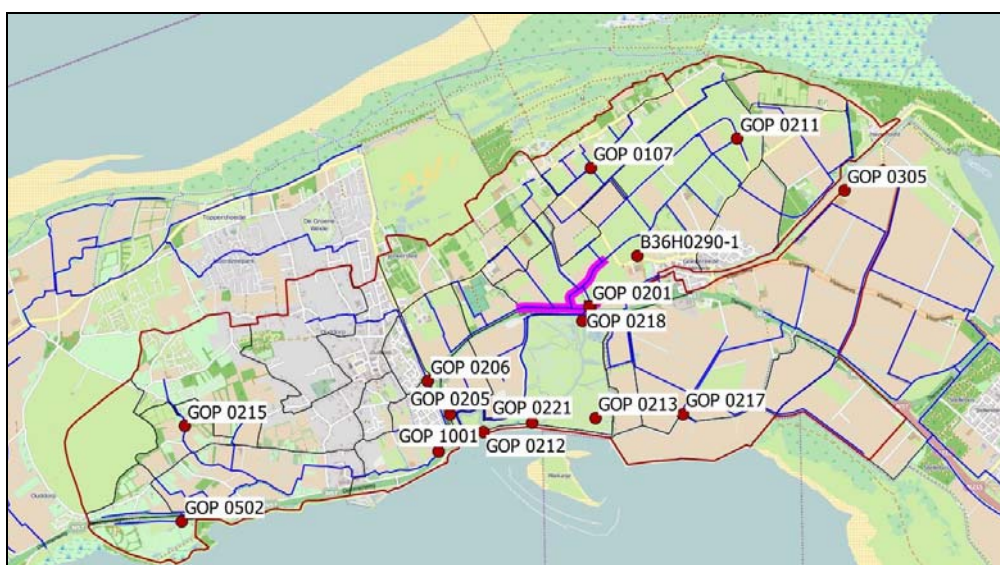


Figuur 2.14 Percentageverdeling herkomst waterafvoer gemaal Witte Brug (gebaseerd op indicatieve waterbalansen per maand, gemiddeld over periode 2006-2012)

## 2.8 KRW-beoordeling ecologie

Voor de KRW-beoordeling van het waterlichaam zijn de beschikbare ecologische gegevens getoetst aan de KRW-maatlatten 2012, met behulp van QB-Wat versie 5.22. Naast een toetsing van het waterlichaam zelf, zijn ook de meetpunten in het verzorgingsgebied aan de maatlat getoetst. Deze punten zijn formeel voor de KRW niet van belang, maar geven wel belangrijke indicaties over knelpunten en oorzaken daarvan.

De locaties van de meetpunten zijn weergegeven in figuur 2.14.



Figuur 2.14 Locaties meetpunten Witte Brug



### Toetsing KRW-Waterlichaam

De ecologie voldoet op geen van de maatlaten aan het doel (GET). Vooral de score voor macrofyten (overige waterflora) is slecht, als gevolg van het vrijwel ontbreken van deze soortgroep. Zie navolgende overzichtstabel.

	Doel		Toestand							
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012			
Fytoplankton	0,6						0,45	0,41		
Overige waterflora*	0,6					0,21				
Macrofauna	0,6	0,39	0,44	0,47	0,50	0,48	0,33	0,47		
Vis	0,6		0,39*							

\* Beoordeling volgens maatlat WS Scheldestromen, overgenomen uit Tauw (2013).

### Fytoplankton

In onderstaande tabel zijn de KRW-scores voor fytoplankton van alle meetpunten in het verzorgingsgebied opgenomen. Hoewel GOP0205 en GOP0217 niet tot het waterlichaam behoren, zijn ze toch getoetst aan de maatlat voor M30 (beide zijn ook brak). Omdat de verblijftijd in het waterlichaam kort is, wordt de fytoplanktensamenstelling immers bepaald door de fytoplanktensamenstelling in het achterland. Het waterlichaam scoort aan de onderkant van de klasse matig, omdat Chlorofyl-a te hoog is en er bloeien optreden. Bij GOP0205 in het westen is de chlorofylconcentratie zeer goed, in het oosten (GOP0217) matig. Op alle locaties treden met name in het voorjaar of najaar regelmatig bloeien op van het geslacht *Cryptomonas*. Dit is een overige alg (dus geen groen- of blauwalg), die zichzelf met flagellaten kan verplaatsen en over het algemeen langzaam groeit. Waarschijnlijk treden de bloeien dus vooral op in perioden met een iets langere verblijftijd. Opvallend ten slotte is het feit dat de kwaliteit van het waterlichaam slechter is dan van beide andere meetpunten. Dit duidt erop dat er elders uit het verzorgingsgebied water van slechtere kwaliteit moet komen, bijvoorbeeld uit het noorden.

Tabel 2.5 KRW-score fytoplankton in het verzorgingsgebied van gemaal de Witte Brug in 2011 en 2012. Getoetst met maatlaten 2012, QBWat versie 5.22.

monster	jaar	type	Aggregatie	Fytoplankton eqr	1.1 chlorophyl-a eqr	1.2 bloei eqr
GOP_0205	2011	M30	8	0,707	0,98	0,433
	2012	M30	7	0,69	0,98	0,4
GOP_0217	2011	M30	8	0,488	0,577	0,4
GOP_0201	2011	M30	8	0,448	0,497	0,4
	2012	M30	8	0,408	0,416	0,4

### Macrofyten

Er is een toetsing uitgevoerd van de gegevens uit 2011 van meetpunt HOP 0223, dat sinds kort is aangewezen als KRW-meetpunt voor macrofyten. De reden voor deze verandering is dat het oude meetpunt, GOP0201, niet representatief is voor de vegetatie in het waterlichaam. Dit punt ligt namelijk op het diepste punt vlak voor het gemaal en is voorzien van een damwand. Dit blijkt uit wel uit de score van dat punt. Daarbij moet ook nog aangetekend worden dat de oeverlengte ontbrak, die handmatig op 50% is gezet. Hierdoor

komt de totale KRW-score nog op 0,118, anders was de score zelfs 0,01 geweest. Er zijn geen relevante soorten aangetroffen en de bedekking submers is zeer laag.

De belangrijkste oorzaak van het ontbreken van macrofyten lijkt het geringe doorzicht (zie §2.9) in combinatie met het ongunstige profiel (bijlage 2). Doordat het direct langs de oever al meer dan 70 cm diep is, valt er nauwelijks licht op de bodem en groeien er vrijwel geen waterplanten. Het is niet zo dat er door de wisselende zoutconcentraties niets kan groeien; in het verzorgingsgebied zijn verschillende waterplanten aangetroffen, waaronder soorten die positief scoren op de KRW-maatlat M30: puntkroos en drie soorten fonteinkruid.

Het is de vraag of het nieuwe punt, GOP0223, wel representatief is voor het waterlichaam. Dit meetpunt ligt namelijk in een relatief smalle watergang, feitelijk een sloot, met dus relatief brede rietvegetaties. De meeste hoofdwatergangen zijn veel breder. Het is zelfs de vraag of deze watergang wel bij het waterlichaam hoort (zie §2.3). Waarschijnlijk zijn de noordelijke tak en de watergang ten zuiden van de provinciale weg het meest representatief, maar onderling verschillen deze wel.

Tabel 2.6 KRW-score macrofyten op de maatlat 2012 voor de meetpunten in het verzorgingsgebied van gemaal de Witte Brug.

monster	jaar	type	eqr	2.1 ab. groei-vormen	2.1.1 submers	2.1.4 flab	2.1.5 kroos	2.1.6 oever	2.2 macrofyten soorten eqr
GOP0233	2011	M30	0,209	0,043	0	(1)	(1)	0,131	0,375
GOP0201	2012	M30	0,118	0,235	0,02	(1)	(1)	0,45	0

Het algemene beeld is dat er weinig relevante soorten aangetroffen zijn, dus dat de soortenmaatlat ontoereikend zal scoren. De bedekking submers is zo laag, dat de abundantie groeivormen vrijwel altijd in de klasse slecht zal vallen. De KRW-beoordeling van eerdere jaren en andere meetpunten zal dus ook meestal in de klasse 'slecht' of 'ontoereikend' vallen.

### Macrofauna

De macrofauna scoort op het KRW-meetpunt HOP 0223 momenteel goed<sup>1</sup>. Op het oude meetpunt in het KRW-Waterlichaam (GOP0201) scoorde macrofauna ontoereikend tot matig. Hieruit blijkt dat er met enige vegetatiestructuur een goede macrofaunascore te behalen valt. Ook hier is de vraag of het nieuwe meetpunt wel representatief is voor het waterlichaam en of het waterlichaam wel goed begrensd is.

Op de meeste punten in het achterland scoort de macrofauna lager. Dat komt deels omdat daar zoete meetpunten bij zitten (zie laatste kolom), die natuurlijk niet goed scoren zijn op een maatlat voor zwak brak water (M30). Meetpunt GOP0213 scoort opvallend goed, maar dit meetpunt ligt dan ook in natuurgebied Koudenhoek.

<sup>1</sup> De macrofaunascore wordt gecorrigeerd voor de chlorideconcentratie. Bij de toetsing is daar nu de concentratie van meetpunt HOP0201 voor gebruikt. Dit is feitelijk niet helemaal goed, omdat tussen HOP0223 en HOP0201 nog een vrij grote zijwatergang ligt. Verwacht wordt dat HOP0223 iets zoeter is dan HOP0223, waardoor de score iets hoger zal uitvallen.

Tabel 2.7 KRW-score macrofauna op maatlatten 2012 in het verzorgingsgebied van gemaal de Witte Brug. Kleuren chlorideconcentratie: groen=voldoet, blauw is te zoet, rood is te zout.

meetobject	jaar	type	Macro-fauna eqr	3.0 tot. abund. klassen	3.1 pos.dom.+ kenm.taxa%	3.2 neg.dom.%	3.3 kenm.taxa %aantal	3.5 chloride (jaargem. mg/l)
GOP 0201	2006	M30	0,394	68	12	32	16	1350
	2007	M30	0,444	64	27	3	11	1228
	2008	M30	0,473	82	26	6	14	1349
	2009	M30	0,5	53	34	23	18	1330
	2010	M30	0,483	93	9	4	7	932
	2011	M30	0,334	102	15	11	6	1324
	2012	M30	0,468	90	23	10	15	1052
GOP 0107	2007	M30	0,302	203	4	4	2	83
	2010	M30	0,237	117	3	8	0	87
GOP 0211	2007	M30	0,4	126	29	0	10	2259
	2010	M30	0,328	98	17	11	5	1867
GOP 0205	2006	M30	0,768	55	29	4	14	589
	2007	M30	0,319	163	9	3	2	398
	2008	M30	0,314	126	8	7	2	482
	2009	M30	0,452	84	15	5	5	451
	2010	M30	0,299	157	6	15	2	393
	2011	M30	0,349	188	7	4	3	598
GOP 0206	2008	M30	0,235	114	2	8	0	110
	2011	M30	0,238	151	1	6	0	124
GOP 0213	2006	M30	0,48	79	32	1	20	3700
	2007	M30	0,621	80	45	8	36	2675
	2008	M30	0,418	138	26	17	19	2400
	2009	M30	0,554	67	34	7	31	3167
	2010	M30	0,37	90	13	24	19	2650
GOP 0215	2007	M30	0,236	111	0	5	0	84
	2010	M30	0,235	153	0	6	0	91
GOP 0223	2011	M30	0,641	93	14	19	12	903

### Vis

De visbemonstering uit 2008 is beoordeeld op basis van een aangepaste maatlat van Waterschap Scheldestromen. Vis scoorde daarop ontoereikend (0,391). Dit komt doordat het water gedomineerd wordt door brasem (100 kg/ha) en graskarper (40 kg/ha). De nieuwe visgegevens (2013) waren nog niet beschikbaar.

## 2.9 KRW beoordeling fysisch-chemisch

Voor de chemische en algemeen fysisch-chemische parameters is de toetsing overgenomen uit Tauw (2013); deze waarden zijn niet opnieuw getoetst. Totaal fosfor en doorzicht scoren 'slecht', alle andere algemeen fysisch-chemische parameters scoren goed.

Tabel 2.8 KRW-toetsing fysisch-chemisch (bron: Watersysteemanalyse KRW-waterlichamen in het beheergebied van Waterschap Hollandse Delta, NL19-54 Afwatering Witte Brug; juli 2013)

Algemeen fysisch-chemische parameters				
Totaal stikstof (N <sub>tot</sub> )	mg N/l	≤ 1,8	1,7	-
Totaal fosfor (P <sub>tot</sub> )	mg P/l	≤ 0,11	0,502	0,392
Chloride (Cl)	mg/l	300-3000	903,3	-
Zuurstofverzadiging (O <sub>2</sub> )	%	60 - 120	98,5	-
pH	-	6,0 - 9,0	8,1	-
Temperatuur (T)	°C	≤ 25	19,9	-
Doorzicht (ZICHT)	m	≥ 0,90	0,29	0,61

### Chloride

De concentraties chloride in het KRW-waterlichaam (GOP0201) variëren tussen 600-1000mg/l in de zomer en 1500-2000 mg/l in de winter en vallen daarmee ruim binnen de range van het zwak brakke KRW-type M30 (300-3000 mg/l zomergemiddelde). In het achterland van het waterlichaam is een behoorlijke variatie te zien. Vanuit de oostelijk gelegen landbouwgebieden wordt brak water aangevoerd dat in de winter zelfs sterk brak wordt. Dit komt omdat de peilen dan lager staan (meer kwel) en er waarschijnlijk ook minder of niet wordt doorgespoeld. De gebieden ten noorden en westen van het waterlichaam zijn zoeter dan het waterlichaam en meestal zelfs echt zoet (<150 mg/l). Dit komt door zoete kwel uit de duinen. Uitzondering vormt punt GOP0211 ten noordoosten van het waterlichaam, dat brak is (mogelijk als gevolg van inlaat van water uit het Havenkanaal). Dit is ook het enige punt dat in de zomer zouter is dan in de winter.

