

## NOTITIE

---

Onderwerp Vermindering uitwisseling Aarkanaal - Zegerplas  
Project KRW3 oevermaatregelen  
Opdrachtgever Hoogheemraadschap Rijnland  
Projectcode 127701  
Status Definitief 02  
Datum 02 maart 2023  
Referentie 127701/23-003.785  
Auteur(s) E.E. van Deelen MSc, M.A.T. Slob BSc, J.J. Mandemakers MSc, ir. K.F. Jerez Nova

Gecontroleerd door J.J. Mandemakers MSc, ir. A. van den Berg  
Goedgekeurd door Ir. A. van den Berg  
Paraaf



Bijlage(n) I Presentatie Zegerplas  
II Ontwerptekeningen afsluitingen en overige maatregelen  
III Ontwerpnoot Houten Damwand Noordoostzijde

Aan  
Kopie

---

## 1 INLEIDING

Om de ecologische kwaliteit van de Zegerplas te verbeteren wordt overwogen om de plas (deels) te isoleren. De voorliggende memo geeft de verantwoording van deze maatregel middels een beschrijving van de ecologische effecten van de maatregel. Vervolgens wordt een verkenning gegeven van de benodigde technische aanpassingen om deze isolatie te realiseren.

## 2 BESCHRIJVING ZEGERPLAS

### 2.1 Algemeen

De Zegerplas ligt aan de oostkant van het stedelijk gebied van Alphen aan den Rijn. De plas is in de jaren 70 ontstaan door het winnen van zand ten behoeve van de aanleg van de wijk Ridderveld. De Kromme Aar aan de oost- en westzijde van de plas behoren ook tot het waterlichaam.

Het waterlichaam maakt deel uit van het boezemstelsel van hoogheemraadschap Rijnland. Het oppervlak van de plas is van belang voor de bergingsfunctie. De plas wordt ook gebruikt voor recreatie waaronder

zwemmen, kabelskibaan, surfen, duiken, varen en viswaterfunctie. In afbeelding 2.1 is de ligging en begrenzing van de plas aangegeven.

Afbeelding 2.1 Locatie en watersysteem Zegerplas



De Zegerplas staat aan de westzijde via de Kromme Aar in verbinding met de Oude Rijn en aan de noordoost en zuidoostzijde met het Aarkanaal. De Zegerplas ontvangt voornamelijk water vanuit de zuidoostelijke tak van het Aarkanaal, maar ook gemaal Ridderveld/Bijlen loost water vanuit de achterliggende polder op de plas en de Kromme Aar aan de noordoost- en westzijde staan in open verbinding met de plas. De AWZI nabij gemaal Ridderveld/Bijlen voert water af via een persleiding naar de Oude Rijn en staat niet in directe verbinding met de plas. De uitstroom van de plas is naar het westen gericht richting de Oude Rijn. De herkomst van het water is uit de Oude Rijn en in de zomer uit de Hollandse IJssel. De verblijftijd van het water in de Zegerplas is door deze verbindingen relatief kort. Er vindt echter geen actieve doorspoeling plaats, er is alleen een sterke uitwisseling met de boezemkanalen. De plas kent een vast zomer- en winterpeil, heeft een maximale diepte van 34 m en de oevers bestaan grotendeels uit een stortsteen-oeververdediging. De tabel hieronder toont de eigenschappen van de Zegerplas.

Tabel 2.1 Eigenschappen van de Zegerplas

Eigenschappen	Gegevens
Wateroppervlak	75 hectare (waarvan 71 hectare meer en 4 hectare Kromme Aar)
Onverhard oppervlak	circa 3 hectare
Verhard oppervlak	nauwelijks afvoerend verhard oppervlak
Gemiddelde diepte	18 meter van het meer
Maximale diepte	34 meter
Volume plas	12,8 * 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Verblijftijd	circa 8 maanden
Peilbesluit	zp: -0,61 m NAP / wp: -0,64 m NAP
Peilstijghoogte eerste watervoerend pakket	-3,2 m NAP

## 2.2 Kromme Aar westzijde

De Kromme Aar die aan de westzijde aantakt op de Zegerplas en deze verbindt met de Oude Rijn heeft een groot aantal inlaten. Een aantal van deze inlaten hebben als functie het creëren van doorstroming om stankoverlast te voorkomen, maar ook het inlaten van water om uitdroging van sportvelden te voorkomen en ten behoeve van waterkwaliteit zijn aanwezig langs de Kromme Aar. In de afbeelding hieronder zijn deze inlaten ingetekend en wordt toegelicht hoe vaak deze open staan. Daarnaast is aan de hand van de leidingdiameter, de b.o.b. en informatie van de gebiedsbeheerder berekend hoeveel water er per jaar ingelaten wordt.

Afbeelding 2.2 Inlaten van de Kromme Aar aan de westzijde van de Zegerplas (gesprek met gebiedsbeheerder van Rijnland)



De westelijke verbinding tussen de Kromme Aar en de Zegerplas wordt ook voor andere doeleinden gebruikt, waar mogelijk rekening mee dient te worden gehouden bij het isoleren van de plas:

- de Oosterbegraafplaats aan de Verlengde Aarkade is in de huidige situatie bereikbaar via de Kromme Aar per boot vanuit de Zegerplas;
- de gemeente kan de watergang aan de kant van de Oude Rijn afsluiten, en doet dit bij vorst om ijsvorming te bevorderen. Dit vindt echter zeer zelden plaats;
- de ondiepe watergang biedt habitat voor vissen en macrofauna uit de plas.

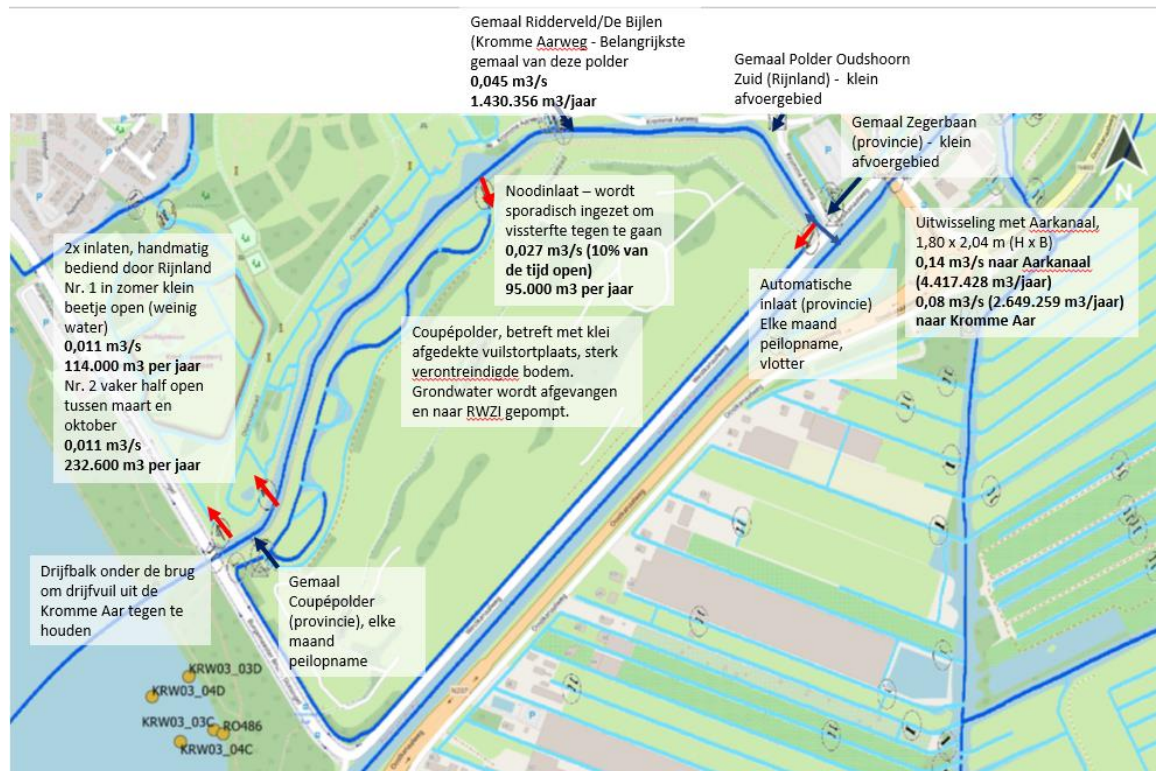


## 2.3 Kromme Aar noordoostzijde

De Kromme Aar die aan de oostzijde aantakt op de Zegerplas kent een iets ingewikkeldere waterhuishouding. Vier verschillende gemalen pompen water vanuit het achterliggende gebied op de Kromme Aar. Deze staat direct in verbinding met de Zegerplas. Aan de oostzijde staat de Kromme Aar door middel van een duiker in verbinding met het Aarkanaal. Aandachtspunten hierbij zijn:

- ten noorden van de Kromme Aar bevindt zich een klein natuurgebiedje dat zijn eigen peilvak kent;
- de Kromme Aar staat met een duiker in verbinding met het Aarkanaal, deze duiker is naar alle waarschijnlijkheid voldoende groot is om alle afvoer van de 4 gemalen op de Kromme Aar aan te kunnen;
- gemaal Ridderveld/De Bijlen (Kromme Aarweg) is het gemaal met verreweg de meeste afvoer (gemiddeld 4,2 m<sup>3</sup>/min en maximaal 51,6 m<sup>3</sup>/min), de overige 3 gemalen bedienen een veel kleiner gebied;
- er liggen 5 inlaten die allemaal gebruikt worden, de automatische inlaat die aan de hand van een vlotter bestuurd wordt kan grote hoeveelheden inlaten maar is voor de werking van de plas niet van toepassing aangezien deze alleen de Coupé polder voedt; en we ervan uitgaan dat het grootste deel verdampt/infiltreert in de Coupépolder en niet via uitlaten de plas bereikt;
- Kromme Aar noordoostzijde oogt als een interessant gebied voor fauna uit de plassen (weliswaar beschoeide oevers maar mogelijk wel wat oevervegetatie en mogelijk ook onderwatervegetatie);
- de watergang is een potentieel habitat voor vissen en macrofauna uit de plas.

Afbeelding 2.3 Inlaten van de Kromme Aar aan de noordoostzijde van de Zegerplas (op basis van gesprek met gebiedsbeheerder van Rijnland)



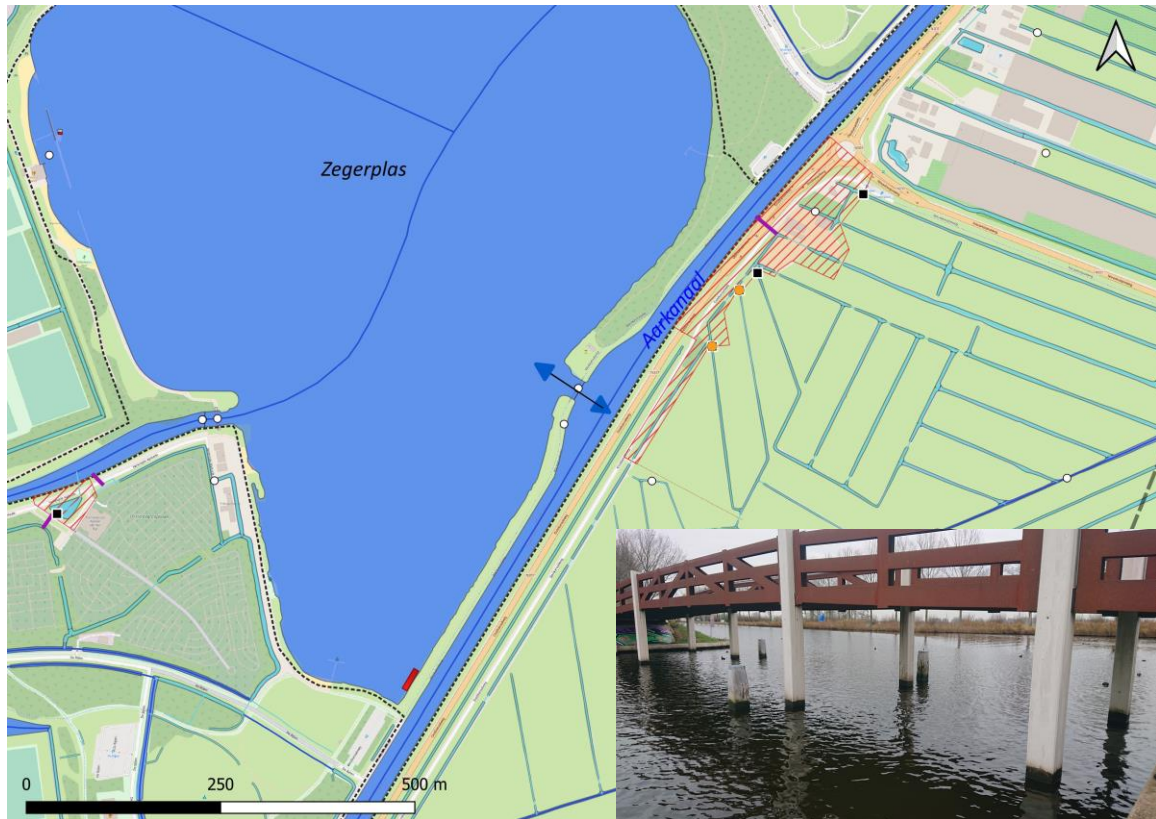
## 2.4 Aarkanaal zuidoostzijde

De Zegerplas ontvangt water vanuit het kanaal aan de zuidoostzijde. In de zomer ligt er soms veel kroos in het kanaal, dat de plas kan bereiken bij een ingaande waterbeweging. Echter komt dit door de druk vanuit de plas (veroorzaakt door de afvoer van gemalen op de plas vanuit de Kromme Aar) in de praktijk weinig



voor. In afbeelding 2.4 is ook een foto van de verbinding met hierover een brug opgenomen, die gemaakt is tijdens het veldbezoek.