Omdat de fluctuatie in chlorideconcentraties binnen de zwak brakke range valt, is onwaarschijnlijk dat hierdoor de doelen niet worden gehaald. Kenmerkende soorten voor KRW-type M30 moeten in staat geacht worden met dit soort fluctuaties om te kunnen gaan. Daarnaast zijn er in het achterland ook zoet-brak overgangen te vinden, in de kwelzones bij de duingebieden. Voor soorten die kunnen migreren, is hier altijd de juiste zoutconcentratie te vinden.

In de gracht van "De Schans" en het natuurgebied "Koudenhoek" is het water brakker dan in het waterlichaam, maar deze gebieden staan grotendeels los van het waterlichaam.

Ten slotte is te zien dat het inlaatwater uit het Haringvliet zoet is, en het water in het Havenkanaal iets brakker dan in het KRW-Waterlichaam de Witte brug.

Tabel 2.9 Gemiddelde concentraties chloride in het waterlichaam in de zomer (z) en de winter (w) in de afgelopen 7 jaar. Kleuren komen overeen met zoet (blauw), zeer zwak brak (turkoois), zwak brak (groen) en sterk brak (rood).

		2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013	
		w	z	w	z	w	z	w	z	w	z	w	z	w	z	w	z
GOP 0201	Gemaal	1700	1000	1583	873	1783	914	1987	673	1227	637	1745	903	1388	715	1650	723
GOP 0107	Noord			82	83					90	83					81	86
GOP 0211	Noord			2068	2450					1267	2467					1700	2550
GOP 0217	Oost					4467	2450					5600	2727				
GOP 0205	West	595	583	490	307	558	405	380	522	332	453	603	593	333	348	340	367
GOP 0206	West	120	120			107	113					132	117				
GOP 1001	West							380	453	310	343						
GOP 0215	Westduinen			86	83					97	84					81	70
GOP 0502	West			230	225					167	197					158	188
GOP 0212	"De Schans"	1800	1733	1600	1567					1500	1700					1325	1378
GOP 0213	Natuurgebied	3183	4217	2417	2933	2233	2567	3017	3317	2100	3200					1650	2350
GOP 0218	Natuurgebied	2450	3312	2350	2750	2100	2550	2683	3233	2050	3150						
GOP 0221	Natuurgebied	3500	4033	3767	3067	3117	2733	3783	2817								
GOP 0305	Havenkanaal			2120	2400					2783	1783					2800	1967
RWS 0120	Haringvliet									71	63	87	97	67	74	66	57

## Nutriënten

Bij de nutriënten stikstof en fosfor is het beeld opvallend verschillend. De concentratie totaal fosfor is overal zeer hoog en scoort dan ook slecht volgens de KRW-normen voor M30. Alleen het Haringvlietwater (dat formeel anders beoordeeld moet worden) is vrij arm aan fosfor. Binnen het bemalingsgebied valt op dat het waterlichaam Witte Brug nog aanzienlijk lager is dan deelgebied noord en het Havenkanaal. Deelgebied oost lijkt ook relatief lage concentraties te hebben, waarschijnlijk als gevolg van doorspoeling met Haringvlietwater.

Tabel 2.10 Gemiddelde concentraties fosfor in het waterlichaam in de zomer (z) en de winter (w) in de afgelopen 7 jaar. Kleuren komen overeen met KRW-beoordeling voor M30: slecht=rood, ontoereikend=oranje, matig=geel, goed=groen.

		2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013	
		w	z	w	z	w	z	w	z	w	z	w	z	w	z	w	z
GOP 0201	Gemaal	0,7	0,6	0,8	0,7	0,9	0,7	0,9	0,7	1,0	0,5	1,1	0,5	0,9	0,6	1,1	0,5
GOP 0107	Noord			1,2	1,4					1,2	1,9					1,3	1,6
GOP 0211	Noord			1,4	2,0					1,6	2,1					1,4	1,9
GOP 0217	Oost					0,7	0,6					0,8	0,5				
GOP 0205	West	0,8	1,3	1,0	1,4	0,9	1,5	0,8	1,5	1,0	1,4	1,0	1,5	1,0	1,4	1,1	1,6
GOP 0206	West	1,3	1,5			1,2	1,4					1,5	1,6				
GOP 1001	West							0,8	1,4	0,9	1,6						
GOP 0215	Westduinen			1,2	1,2					1,3	1,2					1,3	2,3
GOP 0502	West			0,4	0,4					0,4	0,6					0,4	0,5
GOP 0212	"De Schans"	0,4	0,6	0,4	0,9					0,4	0,5					0,3	0,8
GOP 0213	Natuurgebied	1,1	1,8	0,7	1,0	0,6	1,1	0,7	1,5	0,7	1,6					0,7	1,4
GOP 0218	Natuurgebied	0,7	1,5	0,6	1,1	0,7	1,1	0,7	1,4	0,7	1,3						
GOP 0221	Natuurgebied	0,6	0,9	0,5	0,9	0,6	1,0	0,8	1,1								
GOP 0305	Havenkanaal			2,4	2,5					2,9	2,1					3,0	2,2
RWS 0120	Haringvliet									0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
B36H0290-1	Grondwater			1,8		1,8	1,9	1,9	2,0	1,9	1,9	2,0	1,8	1,9			

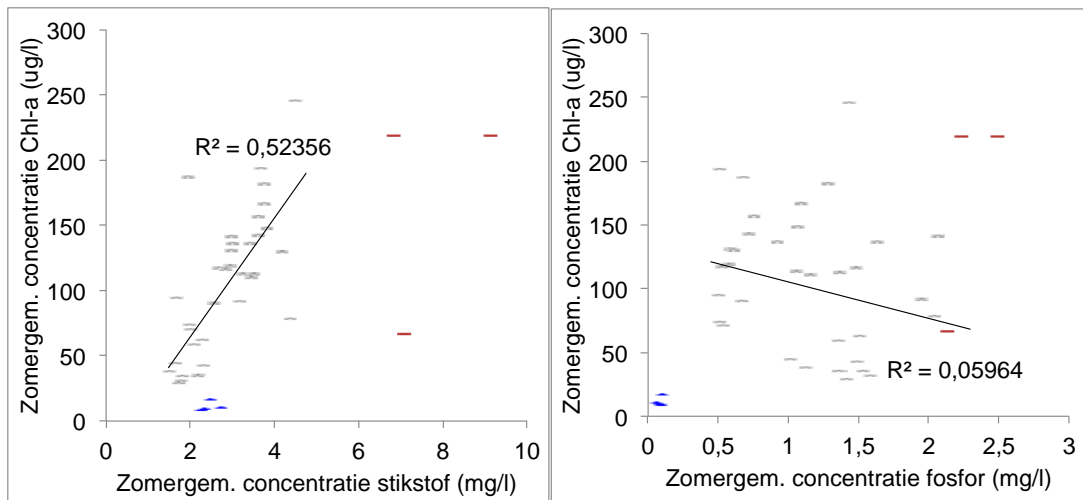
Tabel 2.11 Gemiddelde concentraties stikstof in het waterlichaam in de zomer (z) en de winter (w) in de afgelopen 7 jaar. Kleuren komen overeen met KRW-beoordeling voor M30: slecht=rood, ontoereikend=oranje, matig=geel, goed=groen.

		2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013	
		w	z	w	z	w	z	w	z	w	z	w	z	w	z	w	z
GOP 0201	Gemaal	6,5	3,0	6,7	3,6	4,7	2,6	4,0	1,9	4,1	2,0	4,0	1,7	4,7	2,9	3,9	2,7
GOP 0107	Noord			5,2	2,9					3,5	3,4					4,0	2,9
GOP 0211	Noord			3,6	4,4					3,1	3,0					3,5	3,2
GOP 0217	Oost					10,3	4,2					4,8	2,0				
GOP 0205	West	3,7	2,1	4,0	2,2	2,7	2,3	2,6	2,3	3,8	1,7	2,5	1,8	3,6	2,2	3,2	1,8
GOP 0206	West	4,5	3,4			4,4	3,9					4,3	2,6				
GOP 1001	West							2,3	1,9	3,4	2,1						
GOP 0215	Westduinen			5,0	3,3					5,5	2,2					5,2	4,0
GOP 0502	West			1,5	1,7					1,6	1,8					1,9	1,8
GOP 0212	"De Schans"	3,3	2,4	3,1	3,0					2,5	3,7					2,5	3,6
GOP 0213	Natuurgebied	3,6	4,8	3,6	3,2	2,9	3,4	2,2	2,8	2,4	3,4					2,0	3,5
GOP 0218	Natuurgebied	4,9	3,9	4,0	3,8	3,2	3,8	2,5	4,5	2,4	3,7						
GOP 0221	Natuurgebied	2,1	2,0	1,9	1,8	1,5	1,6	1,6	1,5								
GOP 0305	Havenkanaal			12,4	9,1					12,9	7,1					16,8	6,8
RWS 0120	Haringvliet									4,0	2,5	3,4	2,2	3,3	2,3	3,4	2,7
B36H0290-1	Grondwater			12,0		13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	14,0	13,0	13,0		

De concentratie stikstof ligt veel dicht bij de KRW-norm (GEP) dan fosfor. In 2011 voldeed stikstof zelfs aan de norm, maar in de andere jaren is dat niet het geval en scoort stikstof matig of zelfs ontoereikend. Wederom zijn de concentraties in het Havenkanaal erg hoog en ook in deelgebied noord, mogelijk als gevolg van inlaat vanuit het Havenkanaal. Ook het grondwater bevat erg hoge concentraties. Waarschijnlijk is de hoge concentratie in het grondwater, samen met uitspoeling uit landbouwgronden, de belangrijkste oorzaak van de hoge concentraties in de winter in het hele verzorgingsgebied.

### Nutriëntenlimitatie

De N/P verhouding is bijzonder laag, eigenlijk altijd onder de 10 en in de zomer altijd onder de 5. Dat geldt niet alleen voor het waterlichaam (GOP0201), maar voor alle meetpunten in het bemalingsgebied. Dat maakt N-limitatie een stuk waarschijnlijker dan P-limitatie, zoals ook Tauw al opmerkt in hun systeemanalyse. Uit een vergelijking van de zomergemiddelde concentraties chlorofyl met die van stikstof en fosfor blijkt duidelijk dat er voor de meetpunten in de polder een sterk verband bestand tussen stikstof en chlorofyl, maar niet tussen fosfor en chlorofyl. Hiermee lijkt stikstoflimitatie afdoende aangetoond. Ook valt op dat de meetpunten in het Haringvliet en het Havenkanaal Goedereede sterk afwijken van de meetpunten in de polder. Het Havenkanaal is een stuk slechter van kwaliteit, het Haringvliet juist een stuk beter (met name voor fosfor en chlorofyl-a).



Figuur 2.16. Vergelijking van de zomergemiddelde concentraties chlorofyl met de zomergemiddelde concentratie stikstof en fosfor in het bemalingsgebied "Witte Brug" (kruisjes), in het Haringvliet (blauw) en in het Havenkanaal Goeree (rood).

Tauw (2013) stelt dat het verminderen van nutriënten geen prioriteit heeft, omdat het een stikstofgelimiteerd systeem is en die stof (in 2011) voldoet aan het GEP. Ons inziens is dat een onjuiste conclusie omdat stikstof in alle andere meetjaren niet voldoet aan het GEP en nog belangrijker omdat er nog steeds sprake is van hoge concentraties chlorofyl en van algenbloeien (zie de matige score van de maatlat fytoplankton). Dat indiceert dat er toch teveel voedingsstoffen zijn. Wel is juist dat het reduceren van fosfor hier niets oplevert. Het reduceren van stikstof is echter naar verwachting een effectieve maatregel.

### Zuurstof

Het waterlichaam de Witte brug voldoet ruimschoots aan de KRW-norm voor zuurstof, sterker nog zuurstof voldoet aan de referentiecondities voor type M30. Dat geldt ook voor de meetpunten in het natuurgebied Koudenhoek en voor het Haringvliet (dat overigens geen M30 is). Zuurstofproblemen treden alleen op in kleine en ondiepe sloten in regio west en in het verleden in regio noord. In het Havenkanaal lijkt een sterke verbetering te zijn opgetreden sinds 2007.