Afbeelding 2.4 Inlaat vanuit het Aarkanaal aan de zuidoostzijde van de Zegerplas (gesprek met gebiedsbeheerder van Rijnland)



### 3 WATERSYSTEEMANALYSE VAN DE ZEGERPLAS

Om de waterstromen die in- en uit de plas gaan te bepalen is in 2014 een waterbalans door hoogheemraadschap Rijnland opgesteld [ref. 1]. Hierin is aan de hand van een Sobek-berekening voor uitwisseling van de boezem in 2011 en de eigenschappen van de Zegerplas vastgesteld hoe het watersysteem kwantitatief functioneert. Deze waterbalans is gebruikt voor de verantwoording van de maatregel waarin de Zegerplas deels wordt geïsoleerd. De isolatie wordt uitgevoerd om de waterkwaliteit van de plas te garanderen voor de toekomst. Hiertoe is besloten om de Zegerplas deels te isoleren met als beoogde resultaat een reductie in de hoeveelheid fosfor die neerdaalt in de plas. De resultaten van de waterbalans uit 2014 zijn uitgelicht in paragraaf 3.1.

In 2022 zijn er metingen van stroomsnelheden en debieten uitgevoerd door Nortek bij de verschillende open verbindingen (boezems) van de Zegerplas met omliggende waterlopen [ref. 2]. De metingen zijn uitgevoerd over een periode van 6 maanden. De resultaten van de metingen staan beschreven in paragraaf 3.2. In paragraaf 3.3 is beschouwd of de metingen consistent zijn met de waterbalans uit 2014.

Een situatieschets is weergegeven in afbeelding 3.1. De Zegerplas staat op 3 locaties in verbinding met omliggende waterlopen:

- zuidoostelijke aantakking (boezem zuidoost), locatie 1;
- noordoostelijke aantakking (boezem noordoost), locatie 2;
- zuidwestelijke aantakking van de Kromme Aar (boezem west), locatie 3.

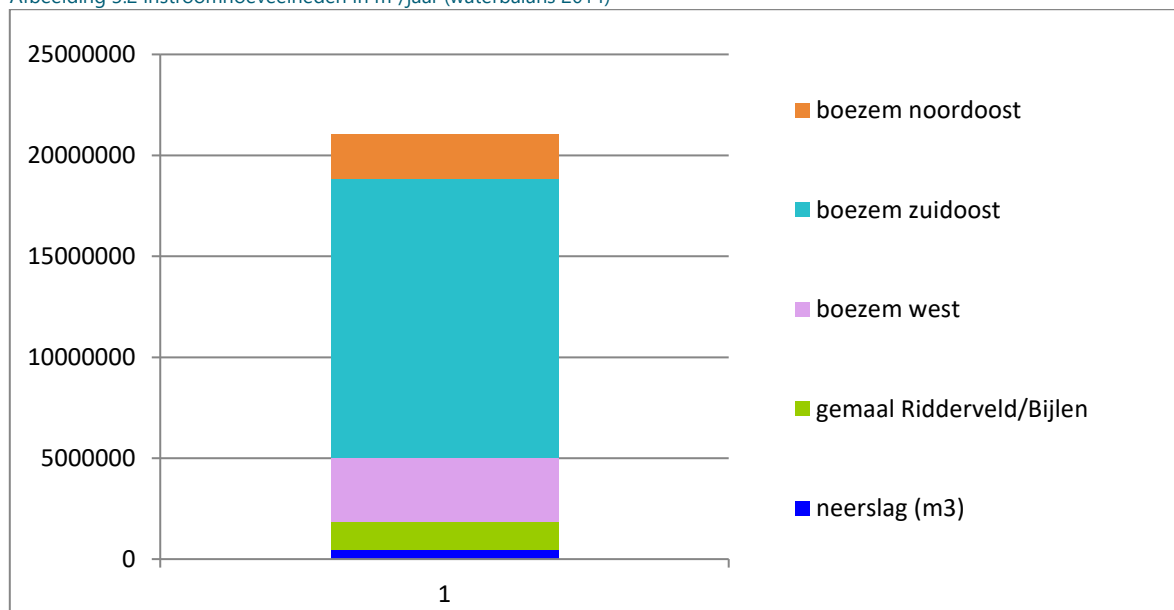
Afbeelding 3.1 Locatieaanduiding voor de opmaak van de waterbalansen in de Zegerplas



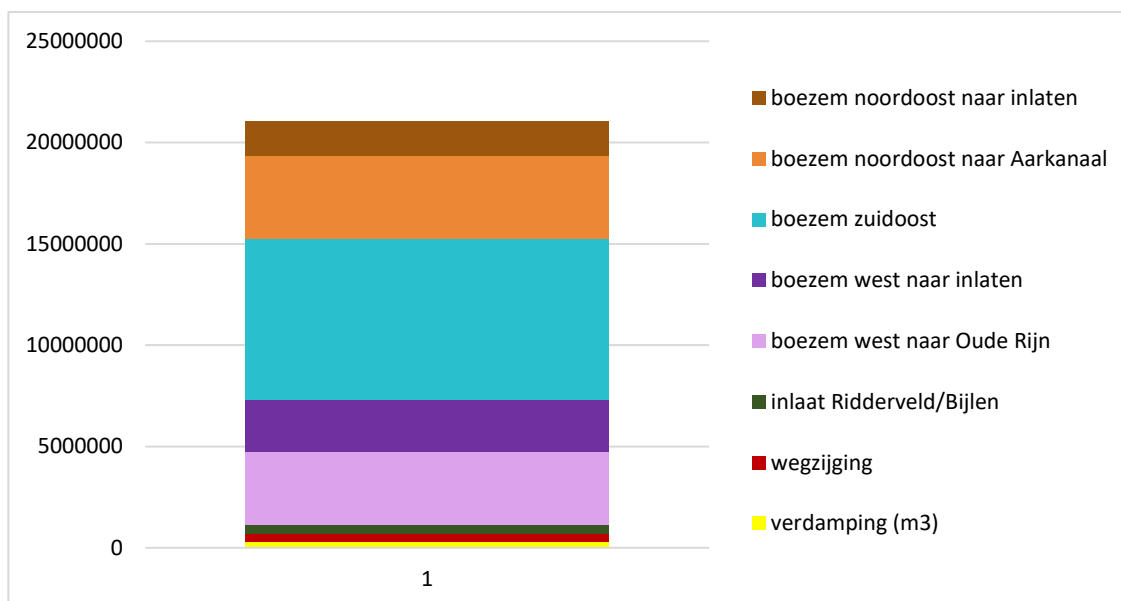
### 3.1 Waterbalans door hoogheemraadschap Rijnland (2014)

De resultaten van de jaarlijkse waterbalans van het watersysteem 'Zegerplas' zijn weergegeven in afbeelding 3.2 en afbeelding 3.3 voor respectievelijk de jaarlijkse instroomhoeveelheden en jaarlijkse uitstroomhoeveelheden [ref. 1]. Daarnaast zijn de resultaten uit dit onderzoek numeriek weergegeven voor de verschillende locaties in tabel 3.1 voor de instroomhoeveelheden en tabel 3.2 voor de uitstroomhoeveelheden.

Afbeelding 3.2 Instroomhoeveelheden in m<sup>3</sup>/jaar (waterbalans 2014)



Afbeelding 3.3 Uitstroomhoeveelheden in m<sup>3</sup>/jaar (waterbalans 2014)



Tabel 3.1 Jaarlijkse instroomdebiet Zegerplas

Locatie	Debiet Q [m <sup>3</sup> /jaar]	Debiet Q [*10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /jaar]
boezem noordwest (2)	2.208.731	2,21
boezem zuidoost (1)	13.809.778	13,8
boezem zuidwest (3)	3.144.398	3,14
gemaal Ridderveld/Bijlen	1.430.356	1,43
neerslag	440.721	0,44
<b>totaal</b>	<b>21.039.844</b>	<b>21,0</b>

Tabel 3.2 Jaarlijkse uitstroomdebiet Zegerplas

Locatie	Debiet Q [m <sup>3</sup> /jaar]	Debiet Q [*10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /jaar]
boezem noordwest (2)	5.761.617	5,76
boezem zuidoost (1)	7.952.308	7,95
boezem zuidwest (3)	6.167.785	6,17
inlaat ridderveld/bijlen	492.000	0,49
wegzijging	374.472	0,37
verdamping	286.701	0,29
<b>totaal</b>	<b>21.034.844</b>	<b>21,0</b>

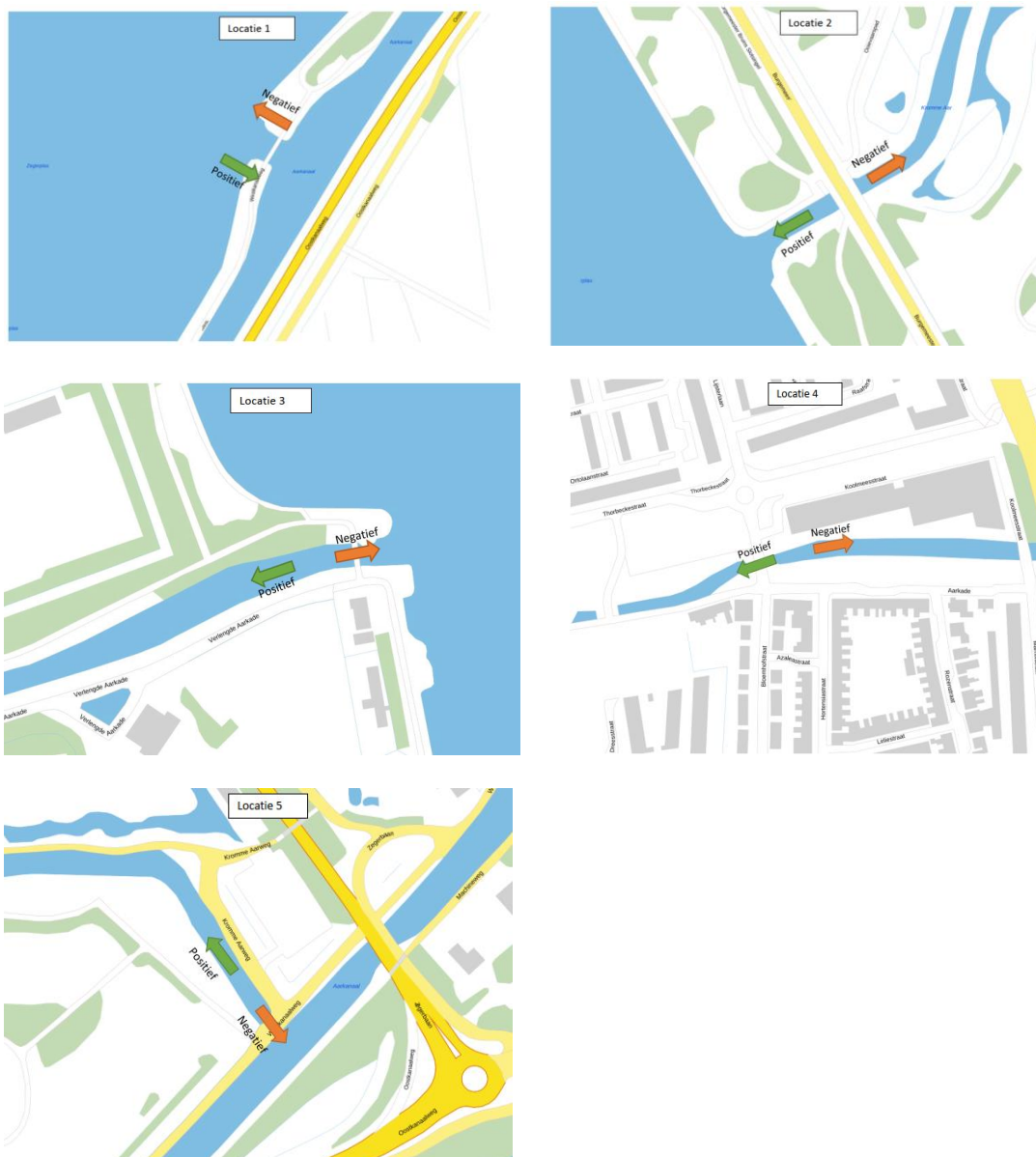
Hieruit blijkt dat de zuidoostelijke boezem zorgt voor de grootste water aan- en afvoer van de plas. Dit is daarmee een belangrijke bron die de waterkwaliteit in de plas bepaalt.