Tabel 2.12 Gemiddelde zuurstofverzadiging in het waterlichaam in de afgelopen 6 jaar. Kleuren komen overeen met KRW-beoordeling voor M30: slecht=rood, ontoereikend=oranje, matig=geel, goed=groen, en zeer goed=blauw.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
GOP 0201 Gemaal	87	86	107	98	99	94	102
GOP 0107 Noord	43			65			64
GOP 0211 Noord	56			71			58
GOP 0217 Oost		86			75		
GOP 0205 West	61	71	67	69	71	70	75
GOP 0206 West		32			35		
GOP 1001 West			67	72			
GOP 0215 Westduinen	41			57			60
GOP 0502 West	43			45			44
GOP 0212 "De Schans"	96			102			106
GOP 0213 Natuurgebied	112	92	95	92			96
GOP 0218 Natuurgebied	110	99	106	111			
GOP 0221 Natuurgebied	84	84	86				
GOP 0305 Havenkanaal	42			76			81
RWS 0120 Haringvliet				93	99	106	104

### Doorzicht

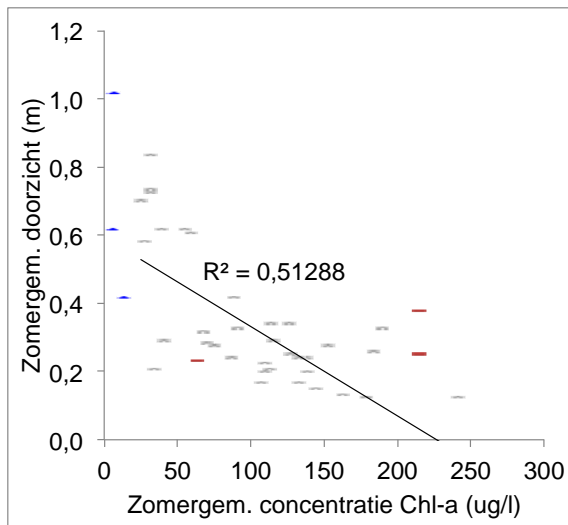
Het doorzicht in het waterlichaam is jaar op jaar slecht. In het grootste deel van het achterland is het doorzicht nauwelijks beter. De uitzonderingen hierop zijn het inlaatwater uit het Haringvliet en GOP0205 in deelgebied West. Op dit laatste meetpunt scoort het doorzicht meestal matig met een waarde van 60 tot 70 cm. GOP0205 is ook het punt met lage concentraties stikstof en chlorofyl-a. Het doorzicht is voldoende voor de groei van waterplanten in deze 80-90 cm diepe watergang. Hoewel de bedekking met waterplanten erg laag blijft, groeien er in deze watergang in ieder geval waterplanten. Bij het meetpunt van het waterlichaam zijn deze in veel jaren afwezig.

Tabel 2.13 Gemiddeld doorzicht in het waterlichaam in de afgelopen 7 jaar. Kleuren komen overeen met KRW-beoordeling voor M30: slecht=rood, ontoereikend=oranje, matig=geel, goed=groen, en zeer goed=blauw.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
GOP 0201 Gemaal	0,23	0,18	0,23	0,24	0,27	0,31	0,28	0,33
GOP 0211 Noord		0,26			0,23			0,40
GOP 0217 Oost			0,33			0,30		
GOP 0205 West	0,60	0,71	0,60	0,59	0,68	0,72	0,82	0,57
GOP 0212 "De Schans"		0,23			0,31			0,26
GOP 0213 Natuurgebied		0,21	0,15	0,19	0,15			0,18
GOP 0218 Natuurgebied		0,13	0,12	0,11	0,11			
GOP 0221 Natuurgebied			0,28	0,19				
GOP 0305 Havenkanaal		0,23			0,22			0,36
RWS 0120 Haringvliet					0,40	0,60	1,00	1,00

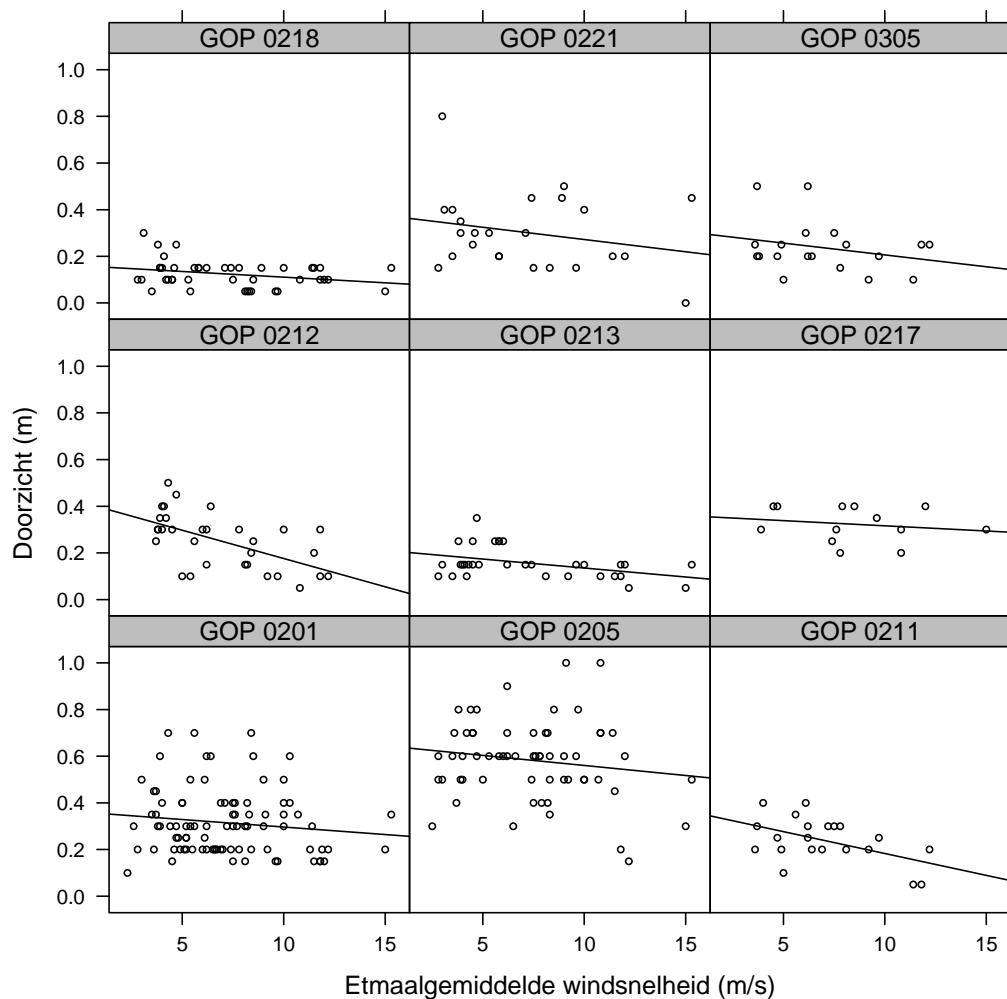
Het zomergemiddelde doorzicht is behoorlijk goed gecorreleerd aan de zomergemiddelde concentratie chlorofyl-a. Dat wil zeggen dat niet alleen zwevend stof verantwoordelijk is voor het slechte doorzicht, maar ook algen.





Figuur 2.17. Vergelijking van de zomergemiddelde concentraties chlorofyl-a met het zomergemiddelde doorzicht in het bemalingsgebied "Witte Brug" (kruisjes), in het Haringvliet (blauw) en in het Havenkanaal Goeree (rood).

Vermoed wordt dat windwerking in ondiepe watergangen tot een slecht doorzicht kan leiden (mond. meded. H. Maandag). In dat geval zou verdieping tot een beter doorzicht kunnen leiden. Daarom is de etmaalgemiddelde windsnelheid uitgezet tegen de doorzichtmetingen (figuur 2.18). Er lijkt op de meeste locaties wel een iets geringer doorzicht bij hogere windsnelheden, maar er is geen sprake van een sterk verband. Het doorzicht is ook slecht bij lagere windsnelheden en het verschil in doorzicht tussen dagen met veel en weinig wind is over het algemeen 10 tot maximaal 20 cm.



Figuur 2.18. Vergelijking van het doorzicht in het bemalingsgebied “Witte Brug” met de etmaalgemiddelde windsnelheid in Hoek van Holland (KNMI). Lijnen zijn automatisch gefitte regressielijnen (niet getoetst op significantie).

### KRW overige chemie

Er zijn geen prioritare stoffen die niet voldoen aan de KRW-normen. Van de overige chemische stoffen voldoen er drie niet aan de norm: barium, vanadium en ammonium (Tauw 2013). Met betrekking tot ecologie is met name ammonium een aandachtspunt, omdat hoge concentraties ammonium toxisch kunnen zijn voor vissen, macrofauna en macrofyten. Onduidelijk is of dit een knelpunt vormt in dit gebied. Ammonium ontstaat meestal door afbraak van organisch materiaal, hoge concentraties vallen vaak in perioden met veel af- en uitspoeling van landbouwgronden (vroeg voorjaar). Bij voldoende zuurstof wordt ammonium na verloop van tijd omgezet in nitraat en is dan niet meer toxisch.

## 2.10 Conclusie systeemanalyse

De belangrijkste knelpunten in het waterlichaam zijn:

- een slecht doorzicht, waardoor waterplanten zich niet kunnen ontwikkelen;
- een ongunstig profiel, waardoor er geen ondiepe zone aanwezig is waarin helofyten en voor een deel ook waterplanten kunnen groeien;
- veel nutriënten die een hoge chlorofylconcentratie veroorzaken die ook negatieve invloed hebben op het doorzicht. Omdat stikstof limiterend is, heeft sturen op fosfor geen zin. Reductie van stikstof kan echter wel degelijk effectief zijn (in tegenstelling tot Tauw 2013).
- een groot aandeel bodemwoelende vis en graskarper, waardoor het water troebel blijft en waterplanten zich niet kunnen ontwikkelen;

## 3 Haalbaarheid maatregelen

In dit hoofdstuk toetsen we de haalbaarheid c.q. de effecten van de voorgestelde maatregelen. Hiervoor werken we eerst uit wat de maatregelen inhouden, en hoe ze uitwerking krijgen. Vervolgens toetsen we de "haalbaarheid" van de maatregelen aan verschillende toetsingscriteria.

### 3.1 Uitwerking maatregelen

In dit onderzoek staan de volgende maatregelen centraal:

- Optimalisering peilbeheer/peilopzet;
- Verdiepen KRW-waterlichaam/hoofdwatgangen;

#### **Optimalisering peilbeheer**

Met optimalisering peilbeheer wordt in dit geval bedoeld dat een hoger peil wordt ingesteld en dat zo mogelijk een meer flexibel peilbeheer wordt ingevoerd. Peilverhoging zorgt voor een vergroting van de waterdiepte, wat één van de doelen is van deze maatregel. Ook zorgt peilverhoging er voor dat in de winterperiode brakke kwel wordt tegengegaan. Hiermee is mogelijk een meer stabiel chloridegehalte in het oppervlaktewater te realiseren. Invoering van een meer flexibel/natuurlijk peilverloop kan daarnaast bijdragen aan een meer optimale ecologische ontwikkeling van de oevervegetaties en daarmee aan het tot stand brengen van een biologisch gezond water.

In de huidige situatie ligt het waterlichaam in een peilvak met een tegennatuurlijk winter- en zomerpeil, waarbij het winterpeil 0,30 meter lager ligt dan het zomerpeil. Voor dit onderzoek hanteren we als vertrekpunt dat een flexibel peilbeheer wordt ingevoerd waarbij het maximale peil op het niveau van het huidige zomerpeil komt te liggen (dus in winterperiode peil maximaal 30 cm hoger t.o.v. huidig peil), en dat het minimale peil hier 10 cm onder komt te liggen (dus in zomerperiode maximaal 10 cm lager t.o.v. van huidig peil). Concreet betekent dit dat wordt uitgegaan van de volgende peilen:

- Bovengrens flexibel peil: -0,90 mNAP
- Ondergrens flexibel peil: -1,00 mNAP

#### **Verdieping/verbreding KRW waterlichaam/hoofdwatgangen**

De maatregel verdieping/verbreding is bedoeld om een grotere waterdiepte te realiseren. Bij een grote waterdiepte is er minder snel last van opwarming en zuurstofschommelingen wat gunstig is voor de waterkwaliteit. Verdieping kan plaatsvinden alleen in het waterlichaam, maar ook in de andere watgangen binnen het peilvak van het waterlichaam. Beide maatregelen worden meegenomen.

## 3.2 Toetsingscriteria

Of de voorgestelde maatregelen ‘haalbaar’ zijn, is vanuit meerdere invalshoeken te beoordelen en/of te toetsen. In dit onderzoek zijn de volgende aspecten beschouwd:

### *Optimalisering peilbeheer:*

- Drooglegging per vorm van grondgebruik. Bij de peilafweging voor peilbesluiten is uitgangspunt dat de drooglegging zo goed mogelijk wordt afgestemd op de verschillende functies in een gebied. In het kader van de GGOR (Gewenst Grond en Oppervlaktewaterregime) heeft het waterschap beleid uitgewerkt, dat als uitgangspunt dient voor de belangenafweging bij peilbesluiten. Dit beleid is vastgelegd in de nota “Peilbesluiten bij Hollandse Delta” d.d. 1 februari 2013. Volgens dit beleid is voor de functie landbouw uitgangspunt dat in een peilgebied maximaal 5% van de oppervlakte te nat mag zijn en maximaal 10% te droog. Het winterpeil is maatgevend voor deze analyse. De normen die voor te nat/te droog worden aangehouden, zijn aangegeven in de betreffende Nota. Voor de haalbaarheidsbeoordeling is getoetst in hoeverre na aanpassing van het peil nog wordt voldaan aan de GGOR-normering.
- NBW-normering. Het watersysteem dient te voldoen aan de wateroverlastnormering zoals vastgelegd in de provinciale waterverordening van de provincie Zuid-Holland. Voor de haalbaarheidsbeoordeling is nagegaan in hoeverre het watersysteem ook bij een aangepast peilbeheer nog voldoet aan de wateroverlast-normering.
- Overstorthoogte riooloverstorten. Het waterschap hanteert vaste uitgangspunten voor de minimale overstorthoogte die riooloverstorten dienen te hebben ten opzichte van het vastgestelde waterpeil. Voor de haalbaarheidsbeoordeling is getoetst of hieraan wordt voldaan;
- Kosten technische maatregelen (aanpassing kunstwerken/beschoeiing). Hoe meer aanpassingen nodig zijn in kunstwerken/beschoeiing om een aangepast peilbeheer mogelijk te maken, hoe hoger de kosten hiervan zullen zijn. Getoetst is in hoeverre aanpassingen in het watersysteem nodig zijn om de peilverhoging mogelijk te maken.