## 3.2 Waterbalans gebaseerd op Nortek metingen (2022)

In 2022 zijn er door Nortek stromings- en debietmetingen uitgevoerd op de in- en uitstroomlocaties van de Zegerplas. Deze stromingsmetingen zijn geanalyseerd en op basis van deze analyse is de waterbalans geactualiseerd. Hierbij is uitgegaan van de stroomrichtingen zoals die gedefinieerd zijn door Nortek [ref. 2]. De meetlocaties en de daar gedefinieerde stroomrichtingen zijn weergegeven in afbeelding 3.4 voor locaties 1 tot en met 5.

Afbeelding 3.4 Stromingsrichtingen voor locaties 1 tot en met 5



### 3.2.1 Meetmethodiek

De metingen zijn uitgevoerd van 24 mei 2022 tot 24 november 2022. Dit is een periode van 6 maanden aan meetdata. Elke 10 minuten is een meting verricht, waarbij de meetduur telkens 1 minuut bedraagt. Dit brengt het totaal tussen de 26.000 en 27.000 metingen per locatie. Een overzicht is weergegeven in tabel 3.3. Deze informatie zal worden gebruikt om het totale in- en uitstroomdebiet per jaar te berekenen voor de Zegerplas op basis van de uitgevoerde metingen.

Tabel 3.3 Overzicht van de uitgevoerde metingen voor locaties 1, 2 en 3

Locatie	Startdatum	Einddatum	Totaalduur [min]	Metingen
boezem zuidoost (1)	24/05/2022 17.30 uur	24/11/2022 11.10 uur	265.010	26.501
boezem noordoost (2)	25/05/2022 15.20 uur	24/11/2022 09.20 uur	263.540	26.354
boezem zuidwest (3)	25/05/2022 17.20 uur	24/11/2022 10.00 uur	263.340	26.334

### 3.2.2 Uitgangspunten data-analyse

Bij de data-analyse is van de volgende punten uitgegaan:

- grote (onrealistische) sprongen in de waterdiepte waren zichtbaar in de begin- en eindfase van de metingen. In overleg met Nortek is geconcludeerd dat dit valt toe te wijzen aan de installatie van de meetapparatuur. De metingen voor de periodes waar dit voor geldt zijn niet meegenomen in de analyse;
- om de data naar jaarlijkse debieten te converteren is uitgegaan 525.600 minuten per jaar;
- voor de gemeten debieten (in m<sup>3</sup>/s) is aangenomen dat deze geldt voor een periode van 10 minuten. Hiertoe zijn de debieten per 10 minuten en dus per meetperiode berekend;
- de debieten zijn gesommeerd en vervolgens geconverteerd (naar 1 jaar) om tot een inschatting te komen van het jaarlijkse netto debiet op de betreffende locatie;
- metingen van locatie 4 en 5 worden door Nortek onbetrouwbaar geacht en zullen om deze reden achterwege worden gelaten in de resultaten.

### 3.2.3 Resultaten

In deze paragraaf zijn samengevat de resultaten opgenomen die volgen uit het analyseren van de meetdata. Vervolgens zal in paragraaf 3.3 een vergelijking worden gemaakt met de waterbalans van de Zegerplas die door hoogheemraadschap Rijnland is opgesteld in 2014 (paragraaf 3.1). De metingen van de debieten en stroomsnelheden voor locatie 4 en 5 zijn niet meegenomen in het resultaatoverzicht. De reden hiervoor is dat er onzekerheid bestaat over de betrouwbaarheid van deze metingen. Deze onbetrouwbaarheid komt voort uit het feit dat de stroomrichtingen op deze locaties veel schommelingen vertonen binnen een meetregistratie van 10 minuten. De uitkomst van de resultaten zal per locatie worden behandeld.

#### Boezem Zuidoost (locatie 1)

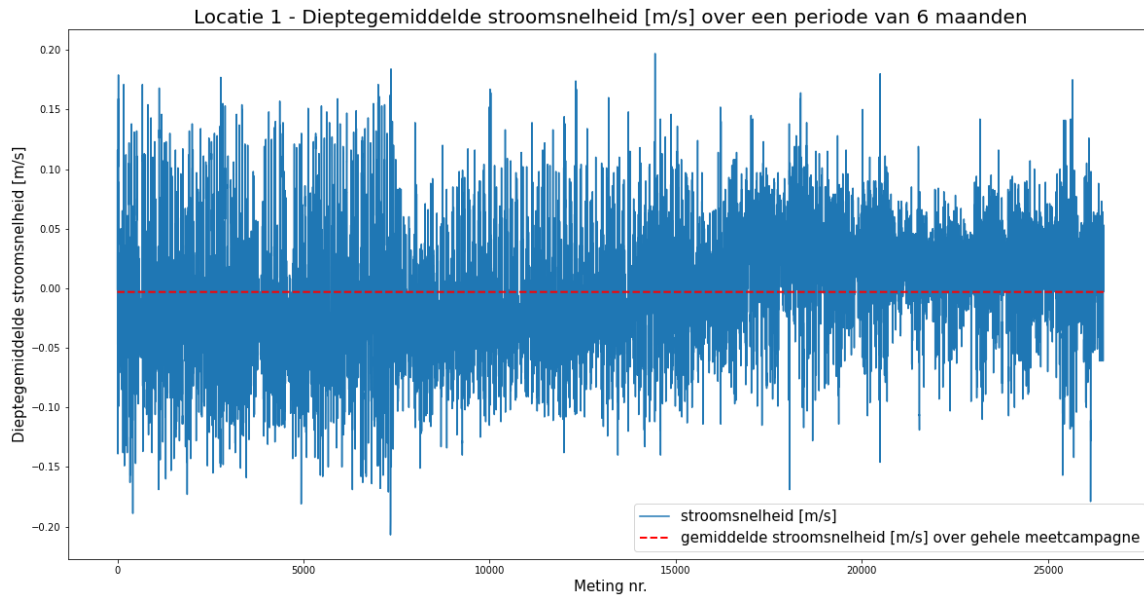
##### *Geregistreeerde stroomsnelheden:*

De dieptegemiddelde stroomsnelheden bij locatie 1 voor de volledige meetperiode (6 maanden) zijn weergegeven in afbeelding 3.5. Een aantal zaken komen hieruit naar voren. De stroomsnelheid varieert tussen -0,2 m/s en 0,2 m/s en de gemiddelde stroomsnelheid is -0,003 m/s en weergegeven met de rode stippellijn.

De stroomsnelheden fluctueren zichtbaar over de volledige meetperiode. De amplitudes van de fluctuaties zijn groter voor de beginfase van de meetperiode (0-15.000 metingen) dan voor de eindfase (vanaf 15.000 metingen). De oorzaak hiervan is voornamelijk onbekend maar kan mogelijk het gevolg zijn van een wisselende aanvoer vanuit de Oude Rijn en/of Hollandse IJssel of stromingen veroorzaakt door langsvarende scheepvaart.

De belangrijkste gegevens zijn samengevat in tabel 3.4.

Afbeelding 3.5 Geregistreeerde dieptegemiddelde stroomsnelheden bij locatie 1



Tabel 3.4 Dieptegemiddelde stroomsnelheid gegevens voor locatie 1 (boezem zuidoost)

Maximale stroomsnelheid in positieve richting [m/s]	Maximale stroomsnelheid in negatieve richting [m/s]	Gemiddelde stroomsnelheid over meetperiode [m/s]	Standaarddeviatie van stroomsnelheid [m/s]
0,197	-0,207	-0,003	0,047

*Geregistreeerde debieten:*

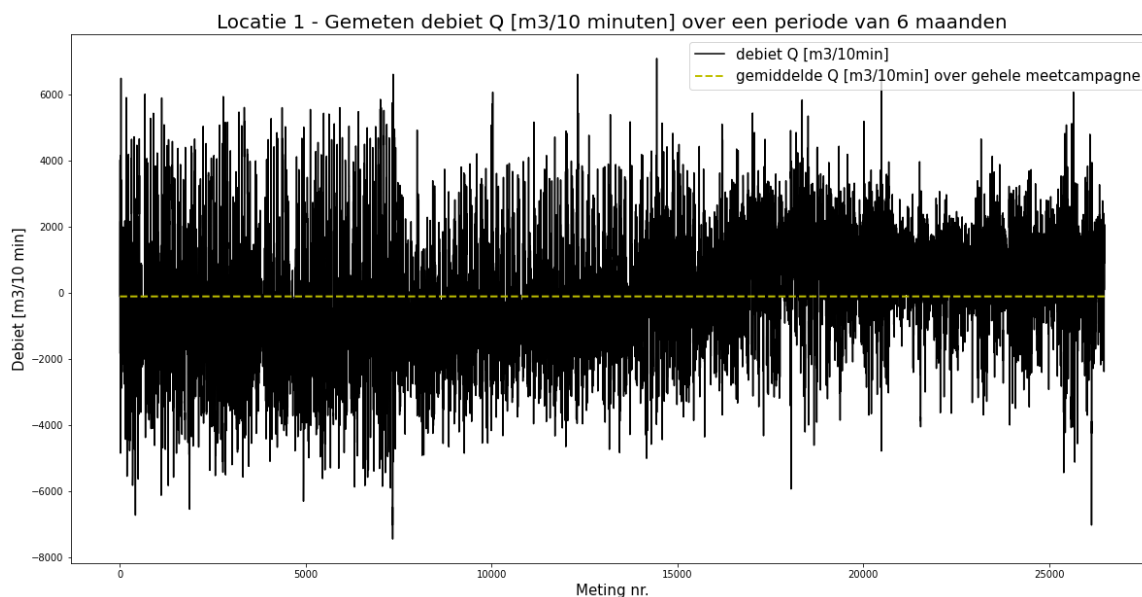
De gemeten debieten zijn vertaald van m<sup>3</sup>/s naar m<sup>3</sup> per 10 minuten. Dit is nodig om uiteindelijk een waterbalans op te stellen aangezien er 1 meting plaatsvindt per 10 minuten. Een grafiek van de optredende debieten over de volledige meetperiode (en voor tijdsintervallen van 10 min) is weergegeven in afbeelding 3.6.

Het debiet varieert tussen de 7.080 m<sup>3</sup>/10 min (uitstroming Zegerplas) en -7.440 m<sup>3</sup>/10 min (instroming Zegerplas). Het gemiddelde debiet is weergegeven met de gele stippellijn en bedraagt -110,7 m<sup>3</sup>/10 min. Opnieuw valt af te leiden dat de fluctuaties in de initiële fase groter zijn dan in de latere fase van de meetperiode. Er heeft meer uitwisseling van afvoeren plaatsgevonden in de 1<sup>e</sup> helft van de meetperiode.

De belangrijkste gegevens zijn samengevat in tabel 3.5.