### *Verdieping/verbreding*

- Technische realisatie. Nagegaan is in hoeverre de eventuele verdieping van watergangen technisch inpasbaar is en/of welke extra maatregelen hierbij nodig zijn.

## 3.3 Uitwerking per toetsingscriterium

### 3.3.1 Drooglegging

In de Nota peilbesluiten bij Hollandse Delta (februari 2013) heeft het waterschap haar beleid voor de voorbereiding en het vaststellen van peilbesluiten uitgewerkt en vastgelegd. Nieuw onderdeel hiervan is de introductie van de GGOR-systematiek voor de peilafweging binnen een peilbesluit.

### OGOR-Landbouw

Voor de OGOR-bepaling (Optimaal Grond- en Oppervlaktewaterregime) voor de functie landbouw zijn twee methoden beschreven, waarbij methode 1 uitgaat van het bepalen van de optimale draandiepte per gewastype en bodemsoort en methode 2 van het uitvoeren van een "te droog/te nat" analyse. Methode 1 is als erg bewerkelijk aangegeven, en wordt alleen toegepast in "speciale" gebieden. Methode 2 is eenvoudiger uit te voeren en wordt volgens de Nota daarom in de meest voorkomende gevallen gehanteerd. Het eindresultaat van beide methoden is vergelijkbaar.

De methode van de "te droog/te nat" analyse hanteert als uitgangspunt dat het voor facilitering van agrarisch grondgebruik is toegestaan dat in een peilgebied maximaal 5% van het gebied te nat is en maximaal 10% te droog. Hoewel te nat en te droog beiden niet optimaal zijn voor een maximale productie, wordt met het verschil in % benadrukt dat natschade door de agrariër doorgaans erger wordt gevonden dan droogteschade. In akkerbouwgebieden (zavel en klei) is sprake van "te nat" bij een drooglegging kleiner dan 100 cm en van "te droog" bij een drooglegging boven 175 cm. In graslandgebieden en op zand is sprake van "te nat" bij een drooglegging van minder dan 90 cm resp. 80 cm. In dergelijke gebieden wordt doorgaans geen drainage aangelegd. In onderstaande tabel zijn de toetsingscriteria voor de drooglegging voor de functie landbouw samengevat.

De te droog/te nat analyse sluit nauw aan bij de droogleggingsnormen zoals die bij oudere peilbesluiten zijn gehanteerd. Het winterpeil is maatgevend voor de te droog/te nat analyse (zie kader).

Tabel 4.1 Droogleggingsnormen functie landbouw voor toepassing GGOR-systematiek

Grondsoort	Drooglegging akkerbouw	Drooglegging grasland
Klei /zavel	Max 5% < 1,00 meter Max 10% > 1,75 meter	Max 5% < 0,90 meter
zand	Max 5% < 0,90 meter	Max 5% < 0,80 meter

#### *Winterpeil maatgevend*

In droogleggingsanalyses wordt het waterpeil in de winter standaard als maatgevend aangehouden. Dit heeft te maken met het feit dat de grondwaterstand in de winter in het algemeen hoger is dan in de zomer. Om in de winter voldoende ont- en afwatering te hebben, moet het waterpeil in de watergangen ook lager zijn. Een verhoogd waterpeil in de zomer wordt veelal ingesteld om wateraanvoer mogelijk te maken en om te voorkomen dat de grondwaterstand te ver uitzakt. Het voorgaande betekent dat het niet zo is dat het peil in de winter zonder problemen kan worden opgezet tot het niveau dat voor de zomerperiode geldt. Dit moet worden getoetst aan de droogleggingsnormering, die uitgaat van de "natte wintersituatie"..

### OGOR-Stedelijk gebied

Bij de OGOR-stedelijk wordt onderscheid gemaakt in bestaand en nieuw stedelijk gebied. In bestaand stedelijk gebied heeft de gemeente meestal het beste zicht op de aanwezigheid van zettingsgevoelige bebouwing en/of problemen met grondwateroverlast. Het OGOR in bestaand stedelijk gebied kan daarom het best in overleg met de gemeente worden bepaald. Overigens is WSHD zeer terughoudend met peilwijzigingen in bestaand stedelijk gebied.

In nieuw te ontwikkelen stedelijke gebieden wordt voor het OGOR uitgegaan van een optimale drooglegging van 1,2 m. Tevens geldt hier een minimum drooglegging van 0,8 m.

### Resultaten droogleggingsanalyse

Op basis van de AHN2 en het grondgebruik volgens de TOP10-vector is een droogleggingsanalyse uitgevoerd voor de verschillende vormen van grondgebruik binnen het peilvak van het waterlichaam. De resultaten van deze analyse zijn weergegeven in tabel 4.2. De droogleggingsverdeling binnen het peilvak bij het huidige peil (winterpeil) is weergegeven in figuur 4.1



Figuur 4.1 Huidige drooglegging binnen peilvak 12F bij winterpeil (-1,20 mNAP) (gebaseerd op AHN2, @Rijkswaterstaat Data en ICT Dienst)

Tabel 4.2 Droogleggingsverdeling "te nat" volgens norm in peilvak 12-F per vorm van grondgebruik (TOP10-vector) bij huidig peil en bij peilopzet met 10, 20 en 30 cm

	Oppervlakte (ha)	(meter)	%gebied dat niet voldoet aan droogleggingsnorm "te nat"			
			Huidig winterpeil	Peil +10 cm	Peil +20 cm	Peil +30 cm
Grasland	497	1,35	5	11	22	41
Bouwland	150	1,46	4	7	15	29
Stedelijk gebied/ Infrastructuur (norm>0,80 meter)	85	1,87	4	5	6	9

Uit de gegevens van tabel 4.2 is af te leiden dat in de huidige situatie juist wordt voldaan aan de OGOR voor de functie landbouw. Bij peilopzet komt de drooglegging buiten de (beleidsmatig) gestelde grenzen voor de OGOR landbouw te liggen. Hoe meer peilopzet hoe groter de afwijking ten opzichte van de gestelde normering is.

De gemiddelde drooglegging bij stedelijk gebied/infrastructuur voldoet ruim aan de minimale gewenste drooglegging. Nadere analyse van de oppervlakte die niet voldoet aan de norm laat zien dat dit vooral speelt op vlakken die in de TOP10 zijn aangeduid als bijvoorbeeld “overige weg”, of dat dit komt door randeffecten in de exacte begrenzing van de vlakken. Bij peilverhoging tot 0,30 meter zal in het algemeen voldaan blijven worden aan de minimaal vereiste drooglegging van 0,80 meter en in stedelijk gebied in het algemeen ook aan de optimale drooglegging van 1,20 meter.

Ten tijde van de vaststelling van het peilbesluit voor het oostelijk deel van het bemalingsgebied deed zich in een deel van Goedereede grondwateroverlast voor. Waarschijnlijk werd dit veroorzaakt door vervanging van het riool (onbedoelde drainerende werking van het riool werd opgeheven).

Voor de beoordeling van dit criterium is uitgegaan van de volgende scoretabel. Voor stedelijk gebied is er daarbij wel rekening mee gehouden dat een deel van de oppervlakte “te nat” is aangemerkt als “overige weg”, of net op de rand ligt met andere functies.:

Functie	% dat niet voldoet aan droogleggingsnorm “te nat”		
	haalbaar	Matig haalbaar	Moeilijk/niet haalbaar
Landbouw	<10 %	10-20%	>20%
Stedelijk	< 10%	10-15%	>15%

### Conclusie

Bij verhoging van het winterpeil met 0,30 m wordt over een aanmerkelijke oppervlakte niet meer voldaan aan de droogleggingsnormen die het waterschap hanteert voor de functie landbouw. Stedelijk gebied blijft in het algemeen nog wel voldoen aan de droogleggingsnormen. Conclusie is dat peilverhoging in relatie tot de functie landbouw voor dit aspect moeilijk haalbaar is en in relatie tot de functie stedelijk gebied haalbaar.

### 3.3.2 Riooloverstorten

Op basis van de beschikbare gegevens (GIS-bestand waterschap) bevinden zich in het peilvak van het waterlichaam in totaal 2 riooloverstorten, beide gelegen in de omgeving van Goedereede. Zie figuur 4.2. Het betreft de volgende riooloverstorten:

Code	Drempelhoogte	Drempelhoogte Gemeten	Maximaal toelaatbaar peil
GOCR-01002P	-0,45 mNAP	-0,59 mNAP	-0,84 mNAP
GOCR-02004P	+0,20 mNAP	-0,02 mNAP	-0,27 mNAP

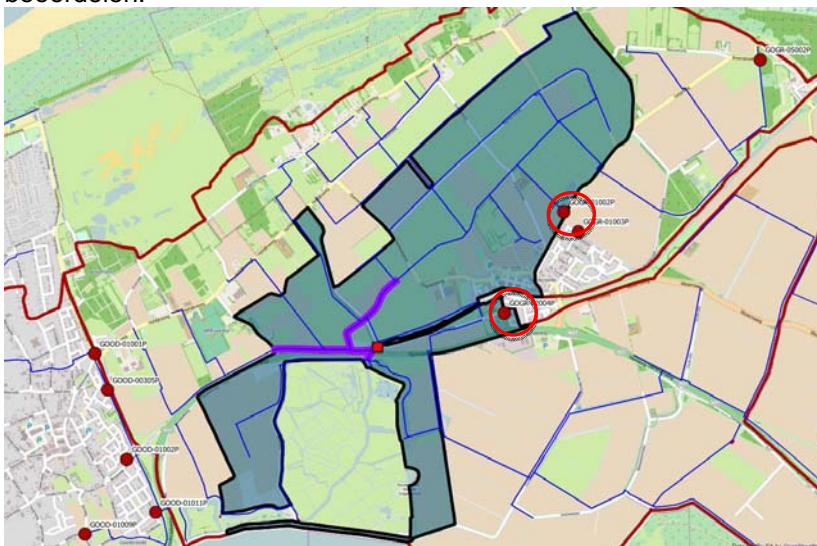
Het waterschap hanteert voor riooloverstorten als vast uitgangspunt dat de overstorthoogte (waakhoogte) ten opzichte van het waterpeil minimaal 25 cm bedraagt.

Toetsing van de drempelhoogtes van de overstorten aan de bovengrens van het voorgestelde peil (-0,90 mNAP), laat zien, dat er nog voldoende overruimte is bij de overstorten. De voorgestelde peilopzet blijft onder het maximaal toelaatbaar peil van 25 cm onder de drempelhoogte van de overstorten.



## Conclusie

Ook bij de aangenomen peilverhoging wordt voldaan aan het maximaal toelaatbare peil voor de riooloverstorten, op dit aspect is de voorgestelde peilopzet dus als haalbaar te beoordelen.



Figuur 4.2 Riooloverstorten in peilvak waterlichaam (12F)

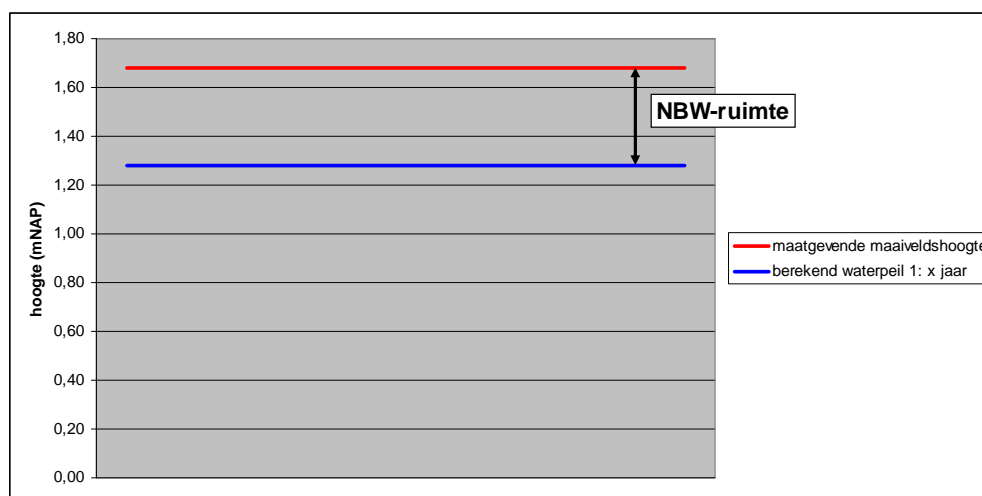
### 3.3.3 NBW-normering

In het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW) zijn op landelijk niveau normen geïntroduceerd voor de gewenste bescherming tegen wateroverlast. In de normen is per type grondgebruik aangegeven welke bescherming tegen inundatie vanuit oppervlaktewater minimaal noodzakelijk is. Op basis van de landelijke normen heeft de provincie Zuid-Holland haar wateroverlastnormering vastgelegd in de provinciale waterverordening. Deze normering is samengevat in onderstaande tabel. Als niet aan deze normering wordt voldaan, moet worden bepaald of aanvullende maatregelen in het watersysteem nodig zijn. Voor gebieden met de functie natuur is geen specifieke norm vastgesteld.

#### Wateroverlastnormering provincie Zuid-Holland (provinciale waterverordening)

Functie	Wateroverlastfrequentie
<b>Binnen bebouwde kom</b>	
Bebouwing niet zijnde glastuinbouw	1x per 100 jaar
Glastuinbouw	1x per 50 jaar
Overig gebied	1x per 10 jaar
<b>Buiten bebouwde kom</b>	
Hoofdinfrastructuur	1x per 100 jaar
Glastuinbouw/hoogwaardige land- en tuinbouw	1x per 50 jaar
Akkerbouw	1x per 20 jaar
Grasland	1x per 10 jaar
Bebouwing	Voor bebouwing, gelegen buiten de bebouwde kom, geldt de norm van het omringend landgebruik.