Afbeelding 3.6 Debieten in m<sup>3</sup> per 10 minuten b op basis van uitgevoerde metingen bij locatie 1



Tabel 3.5 Debietgegevens voor locatie 1 (boezem zuidoost) in m<sup>3</sup> per 10 minuten

Maximale debiet in positieve richting [m <sup>3</sup> /10 min]	Maximale debiet in negatieve richting [m <sup>3</sup> /10 min]	Gemiddelde debiet over meetperiode [m <sup>3</sup> /10 min]	Standaarddeviatie van debiet [m <sup>3</sup> /10 min]
7.080	-7.440	110,7	1.656

### Boezem Noordoost (locatie 2)

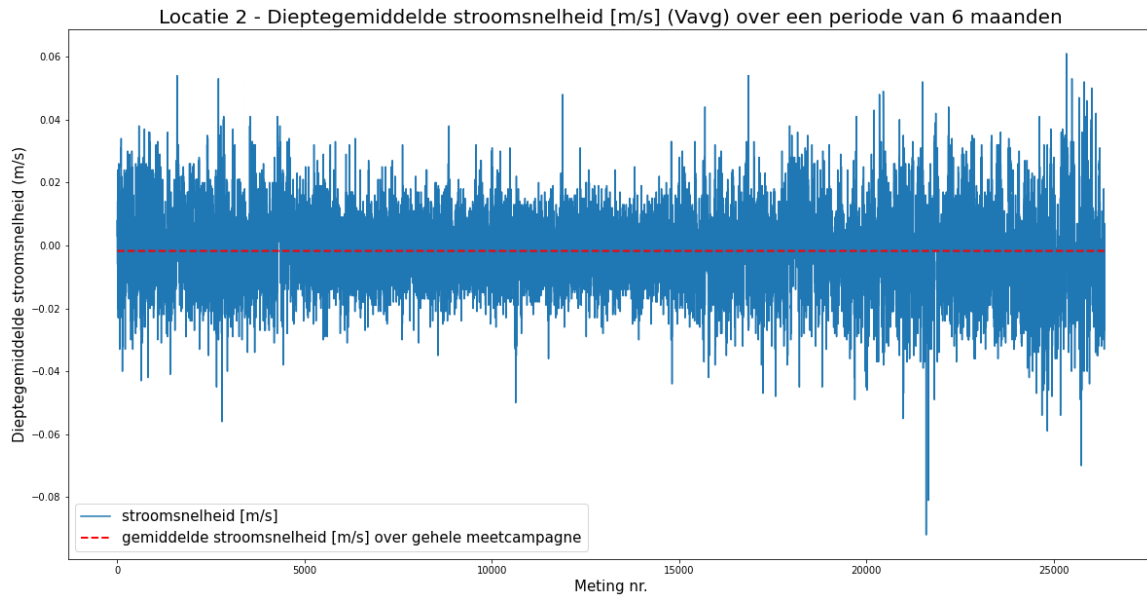
#### *Geregistreerde stroomsnelheden:*

De dieptegemiddelde stroomsnelheden bij locatie 2 voor de volledige meetperiode (6 maanden) zijn weergegeven in afbeelding 3.7. Een aantal zaken komen hieruit naar voren. De stroomsnelheid varieert tussen -0,09 m/s en 0,06 m/s. De gemiddelde stroomsnelheid is -0,002 m/s en is weergegeven met de rode stippellijn.

De amplitudes van de stroomsnelheden zijn groter in de 2<sup>e</sup> helft van de meetperiode (vanaf meting 15.000).

De belangrijkste gegevens zijn samengevat in tabel 3.6.

Afbeelding 3.7 Geregistreeerde dieptegemiddelde stroomsnelheden bij locatie 2



Tabel 3.6 Gegevens dieptegemiddelde stroomsnelheid voor locatie 2 (boezem noordoost)

Maximale stroomsnelheid in positieve richting [m/s]	Maximale stroomsnelheid in negatieve richting [m/s]	Gemiddelde stroomsnelheid over meetperiode [m/s]	Standaarddeviatie van stroomsnelheid [m/s]
0,061	-0,092	-0,002	0,011

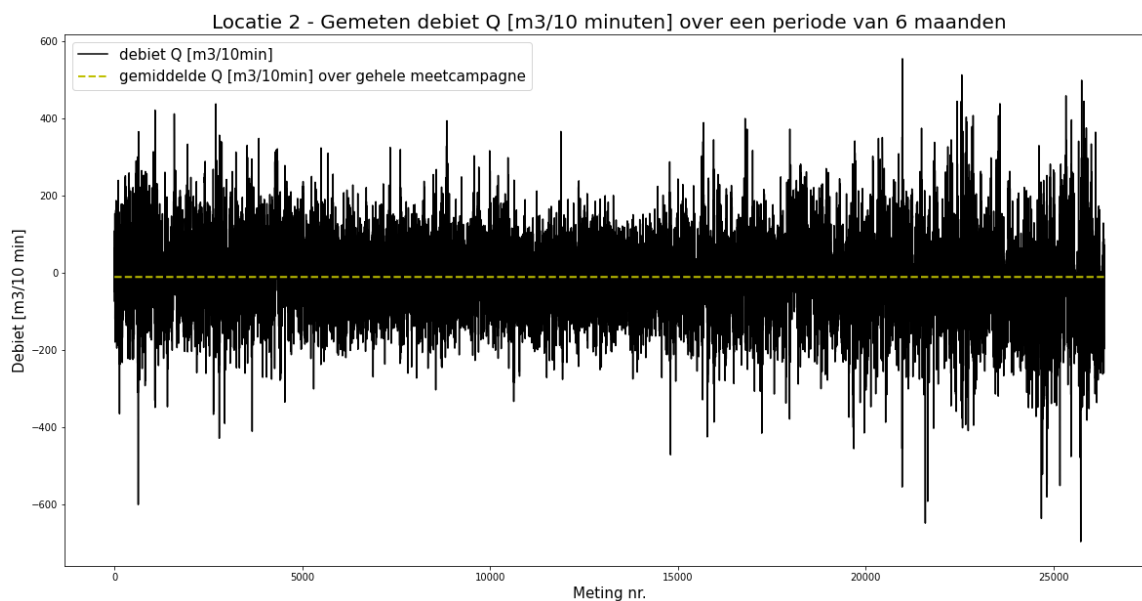
*Geregistreeerde debieten:*

Het debiet varieert tussen de 554 m<sup>3</sup>/10 min (instroming Zegerplas) en -696 m<sup>3</sup>/10 min (uitstroming Zegerplas). Het gemiddelde debiet is weergegeven met de gele stippellijn en bedraagt -10,7 m<sup>3</sup>/10 min.

Opnieuw valt af te leiden dat de fluctuaties in de eindfase hoger zijn dan in de beginfase van de meetperiode. Er heeft dus meer uitwisseling van afvoeren plaatsgevonden in de 2<sup>e</sup> helft van de meetperiode.

De belangrijkste gegevens zijn samengevat in tabel 3.7.

Afbeelding 3.8 Debiëten in m<sup>3</sup> per 10 minuten op basis van uitgevoerde metingen bij locatie 2



Tabel 3.7 Debietgegevens voor locatie 2 (boezem noordoost) in m<sup>3</sup> per 10 minuten

Maximale debiet in positieve richting [m <sup>3</sup> /10 min]	Maximale debiet in negatieve richting [m <sup>3</sup> /10 min]	Gemiddelde debiet over meetperiode [m <sup>3</sup> /10 min]	Standaarddeviatie van het debiet [m <sup>3</sup> /10 min]
554	-696	-10,7	98

### Boezem Zuidwest (locatie 3)

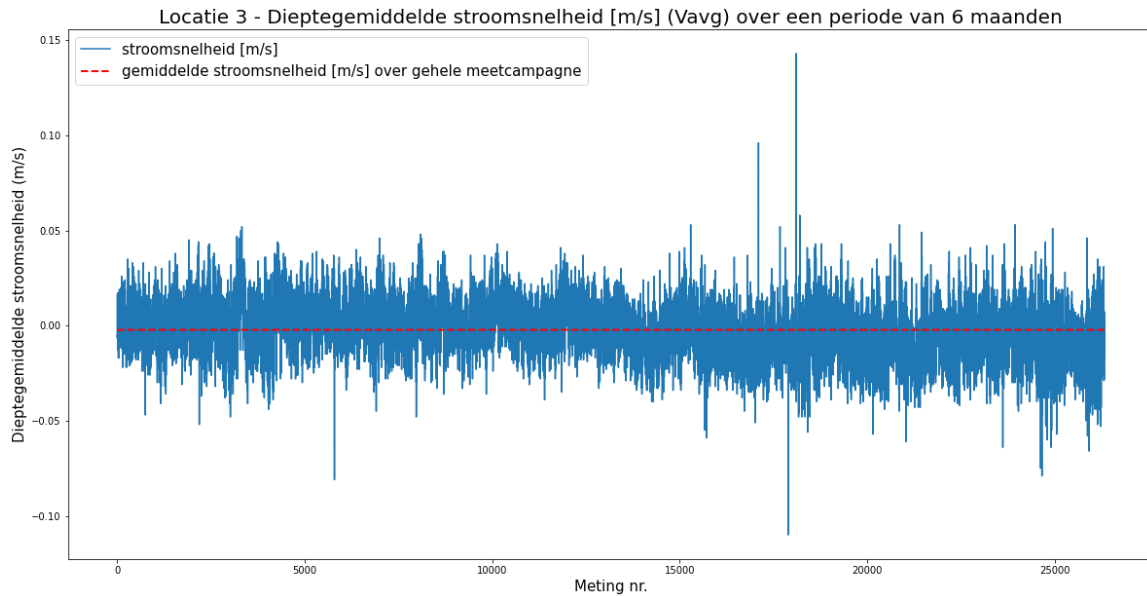
#### *Geregistreerde stroomsnelheden:*

De dieptegemiddelde stroomsnelheden bij locatie 3 voor de volledige meetperiode (6 maanden) zijn weergegeven in afbeelding 3.9. Een aantal zaken komen hieruit naar voren. De stroomsnelheid varieert tussen -0,11 m/s en 0,14 m/s en de gemiddelde stroomsnelheid is -0,002 m/s en daarom nagenoeg gelijk aan nul, dit is weergegeven met de rode stippellijn.

De belangrijkste gegevens zijn samengevat in tabel 3.8.



Afbeelding 3.9 Geregisteerde dieptegemiddelde stroomsnelheden bij locatie 3



Tabel 3.8 Gegevens dieptegemiddelde stroomsnelheid voor locatie 3 (boezem west)

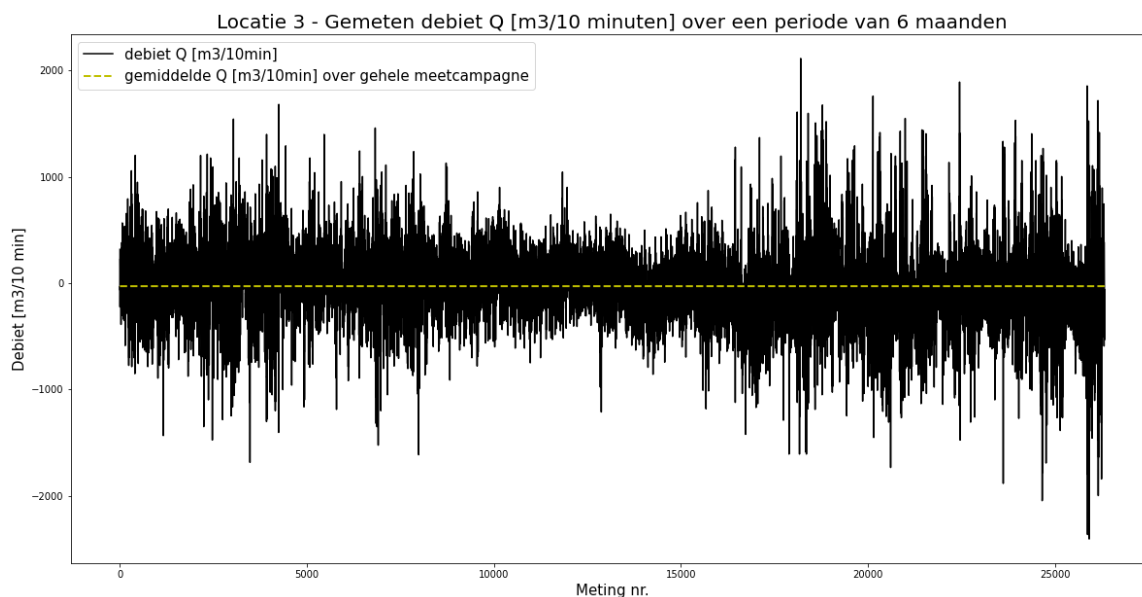
Maximale stroomsnelheid in positieve richting [m/s]	Maximale stroomsnelheid in negatieve richting [m/s]	Gemiddelde stroomsnelheid over meetperiode [m/s]	Standaarddeviatie van stroomsnelheid [m/s]
0,143	-0,11	-0,002	0,014

*Geregisteerde debieten:*

Het debiet varieert tussen de 2.112 m<sup>3</sup>/10 min (uitstroming Zegerplas) en -2.406 m<sup>3</sup>/10 min (instroming Zegerplas). Het gemiddelde debiet is weergegeven met de gele stippellijn en bedraagt -29,25 m<sup>3</sup>/10 min. De amplitude van de fluctuaties zijn groter in de 2<sup>e</sup> helft van de meetperiode

De belangrijkste gegevens zijn samengevat in tabel 3.9.

Afbeelding 3.10 Debieten in m<sup>3</sup>/10 minuten berekend op basis van uitgevoerde metingen bij locatie 3



Tabel 3.9 Debietgegevens voor locatie 3 (boezem zuidwest) in m<sup>3</sup> per 10 minuten

Maximale debiet in positieve richting [m <sup>3</sup> /10 min]	Maximale debiet in negatieve richting [m <sup>3</sup> /10 min]	Gemiddelde debiet over meetperiode [m <sup>3</sup> /10 min]	Standaarddeviatie van debiet [m <sup>3</sup> /10 min]
2.112	-2.406	-29,25	322,2

### 3.3 Vergelijking van waterbalansen

Deze paragraaf vergelijkt de netto jaarlijkse debieten van de waterbalans uit 2014 met de waterbalans die is opgesteld op basis van metingen uitgevoerd door Nortek (2022). Gecontroleerd wordt of de recente metingen van stroomsnelheden en debieten (voor locaties 1, 2 en 3 in de Zegerplas) corresponderen met opgemaakte waterbalans van het watersysteem die volgt uit eerder onderzoek van hoogheemraadschap Rijnland (zie paragraaf 3.1).

De resultaten zijn weergegeven in tabel 3.10, tabel 3.11 en tabel 3.12 voor respectievelijk locaties 1, 2 en 3.

Tabel 3.10 Vergelijking van de optredende debieten: waterbalans (2014) en metingen Nortek (2022) - Locatie 1

Locatie 1	Waterbalans Rijnland (2014)	Metingen Nortek (2022)	% afwijking
Q-instroom [miljoen m <sup>3</sup> /jaar]	-13,81	-37,58	272,1
Q-uitstroom [miljoen m <sup>3</sup> /jaar]	7,95	31,76	399,5
netto resultaat Q [miljoen m <sup>3</sup> /jaar]	-5,85 (instroom)	-5,82 (instroom)	0,5

Tabel 3.11 Vergelijking van de optredende debieten: waterbalans (2014) en metingen Nortek (2022) - Locatie 2

Locatie 2	Waterbalans Rijnland (2014)	Metingen Nortek (2022)	% afwijking
Q-instroom [miljoen m <sup>3</sup> /jaar]	2,21	1,72	22,2
Q-uitstroom [miljoen m <sup>3</sup> /jaar]	-5,76	-2,28	60,4
netto resultaat Q [miljoen m <sup>3</sup> /jaar]	-3,55 (uitstroom)	-0,56 (uitstroom)	84,2

Tabel 3.12 Vergelijking van de optredende debieten: waterbalans (2014) en metingen Nortek (2022) - Locatie 3

Locatie 3	Waterbalans Rijnland (2014)	Metingen Nortek (2022)	% afwijking
Q-instroom [miljoen m <sup>3</sup> /jaar]	-3,14	-7,05	224,5
Q-uitstroom [miljoen m <sup>3</sup> /jaar]	6,17	5,51	10,7
netto resultaat Q [miljoen m <sup>3</sup> /jaar]	3,02 (uitstroom)	-1,54 (instroom)	150,3

Op basis van de vergelijking zijn grote afwijkingen zichtbaar. Alleen de jaarlijkse netto debieten voor locatie 1 komen overeen. Echter zijn ook hier grote verschillen zichtbaar voor de instroom- en uitstroomhoeveelheden. De waterbalans die opgesteld is door hoogheemraadschap Rijnland en de waterbalans gebaseerd op de metingen van Nortek komen derhalve (in grote lijnen) niet met elkaar overeen. Om deze reden zijn de waterbalansen afzonderlijk beschouwd in paragraaf 5.5 om tot een conclusie te komen over de beoogde afsluitingsmaatregelen.

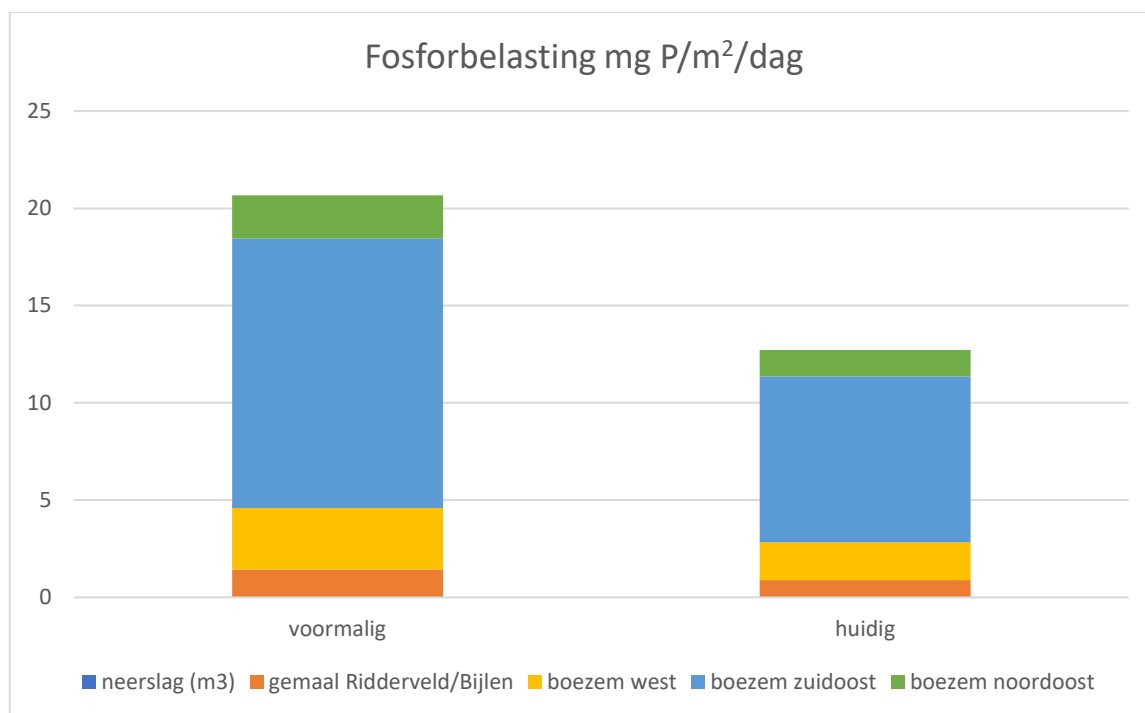
Een mogelijke verklaring voor de optredende verschillen in de waterbalans is dat de waterbalans uit 2014 opgesteld is op basis van data over meerdere jaren. Voor de recent opgestelde waterbalans (2022) is dit niet het geval, aangezien deze is gebaseerd op meetdata over een periode van 6 maanden.

### 3.4 Fosforbelasting

Op basis van de gemiddelde instroming per dag in huidige situatie (gebaseerd op de modellering met Sobek voor het jaar 2011) is ook de fosfor(P-)belasting van de plas berekend. Dat is gedaan op basis van de fosforconcentraties in de boezem over de periode 2000 tot en met 2011 (gemiddeld 0,26 mg P/l in het instromende boezemwater, zie kader hieronder en bijlage I) en voor de huidige concentraties (gemiddeld 0,16 mg P/l over de laatste 5 jaar). Voor de situatie in 2011 wordt zodoende een P-belasting berekend van ruim 20 mg P/m<sup>2</sup>/d. Door een afname van de P-concentratie in de boezem is de P-belasting inmiddels gedaald tot nog circa 13 mg P/m<sup>2</sup>/d. Dat is alsnog een erg hoge fosforbelasting: de toelaatbare P-belasting bedraagt namelijk circa 1 mg P/m<sup>2</sup>/d (zie kader 'toelaatbare P-belasting').



Afbeelding 3.11 Fosforbelasting in mg P/m<sup>2</sup>/dag op basis van de P-concentraties 2000 tot en met 2011 (links, de voormalige situatie) en op basis van de P-concentratie over de laatste 5 jaar (rechts, huidige situatie)



#### Ontwikkeling P-concentraties in het boezemwater rondom de Zegerplas

De concentratie fosfor totaal in de plas varieert tussen 0,10 (winter) en 0,18 mg (zomer) P/l (RO371). Tussen 2000 en 2021 is er behalve een toename rond 2008 en een geringe verlaging vanaf 2018 geen sterke trend zichtbaar in de concentratie fosfor totaal. Het water van de boezem (Aarkanaal, Oude Rijn) vertoont daarentegen over de afgelopen 20 jaar een structurele daling. Dit betreft de volgende 4 meetpunten (zie ook de afbeelding hieronder, kaart met locaties is terug te vinden in bijlage I):

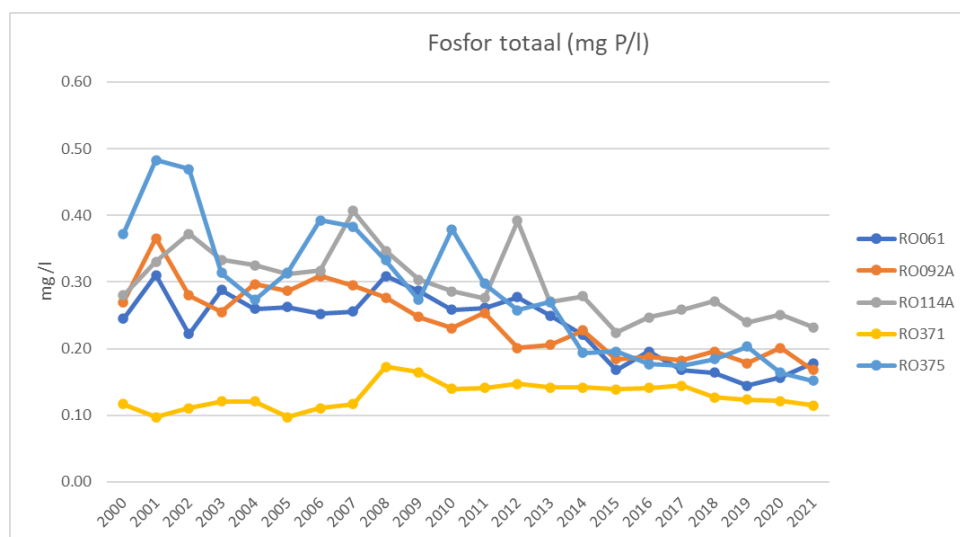
- Aarkanaal ten noordoosten van de plas (RO061): 0,15 à 0,20 mg P/l. Vermoedelijk van grote invloed op de instroming in de plas (zie tekst hieronder);
- Aarkanaal ten zuidwesten (RO114A): rond 0,25 mg P/l. Een stuk hoger maar vermoedelijk weinig invloed op de plas;
- Oude Rijn ten zuidoosten (RO375): rond 0,20 mg P/l. Vermoedelijk weinig invloed op de plas;
- Oude Rijn ten westen (RO092A): 0,15 à 0,20 mg P/l.

Volgens de watersysteembeheerder de heer R. Kraan (Robert) is de stroomrichting in het Aarkanaal in de zomer grofweg van zuid naar noord. Er wordt dan namelijk water ingelaten vanuit de Hollandse IJssel de Gouwe op (persoonlijke mededeling tijdens veldbezoek, 13 december 2021). Dit inlaatwater stroomt vanaf daar in noordelijke richting door het gebied. Tegelijk is er in de zomer doorgaans ook nog afvoer van de Oude Rijn. Op de kruising Oude Rijn - Aarkanaal is dan dus naar verwachting aanvoer vanuit het zuiden (bevat hoogste fosforconcentraties) en oosten uit de Oude Rijn. De mengconcentratie voor fosfor zal in orde van grootte 0,2 mg P/l liggen. Op die momenten is de instroming in de plas vermoedelijk relatief beperkt want dan is er geen kortsluiting via de plas (die wordt immers veroorzaakt in een afvoersituatie door het trekken van gemaal Katwijk). In de winter is de stroomrichting langs de plas vanuit noordelijke richting (door afvoer van polders op het kanaal noordelijker in het gebied). Op die momenten kan de kortsluiting optreden. Het water dat dan de plas instroomt, bevat gemiddeld 0,16 mg P/l (meetpunt RO061 in de winter over afgelopen 5 jaar). Deze concentratie is gebruikt voor het berekenen van de P-belasting op de plas vanuit de boezem.

NB. Bij de berekening van externe fosforbelasting in 2011 zal uitgegaan zijn van hogere fosforconcentraties in het inlaatwater omdat de boezem toen nog nutriëntrijker was (RO061 gemiddeld 0,26 mg P/l, winterhalfjaar 2000 tot en met 2011).

De afvoerende polder (Ridderveld/De Bijlen) bevat vermoedelijk meer fosfor dan de boezem (volgens metingen uit 2006, geen recente metingen beschikbaar). Bij gebrek aan metingen gaan we uit van gelijke concentraties als in de boezem.