Of de voorgestelde peilopzet haalbaar is in relatie tot de aangegeven NBW-normering, is beoordeeld aan de hand de “NBW-ruimte” bij het huidige peil. Voor het bepalen van de “NBW-ruimte” is gebruik gemaakt van de gegevens die zijn opgenomen in het bestand “Ontsluiting NBW-gegevens wateropgave 2011” (WSHD). In dit bestand zijn per peilvak de maatgevende maaiveldhoogtes per vorm van grondgebruik opgenomen en de berekende waterstanden voor herhalingstijden van 1x2 jaar, 1x5 jaar, 1x10 jaar, 1x15 jaar, 1x25 jaar, 1x50 jaar en 1x100 jaar. Het verschil tussen de maatgevende maaiveldhoogte bij een bepaalde vorm van grondgebruik en de berekende waterstand die als maatgevend moet worden aangehouden voor die vorm van grondgebruik, is als NBW-ruimte aangemerkt. Als de maatgevende waterstand lager ligt dan de maatgevende maaiveldhoogte, dan wordt voldaan aan de NBW-normering en wordt aangenomen dat er ‘NBW-ruimte’ beschikbaar is voor peilopzet. Dit wil zeggen dat er nog ruimte is om het peil te verhogen, zonder dat de kritieke toetshoogte van de NBW-norm wordt overschreden. Als de maatgevende waterstand boven de maatgevende maaiveldhoogte ligt, dan is de NBW-ruimte negatief, dit betekent dat er in de huidige situatie niet aan de NBW-normering wordt voldaan. Verdere peilverhoging zonder aanvullende maatregelen is dan niet mogelijk. Onderstaande figuur geeft schematisch aan hoe de NBW-ruimte is bepaald.



Figuur 4.3 Schematische weergave berekening NBW-ruimte

In onderstaande tabel zijn de resultaten van de NBW-toets aangegeven. Hieruit volgt dat een verhoging van het waterpeil met 0,3 meter voor de agrarische grondgebruiksfuncties niet tot overschrijding van de NBW-normering leidt. Dit past dus binnen de NBW-ruimte. Voor het stedelijk gebied leidt verhoging van het waterpeil met 0,3 meter wel tot overschrijding van de NBW-normering. De NBW-ruimte voor stedelijk gebied bedraagt slechts 0,16 meter, voor deze functie zijn daarom aanvullende maatregelen noodzakelijk om een peilverhoging met 0,3 meter acceptabel te maken.

Tabel 4.2 Afgeleide "NBW-ruimte"

Grondgebruik	Kritische maaiveldhoogte (mNAP)	Berekende maatgevende waterstand (mNAP)	NBW-ruimte (m)
Grasland	-0,21 mNAP	-0,77 mNAP	0,56 m
Akkerbouw	-0,11 mNAP	-0,57 mNAP	0,46 m
Hoogwaardige landbouw	Nvt		
Glastuinbouw	Nvt		
Stedelijk gebied	-0,10 mNAP	-0,26 mNAP	0,16 m

Voor de beoordeling van dit criterium is de volgende score-indeling aangehouden:

Functie	NBW ruimte in m na peilopzet		
	haalbaar	Matig haalbaar	Moeilijk/niet haalbaar
Landbouw	> 0,20	0,10 tot 0,20	< 0,10
Stedelijk	> 0,20	0,10 tot 0,20	< 0,10

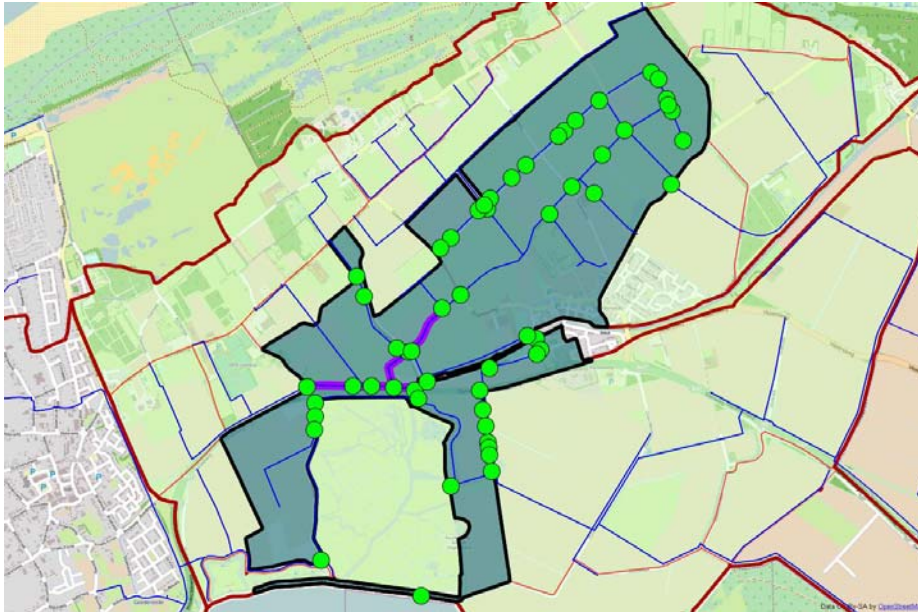
### Conclusie

Peilopzet wordt in relatie tot de NBW-normering voor de functie landbouw als "haalbaar" beoordeeld, voor de functie stedelijk gebied als "matig haalbaar".

### 3.3.4 Technische maatregelen

#### Kunstwerken/beschoeiing

Op basis van de leggegevens van het waterschap is geïventariseerd welke kunstwerken binnen het peilvak van het waterlichaam voorkomen. Figuur 4.4 geeft een overzicht van de duikers binnen het peilvak. In totaal zijn dit ruim 50 duikers, waarvan er ca. 15 in beheer zijn bij het waterschap. De rest van de duikers is onderhoudsplichtig bij de betreffende vergunninghouder. Het waterschap heeft als algemene eis bij een duiker dat er minimaal 1/3 deel lucht (of minimaal 25 cm lucht) aanwezig is in de duiker. Dit moet voorkomen dat de duiker verstopt raakt. In de huidige situatie voldoet het merendeel van de duikers geheel of bijna aan deze eis uitgaande van het huidige winterpeil. Bij peilopzet met 30 cm, loopt dit aantal aanzienlijk terug. Deze situatie is gelijk aan de huidige situatie bij zomerpeil, dit betekent dat het watersysteem dit verder wel aankan.



Figuur 4.4. Ligging duikers binnen peilvak KRW waterlichaam

Bij veel van de hoofdwatergangen is beschoeiing aanwezig. Bij peilopzet moet de hoogte van de beschoeiing mogelijk worden aangepast. Om dit te kwantificeren moet dit specifiek worden onderzocht. De verwachting is dat er in ieder geval gedeeltelijk aanpassingen nodig zijn.

#### **Inpassing in watersysteem**

Het peilvak van het waterlichaam verzorgt de waterafvoer van alle achterliggende peilvakken uit het bemalingsgebied. Deze waterafvoer vindt plaats onder “vrij verval”, de achterliggende peilvakken hebben een hoger peil dan het peilvak van het waterlichaam. Bij peilverhoging in het peilvak van het waterlichaam kan het zijn dat de achterliggende peilvakken niet of minder goed onder vrij verval kunnen afwateren. De belangrijkste peilvakken die afwateren op het peilvak van het waterlichaam zijn peilvakken 12M (wp -0,95 mNAP), 12L (wp -1,00 mNAP), 12A2 (wp -0,70 mNAP), 12C (wp -0,80 mNAP), 12D (wp -0,65 mNAP) en 12H (wp -0,95 mNAP).

Bij peilopzet met 30 cm zijn er drie achterliggende peilvakken die een lager winterpeil krijgen dan het peilvak van het waterlichaam. Deze peilvakken kunnen dan niet meer onder vrij verval afvoeren naar gemaal Witte Brug. Het meest kritische peilvak is peilvak 12L, waar in de huidige situatie een peil van -1,00 mNAP wordt aangehouden. Om waterafvoer naar het peilvak van het waterlichaam mogelijk te houden is dan een pomp/gemaal nodig.

#### **Conclusie**

Bij de voorgestelde peilopzet zijn meerdere technische maatregelen nodig, om deze peilopzet mogelijk te maken, zoals aanpassing van hoogteligging duikers en aanbrengen van enkele pompen/gemalen om de waterafvoer uit achterliggende peilvakken te garanderen (of alternatieve maatregelen hiervoor). In relatie tot kosten en de consequenties op het functioneren van het watersysteem, wordt de peilopzet voor dit aspect als moeilijk haalbaar beoordeeld.

### 3.3.5 Technische realisatie verdieping

Verdieping van het KRW-waterlichaam en/of van de overige (hoofd)watergangen binnen het peilvak van het waterlichaam is in principe mogelijk, maar hierbij kan wel beschoeiing nodig zijn om loopzand te voorkomen en om te voorkomen dat de oevers instorten. Uit de beschikbare bodemgegevens komt naar voren dat op veel plaatsen in het bemalingsgebied zand in de ondergrond aanwezig is op een diepte van 2 tot 3 meter. Aanleg van beschoeiing is relatief duur, ook zorgt dit voor extra beheer en onderhoud.

#### Conclusie

Verdieping van watergangen is technisch mogelijk maar zal wel hoge kosten met zich meebrengen. Daarom is deze maatregel als moeilijk haalbaar beoordeeld.

### 3.4 Samenvattend overzicht beoordeling toetsingscriteria

In onderstaande tabel is de beoordeling per toetsingscriterium samengevat.

Toetsingscriterium	Functie	Beoordeling
Drooglegging	Landbouw	Moeilijk haalbaar
	Stedelijk gebied	Haalbaar
Riooloverstorten	-	Haalbaar
NBW-normering	Landbouw	Haalbaar
	Stedelijk gebied	Matig haalbaar
Technische maatregelen/inpassing	-	Moeilijk haalbaar
Technische realisatie verdieping	-	Moeilijk haalbaar

## 4 Effectiviteit

### 4.1 Inleiding

Voor de beoordeling van de effectiviteit van de voorgestelde maatregelen is uitgegaan van uitwerking van de maatregelen zoals beschreven in §3.1:

#### **Optimalisering peilbeheer**

Flexibel peilbeheer tussen -0,90 mNAP en -1,00 mNAP, waardoor feitelijk ook een peilopzet van 30 cm in de winter en een peilverlaging van 0-10 cm in de zomer gerealiseerd wordt. De diepte van de watergangen neemt hierdoor in de winter ook met 30 cm toe. Er is vanuit gegaan dat de huidige oeverstructuur (beschoeiing e.d.) niet wordt aangepast. Hierdoor komt de maximum waterstand in de meeste wateren iets boven de beschoeiing te liggen en het minimum peil er op of net iets er onder.

#### **Verdieping/verbreding KRW waterlichaam/hoofdwatergangen**

De maatregel verdieping/verbreding is bedoeld om een grotere waterdiepte te realiseren. Bij een grotere waterdiepte is minder snel last van opwarming en zuurstofschommelingen wat gunstig is voor de waterkwaliteit. Verdieping kan plaatsvinden alleen in het waterlichaam, maar ook in de andere hoofdwatergangen binnen het peilvak van het waterlichaam. Beide maatregelen worden meegenomen.

### 4.2 Optimaliseren peilbeheer

De effecten van het optimaliseren van het peilbeheer zijn ingeschat met expert-judgement op basis van de systeemanalyse. De effecten zijn ingeschat als een gering (1), redelijk (2) of groot (3) positief of negatief effect, globaal overeenkomend met 0-5% , 5-15% en 15-25% op de maatlat.

Het totale effect van het optimaliseren van het peilbeheer in het peilvak van het waterlichaam is groot op stikstof en fytoplankton, redelijk tot groot op doorzicht, redelijk op macrofyten en macrofauna en hooguit gering op vis.

Als de optimalisatie van het peilbeheer wordt uitgebreid naar omliggende peilvakken, zou het effect nog groter kunnen zijn. Hoe groot het effect dan precies is, hangt onder meer af van de inrichting van de watergangen in die peilvakken en de mate waarin door peilopzet de stikstofconcentratie daalt.

	chloride	stikstof	doorzicht	Fyto-plankton	Macro-fyten	Macro-fauna	vis
<b>Kwel</b>	0*	0/1	0	0	0	0	0
<b>Oevers</b>	0	0	0	0	1	1**	0/1
<b>Denitrificatie</b>	0	3	2/3	3	1/2	1**	0/1
<b>Volume</b>	0*	0/1	0/1	0/1	0/1	0	0
<b>O<sub>2</sub></b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>Totaal</b>	0	3	2/3	3	2	1/2**	0/1

\* Neemt wel iets af, maar omdat het geen knelpunt vormt is er geen sprake van een positief effect.

\*\* Omdat macrofauna op het huidige meetpunt al voldoet, zou er geen effect zijn. Omdat de score niet overal in het waterlichaam voldoet is hier toch een positief effect weergegeven.

### **Kwel neemt af**

Bij optimalisatie van het peilbeheer zal in de winter de hoeveelheid kwel afnemen en in de zomer mogelijk iets toenemen. Een grove schatting is dat de kwel in het peilgebied van het waterlichaam netto met 10-20% zal afnemen. De kwel in het peilgebied van het waterlichaam is echter slechts een klein deel van de totale hoeveelheid water, naast neerslag, kwel uit andere peilgebieden en doorspoeling. Naar verwachting zal het effect op de concentraties chloride en stikstof klein of zelfs verwaarloosbaar zijn. Effecten op doorzicht en ecologie worden dan ook niet verwacht.