Afbeelding 3.12 Jaargemiddelde concentraties fosfortotaal (mg P/l) in de plas (gele lijn) en in de omliggende boezemwateren











#### Toelaatbare P-belasting

De toelaatbare (of kritische) P-belasting voor diepe plassen, dat wil zeggen de P-belasting waarboven een slechte waterkwaliteit met veel algenbloei te verwachten is, wordt bepaald door de diepte in relatie tot de verblijftijd (zie STOWA 2010, 'Een heldere kijk op diepe plassen'). De Zegerplas heeft een gemiddelde diepte van 18 m en een gemiddelde verblijftijd van 0,67 jaar (8 maanden). Dat geeft een toelaatbare belasting van 1,0 mg P/m/d.

## 4 EFFECTEN OP AQUATISCHE WATERKWALITEIT

Om te beoordelen welke effecten het (deels) isoleren van de Zegerplas heeft op de ecologische kwaliteit van de plas zijn de voor- en nadelen verkend. Dit is gedaan aan de hand van de Ecologische sleutelfactoren (ESF). In tabel 3.1 zijn per ESF de voor- en nadelen gegeven. De tabel geeft ook aan welke ESF's in de huidige situatie een knelpunt vormen. Onder de tabel is per sleutelfactor uitgebreider opgeschreven wat de voor- of nadelen zijn. Het hoofdstuk eindigt met een eindbeschouwing op deze maatregel.

Tabel 3.1 Voordelen en nadelen van het (deels) isoleren van de Zegerplas vanuit de ecologische sleutelfactoren gezien. Ook is de huidige beoordeling van de ESF's, zoals in het gebiedsdocument (Zegerplas Gebiedsdocument KRW3, Rijnland 2021, CORSA-nummer 19.098325) vast gesteld is, te zien. Rood = niet op orde, groen = op orde en grijs = onvoldoende inzicht/gegevens beschikbaar om een oordeel te vellen

Ecologische Sleutelfactor	Huidige beoordeling ESF	Voordelen of kansen	Nadelen of risico's
ESF1 - productiviteit water		verlaging nutriëntenbelasting	langere verblijftijd (leidt tot halvering van de toelaatbare P-belasting)
ESF2 - lichtklimaat		verminderde instroom troebel boezem- of polderwater	n.v.t.
ESF3 - productiviteit bodem		afname opbouw P-voorraad in bodem	n.v.t.
ESF4 - habitatgeschiktheid		n.v.t.	verlies habitat (Gekanaliseerde Kromme Aar)
ESF5 - verspreiding		n.v.t.	verlaging uitwisseling/ minder open verbinding waardoor minder kans op verspreiding van soorten
ESF6 - verwijdering		n.v.t.	n.v.t.
ESF7 - organische belasting		verlaging organische belasting	n.v.t.
ESF8 - toxiciteit		verlaging instroom boezem- of polderwater	n.v.t.

#### *ESF1 - productiviteit water*

Door het (deels) isoleren van de Zegerplas wordt de instroom van gebiedsvreemd water kleiner. Hiermee neemt ook de externe nutriëntenbelasting af. Dit kan door de opening naar het Aarkanaal zo klein mogelijk te maken en door het afsluiten van de (Gekanaliseerde) Kromme Aar. In de huidige situatie van de plas wordt niet al het biologisch beschikbare fosfor gebruikt door primaire producten zoals algen. De afname van de externe nutriëntenbelasting door het uitvoeren van deze maatregel zal daardoor wellicht niet zichtbaar zijn in de hoeveelheid algen of in de fosforconcentratie. Dat neemt niet weg dat het gunstig is dat de externe fosforbelasting wordt verlaagd. In de huidige situatie vormt deze ESF immers een knelpunt voor een goede ecologische toestand. In het streven naar een verbetering van de waterkwaliteit is het daarom essentieel dat de externe fosforbelasting zo ver als mogelijk verlaagd wordt.

Door verminderde instroom loopt de verblijftijd van het water in de plas op. Dat leidt tot een afname van de toelaatbare P-belasting. Er wordt geen direct effect verwacht op de algenbloei in de plas, aangezien de verblijftijd in de huidige situatie al dusdanig lang is (8 maanden) dat dit van beperkte invloed is op de algenbloei.

#### *ESF2- lichtklimaat*

Door (deels) isoleren van de plas vermindert de instroom van troebel boezem- en polderwater. Het aandeel boezem- en polderwater in de plas zal afnemen ten gunste van het aandeel neerslag. Door het isoleren stroomt minder zwevend stof mee de plas in en zal het lichtklimaat verbeteren ten opzichte van de huidige situatie.

Voor deze sleutelfactor voorzien wij door het uitvoeren van de maatregel geen nadelen of risico's.

### *ESF3 - productiviteit bodem*

In de huidige situatie is te zien dat het inlaatwater hogere fosforconcentraties heeft dan de plas zelf. Ondanks de jarenlange zeer hoge externe fosforbelasting stijgt de fosforconcentratie in de plas niet, maar daalt eerder. Dit doet sterk vermoeden dat de een aanzienlijk deel van de externe P-belasting niet in het voedselweb terecht komt, maar bezinkt en daarmee de bodem aan het opladen is. Deze nutriënten lijken nu nog niet vrij te komen, maar het risico bestaat dat dit op den duur wel gaat gebeuren met een verslechtering van de waterkwaliteit tot gevolg. Door vermindering van de externe nutriëntenbelasting (ESF1) komen er minder nutriënten de plas binnen waardoor ook het opladen van de bodem afneemt. In dit licht is de voorgenoemde maatregel erg belangrijk, namelijk om het risico op het vrijkomen van het fosfor uit de bodem te verkleinen.

Voor deze sleutelfactor voorzien wij door het uitvoeren van de maatregel geen nadelen of risico's.

### *ESF4 - habitatgeschiktheid*

De (Gekanaliseerde) Kromme Aar fungeert vanwege de ondiepte mogelijk als paai- en opgroeihabitat voor vissen en andere waterdiertjes uit de plas. Door de (Gekanaliseerde) Kromme Aar aan de zijde van de plas hermetisch af te sluiten, is dit habitat niet langer bereikbaar voor fauna uit de plas. Dat kan negatieve effecten hebben op de KRW-beoordeling van macrofauna en vissen. Dit risico kan verkleint worden door de afsluiting aan het andere uiteinde van de (Gekanaliseerde) Kromme Aar te realiseren (dat is echter minder gunstig voor ESF1, want dan wordt het percentage isolatie kleiner). Een andere optie is om de afsluiting niet hermetisch dicht te maken maar een kleine opening te behouden (in wat voor vorm dan ook, zolang dit maar passeerbaar is voor vissen en macrofauna).

Voor deze sleutelfactor voorzien wij geen voordelen door het uitvoeren van de maatregel. De habitatgeschiktheid blijft dus een knelpunt. Dit is vooral te wijten aan een gebrek aan ondergedoken waterplanten, drijfbladplanten en emerse vegetatie.

### *ESF5 - verspreiding*

Door verlaging van de uitwisseling tussen de boezem en de Zegerplas vermindert de kans op verspreiding van soorten. Wij verwachten dat dit een klein tot verwaarloosbaar risico is. De plas blijft immers wel in verbinding, enkel in mindere mate. Om dit risico zo klein mogelijk te maken is het van belang dat de afsluiting met de boezem passeerbaar is voor vis en macrofauna.

Voor deze sleutelfactor voorzien wij geen voordelen door het uitvoeren van de maatregel.

### *ESF6 - verwijdering*

Deze maatregel heeft geen effect op de ecologische sleutelfactor 'verwijdering'. Er wordt met deze maatregel niet gemaaid of gebaggerd.

### *ESF7 - organische belasting*

Door verlaging van de uitwisseling met de boezem vermindert de instroom van organische stoffen vanuit de boezem. Het betreft uiteenlopende bronnen als overstortingen, lekkage bij kassencomplexen, RWZI-lozingen, hondenpoep of ingewaaid blad op het boezemwater of uitslaande polders. Door minder instroom van organisch materiaal is er een kleinere kans op zuurstofloosheid in de plas, doordat er zuurstof nodig is voor het afbreken van de organische stoffen in het watersysteem. Dit kan resulteren in het sterven van organismen die afhankelijk zijn van zuurstof in het water zoals vissen maar ook in het groeien van bepaalde bacteriën die giftige stoffen produceren. NB. Dit is een vrij theoretisch effect; in de praktijk is zuurstofloosheid geen issue in de Zegerplas.

Voor deze sleutelfactor voorzien wij door het uitvoeren van de maatregel geen nadelen of risico's.

### *ESF8 - toxiciteit*

De normen voor chemische verontreiniging worden thans overschreden. Door verlaging van de uitwisseling met de boezem vermindert de instroom van mogelijke RWZI en landbouw gerelateerde toxische stoffen

vanuit de boezem. Vanuit deze bronnen kunnen namelijk resten van bijvoorbeeld geneesmiddelen en bestrijdingsmiddelen in de plas terecht komen.

Voor deze sleutelfactor voorzien wij door het uitvoeren van de maatregel geen nadelen of risico's.

### Eindbeschouwing

Het (gedeeltelijk) isoleren van de plas is een belangrijke maatregel in het streven naar een verbetering van de waterkwaliteit. De mogelijke nadelen van deze maatregel voor de ecologie dienen tijdens de ontwerpfase geminimaliseerd te worden.

Door de plas (gedeeltelijk) te isoleren neemt de instroom van boezem- en polderwater af. Dat leidt tot een verlaging van de externe nutriëntenbelasting (ESF1), waardoor ook de bodem minder sterk zal opladen met nutriënten (ESF3). Verder neemt de instroom van organische belasting (ESF 7) en bovendien van toxische stoffen (ESF8) af. De verlaging van de externe nutriëntenbelasting is belangrijk in het streven naar een verbetering van de waterkwaliteit (en: verkleinen van het risico op een achteruitgang van de waterkwaliteit).

Tegelijkertijd neemt de habitatgeschiktheid (ESF4, thans al een knelpunt) en kans op verspreiding (ESF5) af door de isolatie van de plas. Door in de ontwerpfase rekening te houden met de knelpunten van deze 2 ecologische sleutelfactoren zijn deze nadelen echter wel te beperken in omvang. Door te zorgen dat kunstwerken passabel (verspreiding) zijn en de (Gekanaliseerde) Kromme Aar bereikbaar blijven als paai- en opgroeigebied (habitatgeschiktheid) zijn de risico's op een verslechtering van de ecologische waterkwaliteit verkleind. Wanneer deze 'nadelen zo goed mogelijk geminimaliseerd worden, dan vormt het verkleinen van de uitwisseling tussen de boezem en de plas geen groot risico voor de ecologische waterkwaliteit.

## 5 BENODIGDE TECHNISCHE INGREPEN OP HOOFDLIJNEN

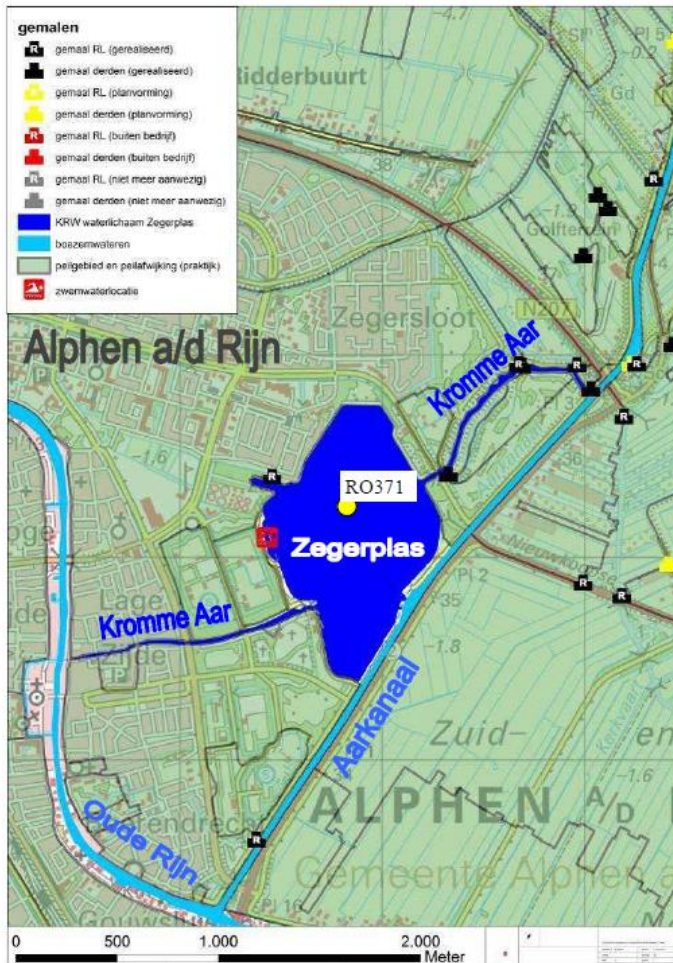
De Zegerplas is op een drietal locaties verbonden met andere waterlichamen:

- aan de zuidwestzijde middels de gekanaliseerde Aar met de Oude Rijn;
- aan de zuidoostzijde direct met het Aarkanaal;
- aan de noordwestzijde is het middels de Kromme Aar verbonden met het Aarkanaal.

Uitgangspunt is om alle 3 de verbindingen af te sluiten dan wel zo veel mogelijk te verkleinen en de isolatie van de Zegerplas dus te maximaliseren. De ontwerpen van de afsluitingen worden in dit hoofdstuk toegelicht en de ontwerptekeningen zijn in bijlage II opgenomen.



Afbeelding 5.1 Overzichtskaart Zegerplas



## 5.1 Afsluiten Kromme Aar aan zuidwestzijde van de Zegerplas

### 5.1.1 Algemeen

Via de gekanaliseerde Kromme Aar (zuidwestzijde) stroomt er meer water de Zegerplas uit, dan dat er binnen komt (zie waterbalans). Toch is afsluiting van deze aantakking van belang om de uitwisseling te verminderen. Hierbij dient rekening te worden gehouden met de volgende raakvlakken uit hoofdstuk 2:

- de Oosterbegraafplaats aan de Verlengde Aarkade is in de huidige situatie bereikbaar via de Kromme Aar per boot vanuit de Zegerplas; Dit moet mogelijk blijven vanwege uitvaarten via het water;
- diverse inlaten in de polder;
- potentieel habitat voor vissen en macrofauna;
- aan de Oude Rijn zijde kan de watergang worden afgesloten ten behoeve van ijsvorming;
- mogelijke kroosvorming/blauwalg;
- gemeente Alphen a/d Rijn heeft de ambitie om de Kromme Aar bevaarbaar te maken.

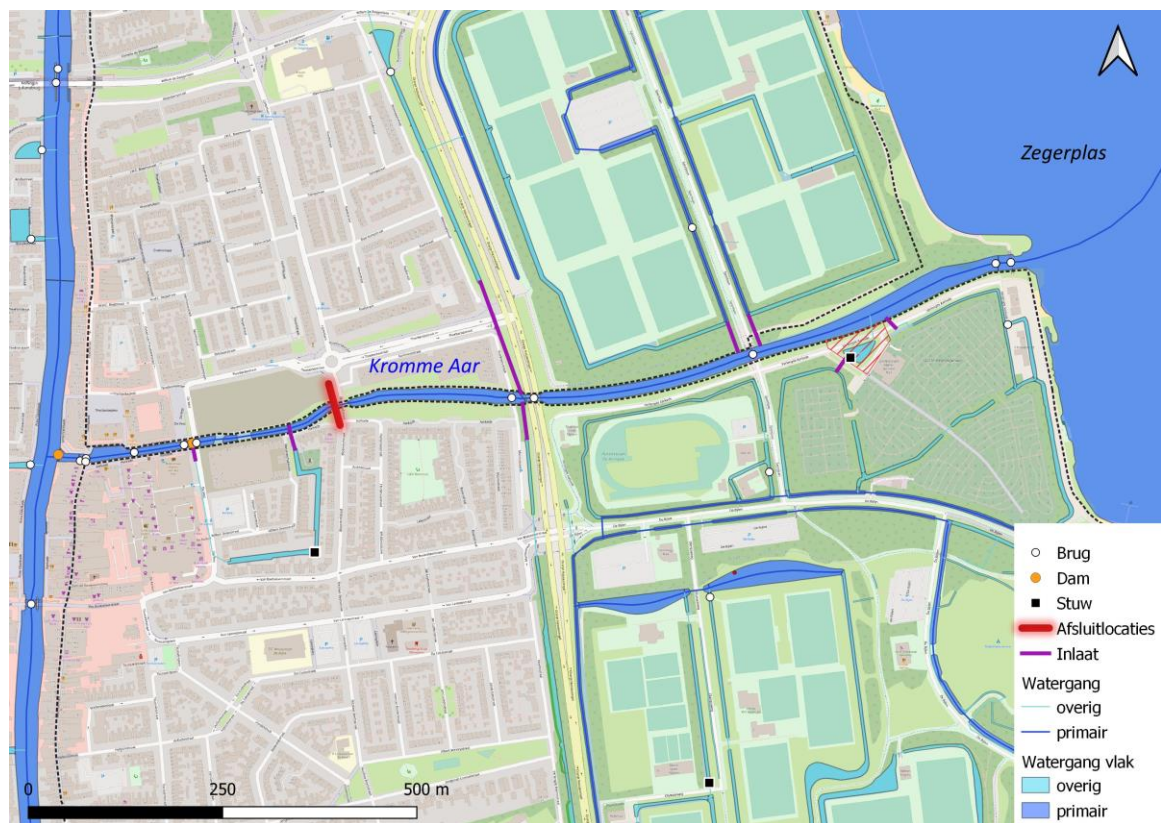
Rekening houdend met deze raakvlakken en de afweging tussen i) verlies van potentieel habitat en ii) de mate van Zegerplas in- en uitstroomvermindering wordt geadviseerd om deze aantakking op de Zegerplas af te sluiten. Uit gesprekken met de gebiedsbeheerder en de gemeente is gebleken dat er al een afsluitvoorziening in dit deel van de Kromme Aar aanwezig is. Deze is echter vele jaren niet gebruikt (zie foto in paragraaf 4.1.1). Aangezien de gemeente toekomstige plannen heeft voor de bevaarbaarheid, de fosfaatvermindering door de afsluiting in de praktijk nog aangetoond dient te worden en er op de kosten

bespaard kan worden; wordt geadviseerd om gebruik te maken van de huidige sponning en hier een passende afsluiter voor te ontwerpen.

Door gebruik te maken van deze locatie (zie onderstaande afbeelding) blijft de inlaat en bereikbaarheid van de begraafplaats (per boot) in stand. Aan beiden zijden van de afsluiting bevinden zich inlaten, hierdoor blijft er voldoende stroming in dit deel van de Kromme Aar en blijft het deel ten oosten van de afsluiting een aantrekkelijk habitatgebied behorende bij de Zegerplas (912 m van de Kromme Aar zuidwestzijde). En het deel ten westen van de afsluiting alleen bereikbaar vanaf de Oude Rijn (367 m van de Kromme Aar tussen afsluiting en Oude Rijn). De afsluiting op voorgestelde locatie zorgt voor een Zegerplas uitstroomvermindering van 70 % (4,33 miljoen m<sup>3</sup> minder per jaar) en een instroomvermindering van 100 % (3,14 miljoen m<sup>3</sup> minder per jaar).

Naast de bevindingen dat deze afsluitlocatie positief is voor i) het habitatgebied en ii) de in- en uitstroomvermindering van de plas, wordt ook kroosvorming en blauwalg tegengegaan door stroming in de Kromme Aar te behouden. De verblijftijd van het water in de Kromme Aar aan de Oude Rijn zijde van de afsluiting wordt 3,5 dag en aan de Zegerplaszijde 1,5 dag wanneer alle inlaten open staan. De grens voor kroosvorming en blauwalg is >20 dagen.

Afbeelding 5.2 Locatie afsluitbare duiker zuidwestzijde (rood)



### 5.1.2 Ontwerp afsluiter zuidwestzijde

Voor het afsluiten van de zuidwestelijke aantakking van de Kromme Aar wordt gebruikt gemaakt van de bestaande sponning bij de brug onder de Lijsterlaan (zie foto). Hier kan een uitneembaar houten schot in geplaatst worden met een breedte van circa 3,30 m en een hoogte van circa 1,5 m. De breedte is ingeschat op basis van een luchtfoto. De hoogte is aan de hand van de waterdiepte van 1 m, afkomstig uit de legger, bepaald. De gebiedsbeheerder geeft aan dat de damwand die bij deze constructie hoorde niet meer

beschikbaar is en er een nieuwe dient te worden aangeschaft. De nieuwe damwand dient 'Hufferproof' gemaakt te worden door er een balk met slot op te zetten. De beheerders van waterschap Rijnland zullen de damwand plaatsen en na een paar maanden zal worden beoordeeld of het voldoende afsluit.

Afbeelding 5.3 Foto sponning bij de Lijsterlaan (veldbezoek 18 augustus 2022)



### 5.1.3 KLIC-controle

Op basis van het ontwerp van de afsluiter wordt in eerste instantie geen conflict verwacht. Echter zijn er wel veel kabels en leidingen aanwezig in het gebied, dit is weergegeven in afbeelding 5.4. Voor de constructie van de afsluiter (damwandconstructie) wordt daarom geadviseerd om het ontwerp zorgvuldig in te passen en uit te voeren.



Afbeelding 5.4 Overzicht van kabels en leidingen nabij de beoogde afsluiter (rood)



## 5.2 Afsluiten Kromme Aar aan noordoostzijde van de Zegerplas

Zoals in hoofdstuk 2 is beschreven, wordt water door 4 verschillende gemalen naar de Kromme Aar gepompt. Dit gedeelte van de Kromme Aar staat aan de westzijde direct in verbinding met de Zegerplas en aan de oostzijde is een verbinding met behulp van een duiker met het Aarkanaal. Voorgesteld wordt om de Kromme Aar vlak bij het gemaal af te sluiten (zie afbeelding 4.3), vanwege i) potentieel habitatverlies en ii) vermindering van de Zegerplasinflux. Door deze locatie aan te houden blijft een deel van de Kromme Aar in verbinding met de Zegerplas en een deel waar het gemaal op loost staat in verbinding met het Aarkanaal. Hierdoor blijft er stroming in de watergang tussen de Zegerplas en het gemaal en blijft het habitatgebied (750 m van de Kromme Aar na afsluiting nog aangrenzend aan de Zegerplas) in tact. Dit betekent dat er nog wel enkele inlaten in verbinding met de Zegerplas zullen blijven staan. Deze debieten zijn echter minimaal, waardoor er geen grote water fluxen in- en uit de plas zullen stromen. Ook de in- en uitlaat hoeveelheden van de Coupepolder worden als verwaarloosbaar in de waterbalans ingeschat vanwege infiltratie en verdamping in de polder. De afsluitlocatie zorgt voor een influxvermindering van 100 % (2,2 miljoen m<sup>3</sup> minder per jaar) en een uitfluxvermindering van 92 % (5,32 miljoen m<sup>3</sup> minder per jaar).

Om het water van de gemalen (Ridderveld/de Bijlen en Polder Oudshoorn) af te kunnen voeren is berekend of de huidige duiker naar het Aarkanaal toe in de huidige situatie al voldoet. Kijkend naar het maximale debiet van de gemalen moet de nieuwe duiker een debiet van 0,89 m<sup>3</sup>/s af kunnen voeren. Hiervoor is een duiker van 1,60 x 2,00 m gewenst, rekening houdend met 0,2 m lucht en een maximale stroomsnelheid van 0,3 m/s. In de huidige situatie is de duiker 1,8 x 2 m, waardoor deze in de huidige situatie al geschikt is voor de nieuwe afvoeren.

Door de aanwezigheid van de gemalen en het behouden van een kleine aantakking van de boezem op de plas blijft er voldoende stroming in de Kromme Aar, waardoor kans op kroosvorming klein is. De verblijftijd van het water in de Kromme Aar tussen de plas en de afsluiting is 6 dagen en tussen de afsluiting en het Aarkanaal 1 dag.

Afbeelding 5.5 Locatie afsluiting Kromme Aar oostzijde (rode streep, rode rondje is locatie her te dimensioneren duiker)



### 5.2.1 Ontwerp afsluiter Kromme Aar noordoostzijde

Tijdens een veldbezoek op 18 augustus 2022 is beschouwd wat de meest geschikte locatie voor het afsluiten van de Kromme Aar is. Vanuit het team 'kadeverbetering' van waterschap Rijnland is een nieuwe kunststof (prolock) damwand aan de noordoever geplaatst nabij de bestaande wandel/fietsbrug, inlaat en het gemaal. Mogelijk kan de nieuwe afsluiting worden gekoppeld aan de locatie waar deze damwand eindigt. Voor nu wordt de damwand iets ten westen van de beëindiging van de deze damwand ontworpen. Het lijkt wenselijk om hier uiteindelijk wel op aan te sluiten.