### **Oevervegetatie komt in het water te staan**

Het huidige peilbeheer (winter 30 cm lager dan zomerpeil) is uitermate ongunstig voor de ontwikkeling van emerse planten en oevervegetaties. De praktijk is vaak dat de vegetatie tot hooguit 10 à 20 centimeter onder zomerpeil groeit, waardoor die vegetatie in de winter droogvalt. Dan biedt de vegetatie in de winter geen schuilmogelijkheid voor macrofauna en plantminnende vis, met een hoge sterftkans als gevolg.

Een ander peilbeheer is dus in principe gunstig voor de oevervegetaties. Hoe groot dat effect is, is in belangrijke mate afhankelijk van het oeverprofiel. Het merendeel van de (hoofd)watergangen is momenteel beschoeid. De bovenkant van de beschoeiing ligt op of net onder het zomerpeil, de waterzijde is meteen erg diep (70 cm). Bij het voorliggende peilbeheer zal bij maximale standen een randje oevervegetatie in het water staan, bij minimale standen zal die op een aantal plaatsen droogvallen. Deze droogval zal meestal maar van korte duur zijn (droge perioden duren meestal maar enkele weken). Uitbreiding van de oevervegetatie richting het water is niet mogelijk, door de beschoeiing en de grote diepte daarachter. Dit alles in ogenschouw nemend, wordt het effect op macrofyten en macrofauna als gering ingeschat. Omdat het slechts om zeer ondiep water gaat, zal de verbetering voor vis vermoedelijk niet meetbaar zijn.



*Droogval vegetatie bij winterpeil*

### **Denitrificatie neemt toe**

Als gevolg van het andere peilbeheer neemt het wateroppervlak en volume toe, is er in de zomer meer vegetatie langs de oevers aanwezig en treedt er meer peilfluctuatie op. Dit alles heeft naar verwachting vrij grote positieve gevolgen voor de denitrificatie. Aangezien het water stikstofgelimiteerd is en de stikstofconcentraties vrij dicht bij het GEP liggen, wordt verwacht dat dit ook een groot positief effect heeft op de fytoplankton. Omdat fytoplankton een belangrijk deel van het doorzicht bepaald (onzeker is welk deel), wordt ook een redelijk tot groot positief effect op het doorzicht verwacht. Twijfelachtig is of het doorzicht ook toe zal nemen tot meer dan 60 of zelfs 90 cm, hetgeen nodig is voor bodemzicht bij het huidige profiel (Tauw, 2013). Omdat de ontwikkeling van macrofyten ook nog gehinderd zal worden door de grote hoeveelheid bodemwoelende vis en graskarper, wordt het effect op macrofyten als gering tot hooguit redelijk ingeschat. Dit werkt door in een gering positief effect op macrofauna. Voor significante veranderingen in de visstand, is een forse toename van macrofyten nodig, waarbij velden met planten ontstaan. Het effect op vis wordt dan ook geschat op afwezig tot gering.



### Overige effecten van volume

Doordat het watervolume toeneemt, worden de fluctuaties in waterkwaliteit minder. De hoge pieken worden immers verdund of gebufferd. Omdat deze fluctuaties echter momenteel geen knelpunt vormen, zal dit niets bijdragen aan de ecologische waterkwaliteit. Door het grotere watervolume en oppervlak neemt ook de belasting en concentratie af, deze worden immers uitgedrukt per vierkante meter of per liter. Een en ander hangt wel af van het gelijk blijven van de uitspoeling en afspoeling. Bij een toename van uit- en afspoeling (bijvoorbeeld meer afspoeling door hoger peil) kan zelfs een negatief effect optreden. Verwacht wordt (met grote onzekerheid) dat er sprake zal zijn van geen tot een gering effect op de belasting en concentraties. Als er een gering effect optreedt, werkt dat door in een gering effect op fytoplankton. Of het ook meetbaar is in het doorzicht en verder in macrofyten is uiterst onzeker.

### Zuurstof

De zuurstofhuishouding van het waterlichaam is zeer goed. In de minder diepe watergangen in het achterland is de zuurstofhuishouding nog steeds voldoende voor het bereiken van de KRW-doelen. Allen in de hele ondiepe sloten is sprake van lage zuurstofconcentraties, maar deze liggen zo ver van het waterlichaam af dat het onwaarschijnlijk is dat ze de ecologische kwaliteit ervan nog beïnvloeden. Daarom wordt verwacht dat het peilbeheer via de zuurstofhuishouding geen effect heeft op ecologie.

## 4.3 Verbreden en verdiepen

De effecten van het verbreden/verdiepen zijn ingeschat met expert-judgement op basis van de systeemanalyse. De effecten zijn ingeschat als een gering (1), redelijk (2) of groot (3) positief effect. Negatieve effecten worden niet verwacht.

De effecten van verbreden en verdiepen zijn deels vergelijkbaar met die van optimaliseren van het peilbeheer, maar ze zijn veel geringer. De expert-inschatting is dat er een gering effect op stikstof en fytoplankton zal zijn, geen of een gering effect op doorzicht en macrofyten en geen effect op macrofauna en vis.

Effecten verbreden/verdiepen tot 1 meter diepte van alle hoofdwatergangen in het peilvak van het waterlichaam.

	chloride	stikstof	doorzicht	Fyto-plankton	Macro-fyten	Macro-fauna	vis
Kwel	0	0	0	0	0	0	0
Oevers	0	0	0	0	0	0	0
Denitrificatie	0	1	0/1	1	0	0	0
Volume	0*	0/1	0/1	0/1	0/1	0	0
O <sub>2</sub>	0	0	0	0	0	0	0
Totaal	0	1	0/1	1	0/1	0	0

\* Neemt wel iets af, maar omdat het geen knelpunt vormt is er geen sprake van een positief effect.

### **Effecten verbreden/verdiepen**

Omdat het peilbeheer niet veranderd, zijn er geen effecten op kwel en oevers te verwachten.

De denitrificatie zal wel iets toenemen, maar alleen door een grote volume/oppervlak, niet als gevolg van het ontstaan van oeverzones. Bovendien is het oppervlak waarop denitrificatie optreedt veel kleiner. Daarom is hier slechts sprake van een gering effect op stikstof en fytoplankton en dat wellicht nog net merkbaar is bij het doorzicht, maar vrijwel zeker niet meer bij de macrofyten.

De effecten van het grotere volume zijn vergelijkbaar met de effecten bij optimalisatie van het peilbeheer, maar de uit- en afspoeling zal hier gelijk blijven. Het risico op meer afspoeling bestaat in ieder geval niet. De effectinschatting is gelijk gebleven, met ook hier een vrij grote onzekerheid.

Het waterlichaam heeft een korte verblijftijd van slechts enkele dagen. Bij het verbreden/verdiepen van alleen het waterlichaam, zal dan ook geen enkel effect van optreden, omdat de waterkwaliteit exact gelijk blijft aan de gemiddelde afvoer uit het achterland waarin niets veranderd.

Indien ook in andere peilvakken de hoofdwatgangen verdiept worden, zou het effect in theorie nog iets groter kunnen zijn. Veel hoofdwatgangen in de andere peilvakken zijn echter al redelijk op diepte, omdat ze een afvoerende functie hebben. Ook liggen ze over het algemeen vrij ver van het waterlichaam verwijderd. Verwacht wordt dat het effect op stikstof en doorzicht misschien iets groter zal zijn, maar zeker niet zo groot dat een effect op macrofyten verwacht wordt.

## 5 Conclusies en aanbevelingen

### Conclusies

- De grootste knelpunten in Waterlichaam de Witte Brug zijn het geringe doorzicht (veroorzaakt door zwevend stof en algen), het ongunstige profiel en dientengevolge het ontbreken van macrofyten en daarmee habitat voor macrofauna en vis.
- Het watersysteem in het verzorgingsgebied de Witte Brug is zeer rijk aan fosfor en de algengroei wordt gelimiteerd door stikstof. Het reduceren van de hoeveelheid stikstof in het water is een effectieve maatregel, die zal leiden tot meer doorzicht.
- De zuurstofhuishouding van het waterlichaam en de hoofdwatgangen is goed tot zeer goed. Alleen in zeer ondiepe sloten in het verzorgingsgebied komen zuurstofproblemen voor, maar dit heeft geen effect op het waterlichaam.

### *Effectiviteit en haalbaarheid verdiepen/verbreden*

- Vanwege de korte verblijftijd en de al goede zuurstofhuishouding levert het verbreden en/of verdiepen van het waterlichaam zelf naar verwachting geen enkele verbetering op.
- De effecten van het verbreden en/of verdiepen van alle hoofdwatgangen zijn gering.
- Verdiepen/verbreden is technisch haalbaar, maar omdat vaak beschoeiing nodig zal zijn, brengt dit wel relatief hoge kosten met zich mee.
- Door de geringe effectiviteit en de hoge kosten is deze maatregel niet kosteneffectief.

### *Effectiviteit en haalbaarheid optimalisering peilbeheer*

- De effecten van een geoptimaliseerd peilbeheer zijn naar verwachting groot. Dit is echter een expertinschatting gebaseerd op bestaande gegevens en aannames, die dus een behoorlijke onzekerheidsmarge heeft.
- Peilopzet binnen het peilvak van het waterlichaam is niet zonder meer haalbaar, omdat dan wordt afgeweken van de GGOR-uitgangspunten en mogelijk niet meer wordt voldaan aan de NBW-normering. Ook is peilopzet lastig inpasbaar in relatie tot functioneren van het watersysteem als geheel (garanderen waterafvoer achterliggende peilvakken).

### Aanbevelingen

- Pas het oeverprofiel aan (vergroten areaal ondiep water), zonder aanpassing hiervan zijn de KRW-doelen vrijwel zeker niet haalbaar. Bovendien vergroot dit de effectiviteit van het optimaliseren van het peilbeheer.
- Omdat het slechte doorzicht deels bepaald wordt door zwevend stof, wordt aanbevolen te zoeken naar maatregelen die het zwevend stof kunnen terugdringen.
- Ter verbetering van het doorzicht wordt ook aanbevolen om nader onderzoek te doen naar mogelijke maatregelen voor dit gebied om de hoeveelheid stikstof in het water terug te dringen.
- De huidige visstand zorgt voor opwerveling van sediment en begrazing van de toch al schaarse macrofyten. Waarschijnlijk is het verwijderen van de exotische (gras)karpers en een flink deel van de bodemwoelende vis noodzakelijk, omdat het systeem zich

anders niet kan herstellen. Omdat graskarper zich in Nederland niet voortplant, is verwijdering ook kansrijk.

- De huidige begrenzing van het KRW-waterlichaam sluit niet aan op de verwachte afvoerverdeling binnen het bemalingsgebied. In plaats van de westelijke tak van het waterlichaam (watergang ten noorden van provinciale weg) lijkt het logischer om de zuidelijk tak uitgebreider te begrenzen (watergang ten zuiden van provinciale) weg. Dit heeft waarschijnlijk ook consequenties voor de ligging van de KRW meetpunten.

## 6 Literatuurlijst

- Tauw, 2013. Watersysteemanalyse KRW-waterlichamen in het beheergebied van Waterschap Hollandse Delta, NL19\_54 Afwatering Witte Brug
- Nelen en Schuurmans, 2002. Waterstructuurplan Goeree-Overflakkee. Opgesteld in opdracht van Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden, Waterschap Goeree Overflakkee.
- Nelen en Schuurmans, 2008. Waterplan Goeree Overflakkee, samen werken aan goed water.
- Hoog, J. van der Hoog, 2007. Effect Kierbesluit op grondwater van Goeree-Overflakkee. Afstudeerrapport in opdracht van Ingenieursbureau BCC, op verzoek van waterschap Hollandse Delta.
- Stiboka, 1967. Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50.000, Blad 36 Goedereede, Blad 42 Oost (Goereese deel)
- Waterschap Hollandse Delta, 2013. Peilbesluiten bij Hollandse Delta.
- Waterschap Hollandse Delta, 2008. Project "Waterbeheer Koudenhoek", Eindrapportage.



## **Bijlagen**





# Bijlage 1

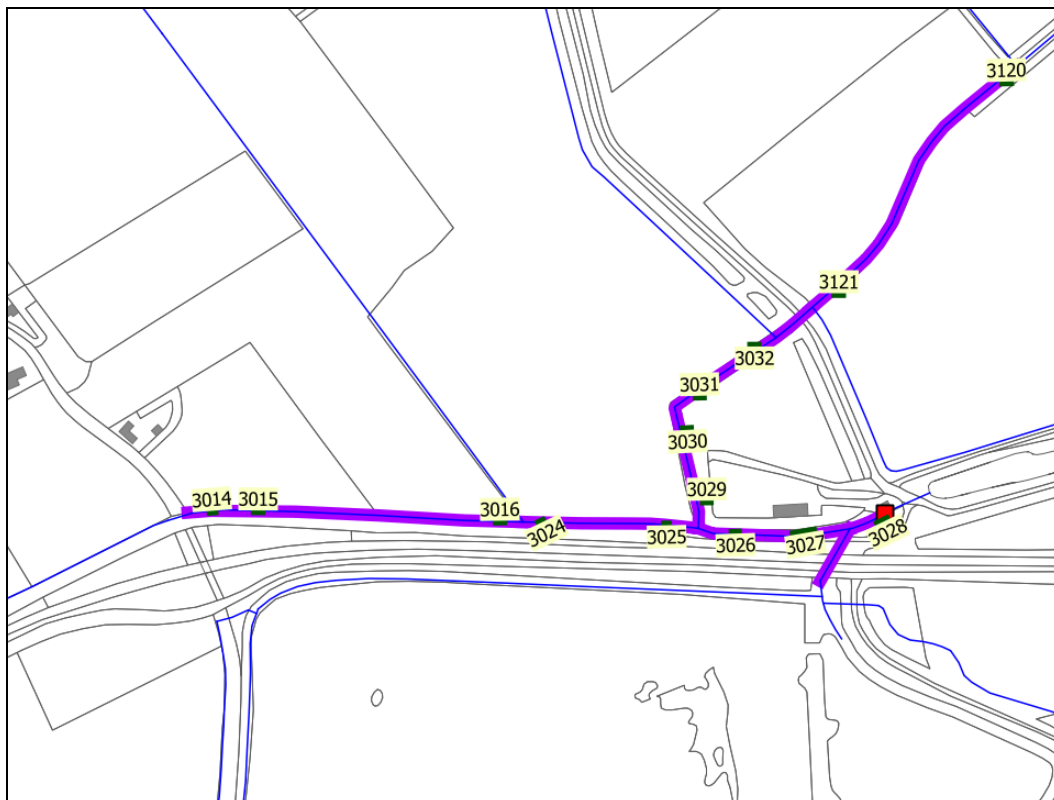
## Peilvakken en peilen binnen bemalingsgebied Witte Brug oost

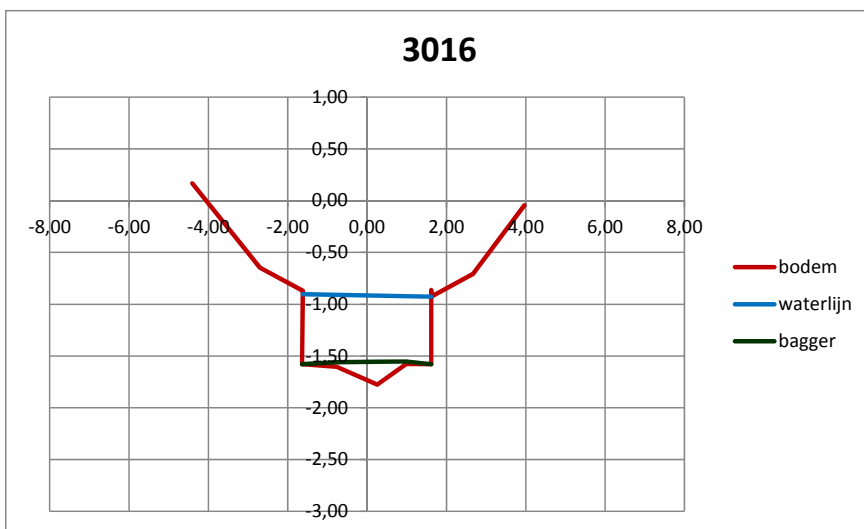
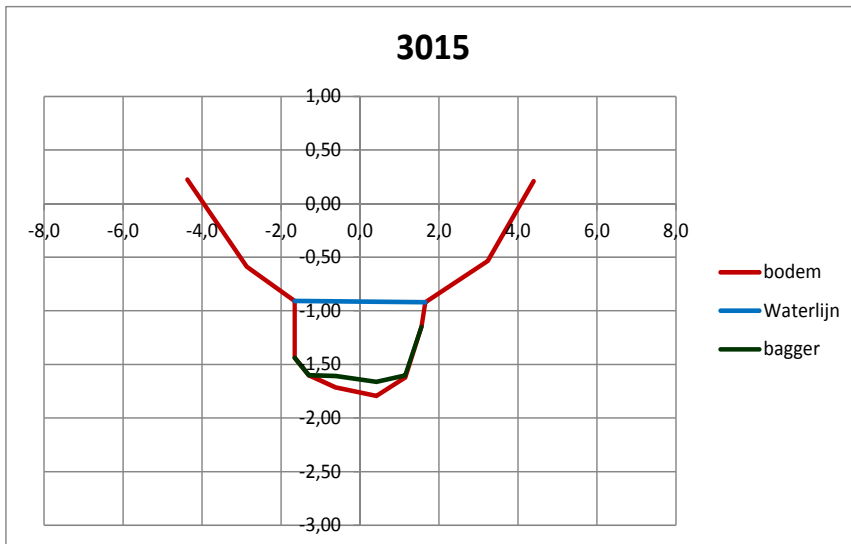
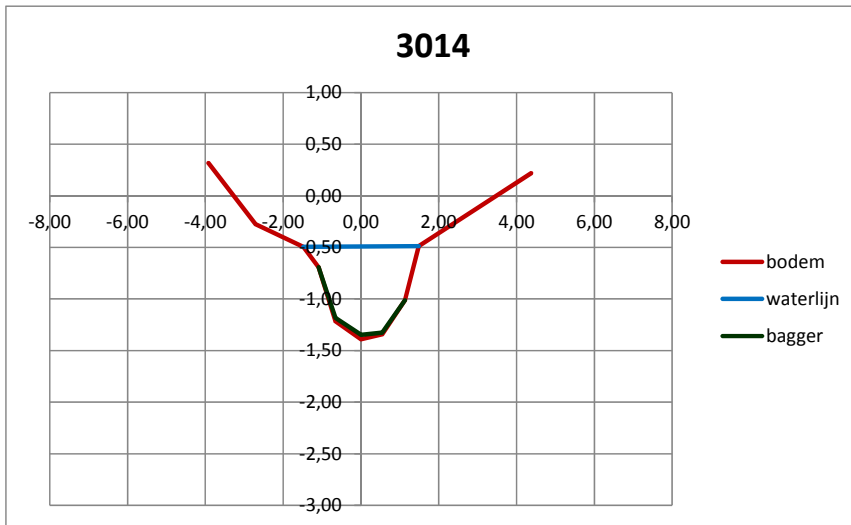
Peilvak	Peil (mNAP)	Oppervlakte	Oppervlakte peilgebied in % van oppervlakte bemalingsgebied
	[mNAP]	[ha]	[%]
<b>Peilvak waterlichaam</b>			
12F	-0,90/-1,20 (zp/wp)	335 ha	16 %
<b>Peileenheid 1</b>			
12M	-0,65/-0,95 (zp/wp)	300 ha	15 %
12N	-0,65/-0,80 (zp/wp)	50 ha	2 %
12O	-0,60/-0,75 (zp/wp)	28 ha	1 %
13A	-0,05/-0,30 (zp/wp)	70 ha	3 %
		(448 ha)	(22%)
<b>Peileenheid 2</b>			
12I	0,20 (vast)	28 ha	1 %
12J	-0,10 (vast)	13 ha	0 %
12K	-0,50/-0,80 (zp/wp)	75 ha	4 %
12L	-0,70/-1,00 (zp/wp)	55 ha	3 %
		(171 ha)	(8 %)
<b>Peileenheid 3</b>			
12H	-0,75/-0,95 (zp/wp)	79 ha	4 %
12G	-0,50/-0,80 (zp/wp)	46 ha	2 %
		(125 ha)	(6 %)
<b>Peileenheid 4</b>			
12D	-0,30/-0,65 (zp/wp)	17 ha	1 %
<b>Peileenheid 5</b>			
12E	0,20/0,10 (zp/wp)	198 ha	10 %
<b>Peileenheid 6</b>			
12C	-0,50/-0,80 (zp/wp)	22 ha	1 %
12B	0/- 0,50 (zp/wp)	35 ha	2 %
		(57 ha)	(3 %)
<b>Peileenheid 7</b>			
12A2	-0,40/-0,70 (zp/wp)	28 ha	1 %
<b>Peileenheid 8</b>			
12Z	0,30/-0,40 (flexibel)	95 ha	5 %
<b>Peileenheid 9</b>			
Bemalingsgebied Witte Brug- west		670 ha	32 %
<b>Bemalingsgebied totaal</b>			
		2045 ha	



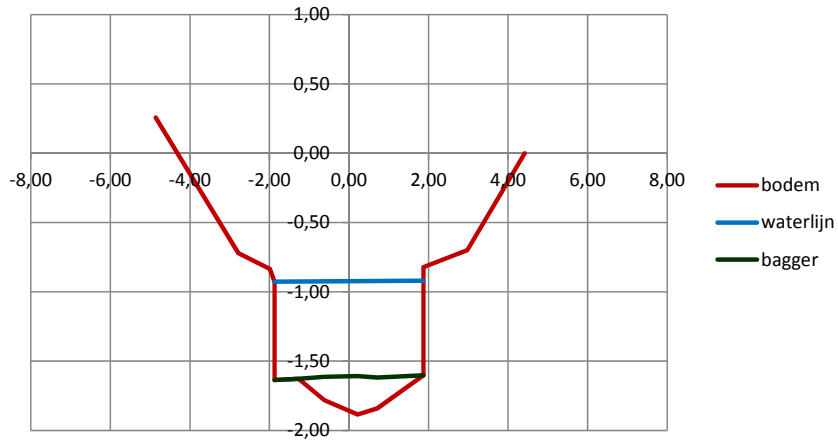
## Bijlage 2 Profielen waterlichaam

(bron ideoma-profielen)

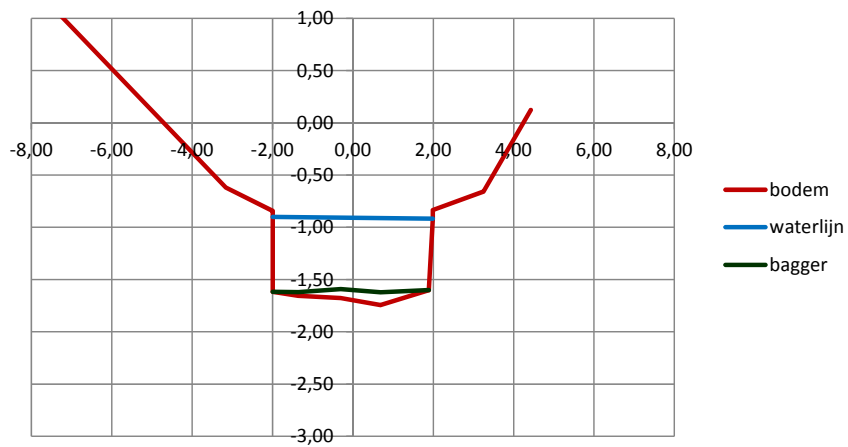




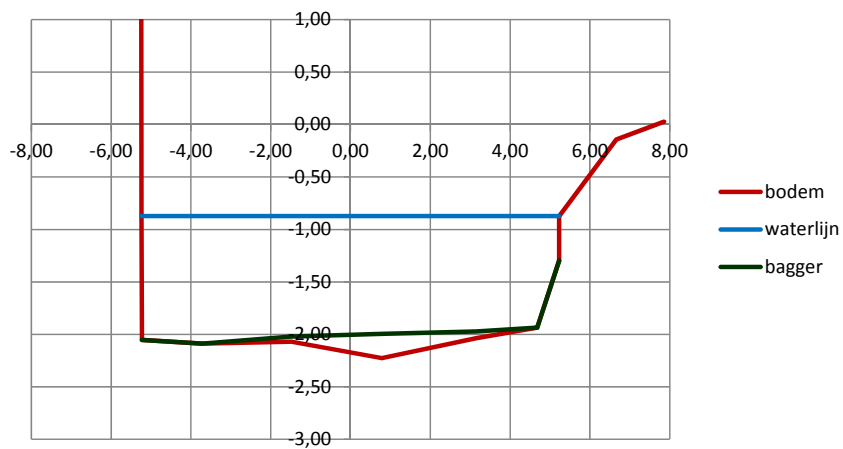
### 3024

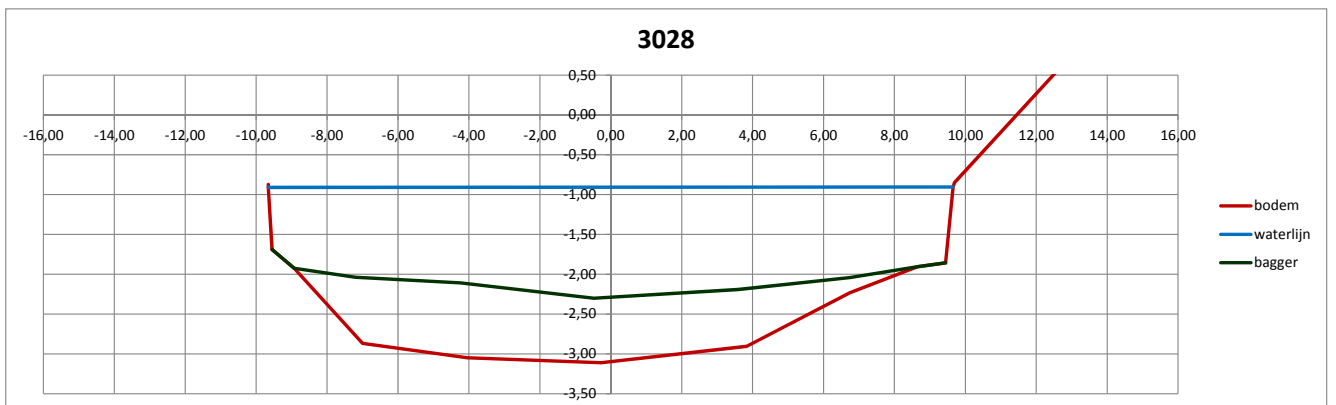
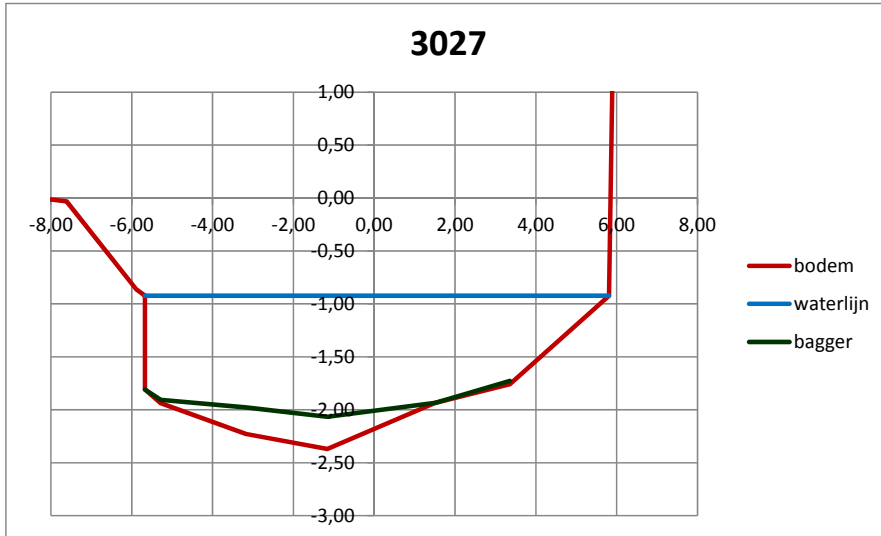


### 3025

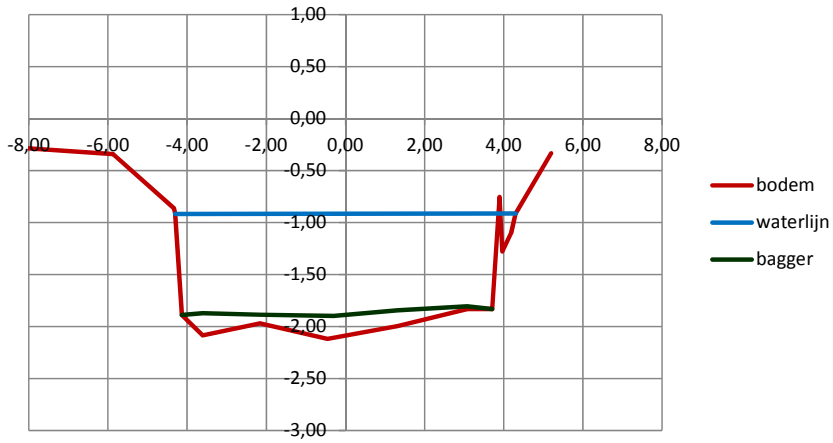


### 3026

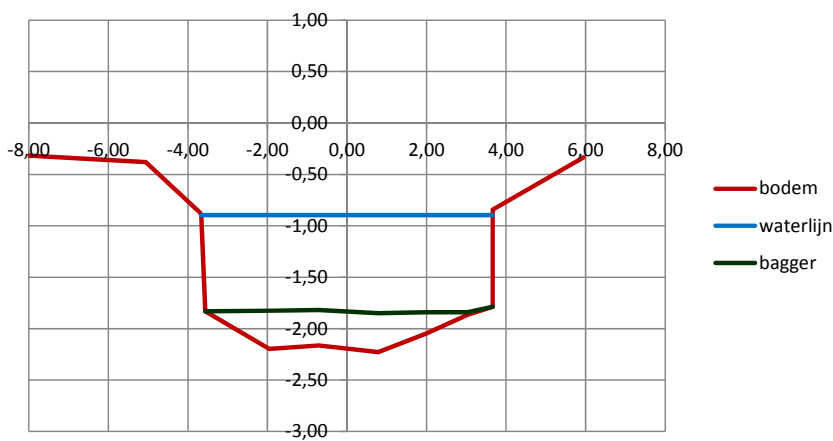




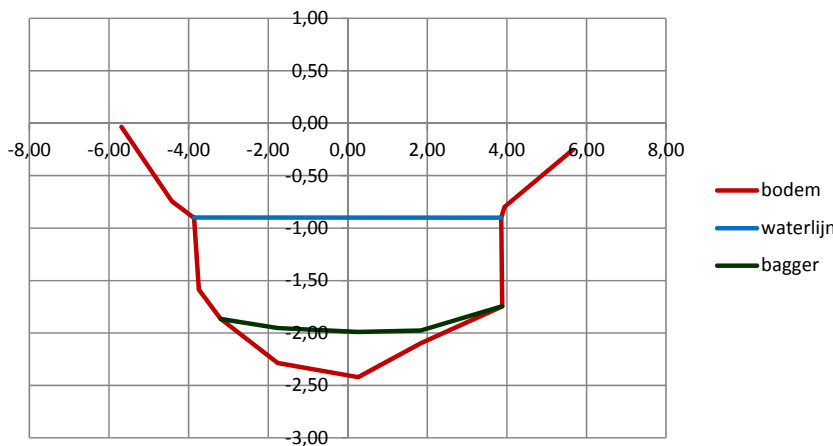
### 3120



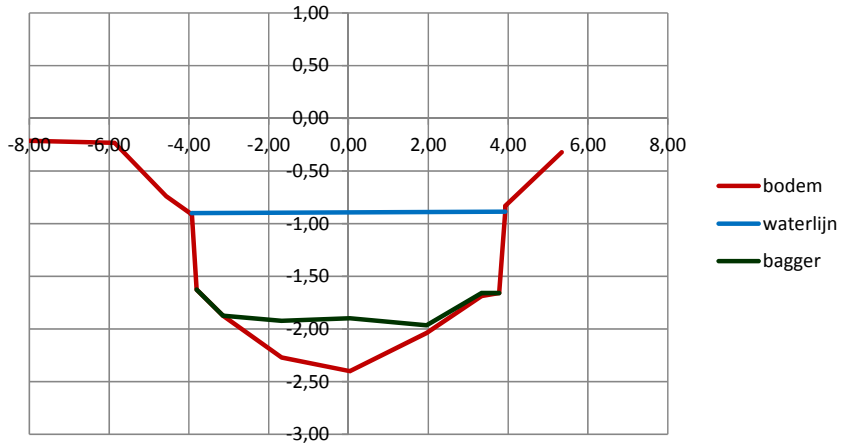
### 3121



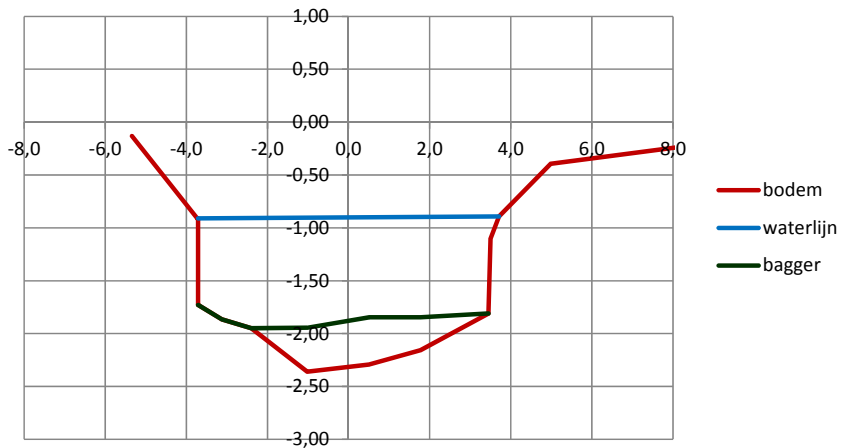
### 3032



### 3031

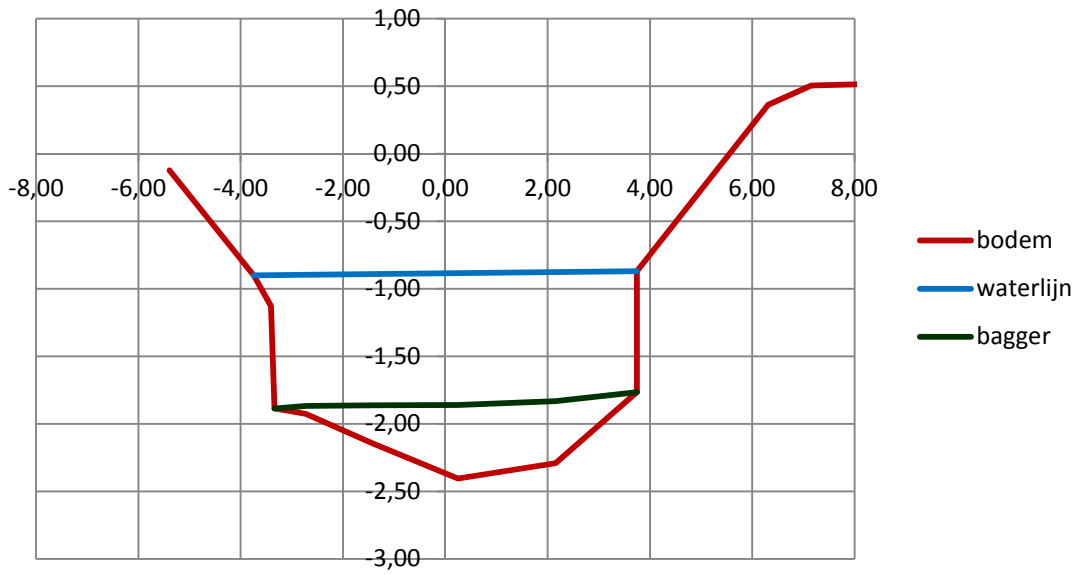


### 3030



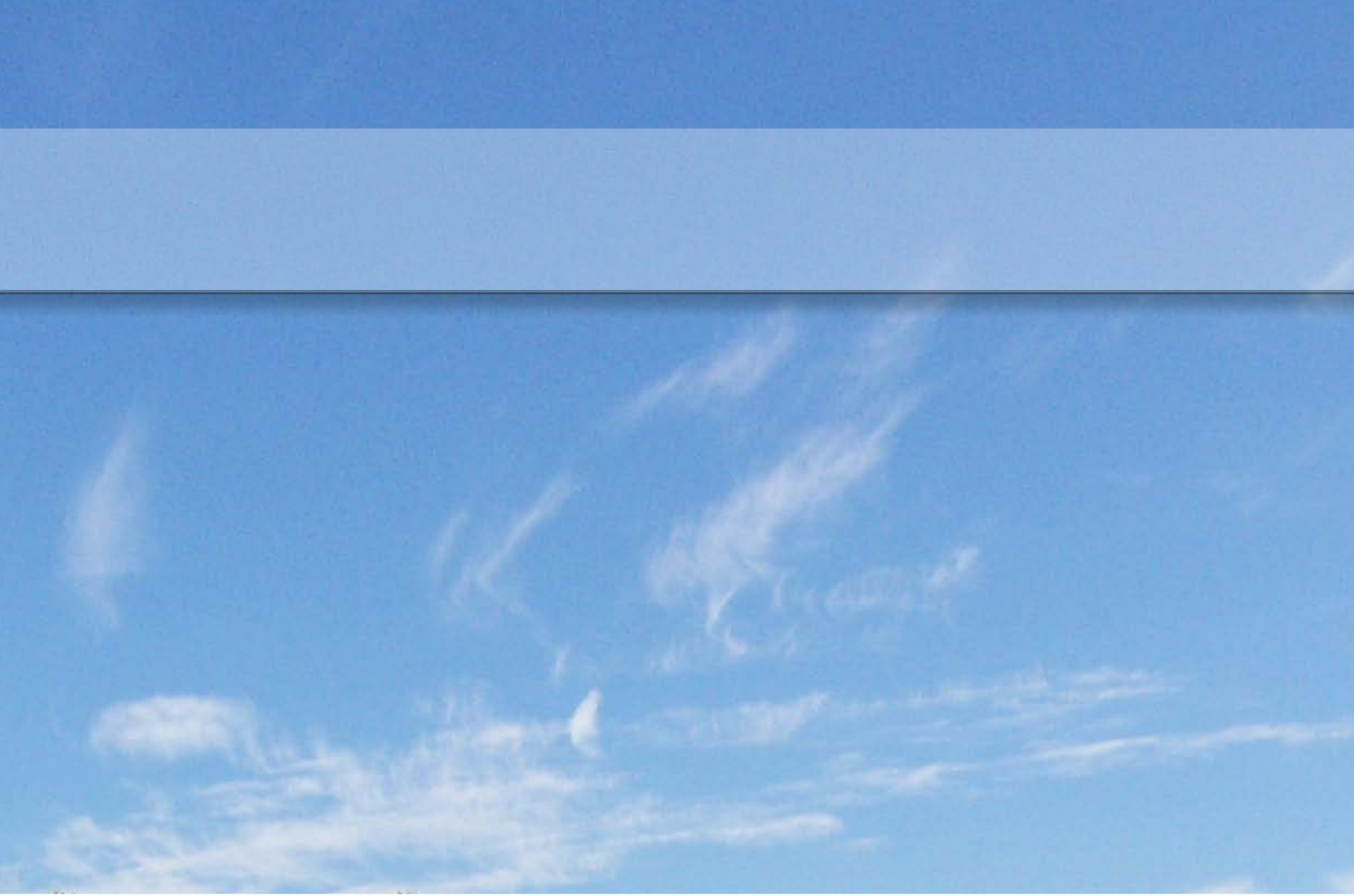


# 3029









**BWZ Ingenieurs**

Postadres:  
Postbus 183 - 4100AD Culemborg  
Bezoekadres:  
Varkensmarkt 9 - Culemborg

[www.bwz-ingenieurs.nl](http://www.bwz-ingenieurs.nl)  
E-mail: [info@bwz-ingenieurs.nl](mailto:info@bwz-ingenieurs.nl)  
Tel.: 0345-523130