Voorgesteld wordt om een houten damwand te plaatsen met een hoogte tot aan de waterlijn. In de damwand wordt een uitneembaar schot (3,5 m breed, 0,8 m diep) gemaakt, die de mogelijkheid biedt om met onderhoudsmaterieel of in geval van calamiteiten open gezet kan worden. Het uitneembare schot zal langs de noordelijke oever gerealiseerd worden, zodat beheer dit vanaf de noordelijke oever kan weghalen. De afbeelding en foto's hieronder tonen de locatie van de afsluiting, de nieuw geplaatste damwand aan de noordzijde en de dwarsdoorsnede van het ontwerp van de afsluitende damwand. De damwand sluit aan de noordelijke oever aan op bestaand talud (net ten westen van de kunststof damwand ten behoeve van het gemaal en de inlaat) en aan de zuidzijde op een houten beschoeiing. Geadviseerd wordt om een deel van de beschoeiing aan de zuidzijde te vervangen aangezien deze in verouderde staat verkeerd.

De lengte van de damwand is bepaald aan de hand van de overspanningsbreedte van de watergang en aansluiting op de bestaande beschoeiing aan de zuidzijde en minimaal 1,5 m in het talud aan de noordzijde. Daarnaast zijn de constructieve aspecten van het beoogde damwandontwerp bepaald en beschreven in bijlage III - Notitie Ontwerp Houten Damwand Oost.



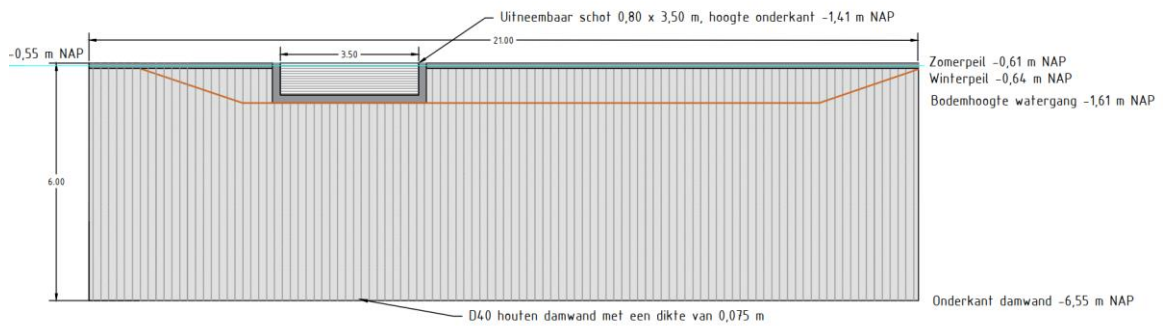
Afbeelding 5.6 Foto's veldbezoek en ontwerp afsluiting Kromme Aar noordoostzijde



Aansluiting noordzijde



Aansluiting westzijde





## 5.2.2 Controle kabels en leidingen

Op basis van het ontwerp van de afsluiter wordt geen conflict verwacht met kabels en leidingen. Er zit echter wel een drinkwaterleiding vlakbij de ontwerplocatie. Er moet nauwkeurig gewerkt worden om beschadigingen aan de drinkwaterleiding te voorkomen. Een overzicht van de situatie is weergegeven in afbeelding 5.7.

Afbeelding 5.7 Overzicht van kabels en leidingen nabij de beoogde afsluiter (rood)

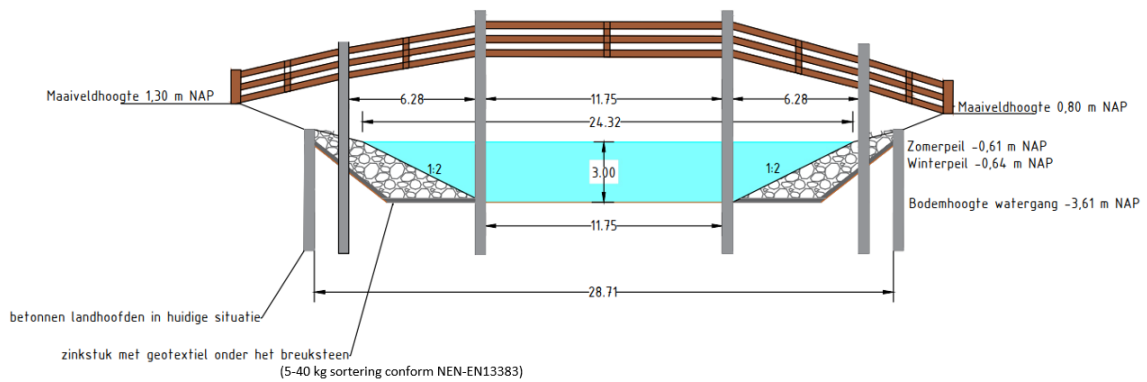


## 5.3 Afsluiten hoofdverbinding Aarkanaal-Zegerplas

De grootste wateraanvoer van de Zegerplas vindt plaats via de zuidoostelijke aantakking (Aarkanaal). De Zegerplas heeft een belangrijke bergende functie voor deze boezem. Om deze reden is het niet mogelijk om de gehele aantakking af te sluiten. Wel kan de huidige doorstroomopening verkleind worden, naar minimaal benodigde afmetingen. Om de bergende functie te vervullen moet er een debiet ingelaten kunnen worden van circa  $6 \text{ m}^3/\text{s}$ . Hier is een doorstroomoppervlakte van circa  $24 \text{ m}^2$  voor nodig. Het huidige doorstroomoppervlak is circa  $77 \text{ m}^2$ , er is dus een versmalling van 69 % nodig. Daarnaast moet het ook mogelijk blijven om scheepvaart van en naar de plas door te laten. Kijkend naar de doorvaarbaarheid en veiligheid is het niet mogelijk dit doorstroomoppervlak zo ver te verkleinen. Het minimale oppervlak zal  $50 \text{ m}^2$  bedragen (dit is een verkleining van 35 %). In paragraaf 4.4 is beschreven dat deze verkleining nog steeds een positief effect heeft op de instroomhoeveelheden van de plas.

Over de huidige aantakking loopt een voetgangersbrug (zie Afbeelding 5.8 Verkleinen doorstroomopening aansluiting zuidoostzijde tussen Zegerplas en Aarkanaal (ontwerptekening in bijlage II)) met een overspanning van circa 28 m. Om deze in stand te houden wordt geadviseerd om de aanliggende oevers te verbreden en de middelste overspanning van de brug (ruimte tussen 2 palen) te behouden. De palen aan de oeverzijden zullen verwerkt moeten worden in de kade. De instroomopening zal hierbij een breedte van 14,5 m op de waterlijn krijgen en een bodembreedte van 11,75 m bij een diepte van circa 3 m (diepte conform legger) en een talud van 1:2. Kijkend naar bereikbaarheid, kosten en uitvoerbaarheid wordt geadviseerd om de oevers aan te vullen met een standaard breuksteensortering 5-40 kg, conform NEN-EN 13383. Ook moeten er bij de stortstenen oevers waarschuwingsborden geplaatst worden om scheepvaart te waarschuwen.

Afbeelding 5.8 Verkleinen doorstroomopening aansluiting zuidoostzijde tussen Zegerplas en Aarkanaal (ontwerptekening in bijlage II)



### 5.3.1 Controle kabels en leidingen

Op basis van het ontwerp van de afsluiter wordt in eerste instantie geen conflict verwacht. In is de afwezigheid te zien van kabels en leidingen. De verkleining van de doorstroomopening zal dus geen conflicten veroorzaken met kabels en leidingen in de omgeving.

Afbeelding 5.9 Geen kabels en leidingen zichtbaar bij de zuidoostelijke boezem



## 5.4 Overige maatregelen in de Zegerplas

Afgezien van de maatregelen om de fosforniveaus in de Zegerplas te reduceren, zijn een aantal ingrepen bedacht om ecologische meerwaarde te creëren in de Zegerplas. Dit omvat het volgende: palenrif: aan de westzijde van de Zegerplas is een palenrif met golfbreker voorzien. Het palenrif is ter stimulatie van de biodiversiteit. Tussen het palenrif wordt een vlechtstructuur gespannen waarop kokosmatten gelegd worden. Er ontstaat een half drijvend eiland met waterplanten. Omdat de planten door kokosmatten groeien zullen de wortels van deze planten in het water hangen. Op deze manier ontstaat een vanaf de kant zichtbare en gevarieerde biodiversiteit. De golfbreker zorgt dat golfenergie wordt gedempt voordat deze het palenrif bereiken. De constructie is een exacte kopie van het reeds bestaande palenrif in de Zegerplas. Onderstaande afbeeldingen geven respectievelijk de locatie van het nieuwe palenrif op de Zegerplas en de hoofdafmetingen van de constructies.

Schaikmatten: aan de oostzijde van de Zegerplas zijn Schaikmatten voorzien langs de oever. Schaikmatten zijn matten van wilgentenen die op de ondiepe bodem worden geplaatst. Het beoogde doel is om hier de rietontwikkeling en lisdoddegroei te stimuleren. Er wordt tevens robuuste vraatbescherming toegepast als additionele maatregel. De schaikmatten worden over een lengte van twee maal 50 m toegepast met een breedte van 5 m.

De tekeningen voor deze ontwerpen zijn terug te vinden in de bijlage. Tevens is gecheckt of er conflicten zijn met kabels en leidingen maar dit blijkt niet het geval te zijn.

## 5.5 Concluderend

### 5.5.1 Effecten voor de plas

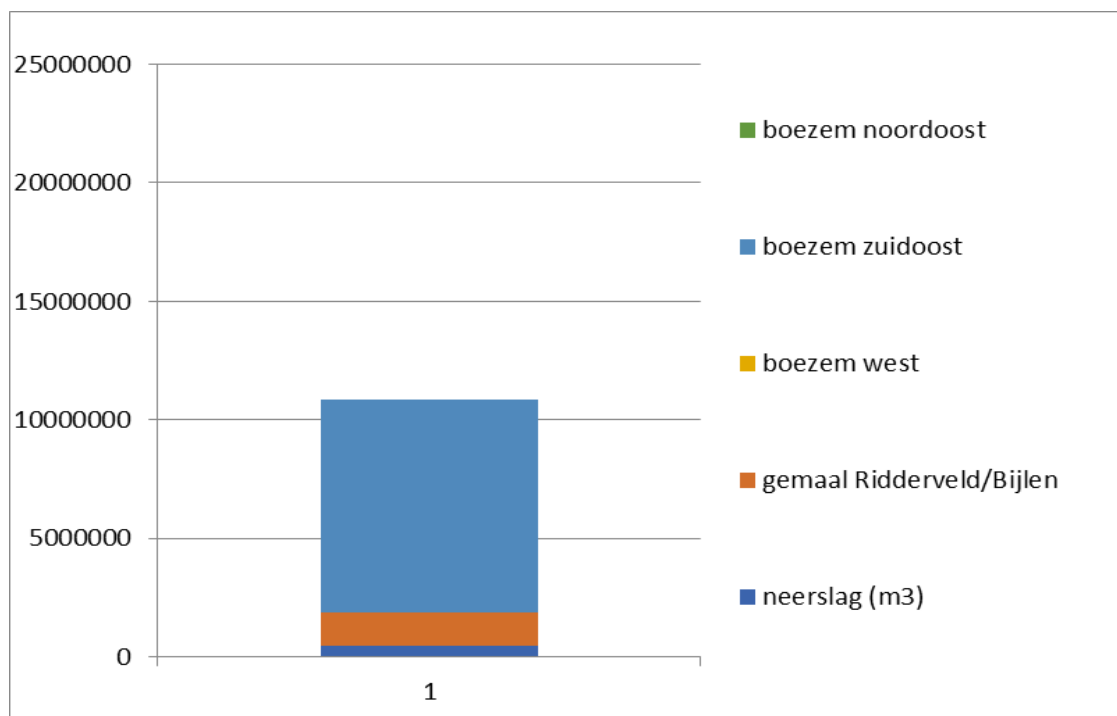
#### Op basis van de watersysteemanalyse door hoogheemraadschap Rijnland

Door het afsluiten van de aantakking van de boezemwatergangen op de Zegerplas zullen de in- en uitstroomhoeveelheden afnemen. De totale instroming naar de plas neemt af van 21,0 miljoen m<sup>3</sup>/j huidig naar 10,84 miljoen m<sup>3</sup>/j door het afsluiten van de Kromme Aar ('boezem noordoost' en 'boezem west') en het knippen van de directe instroming vanuit het Aarkanaal ('boezem zuidoost') (afbeelding 5.10). Hierdoor zal de verblijftijd oplopen van 0,67 jaar (huidig) naar ruim 1,5 jaar. Door de sterk verminderde instroming neemt de fosforbelasting van de plas sterk af; van 12,7 mg P/m<sup>2</sup>/d (huidig) naar 6,7 mg P/m<sup>2</sup>/d (afbeelding 5.12) Door de toename van de verblijftijd neemt echter de toelaatbare P-belasting ook iets af: deze daalt van 1,0 naar 0,5 mg P/m<sup>2</sup>/d.

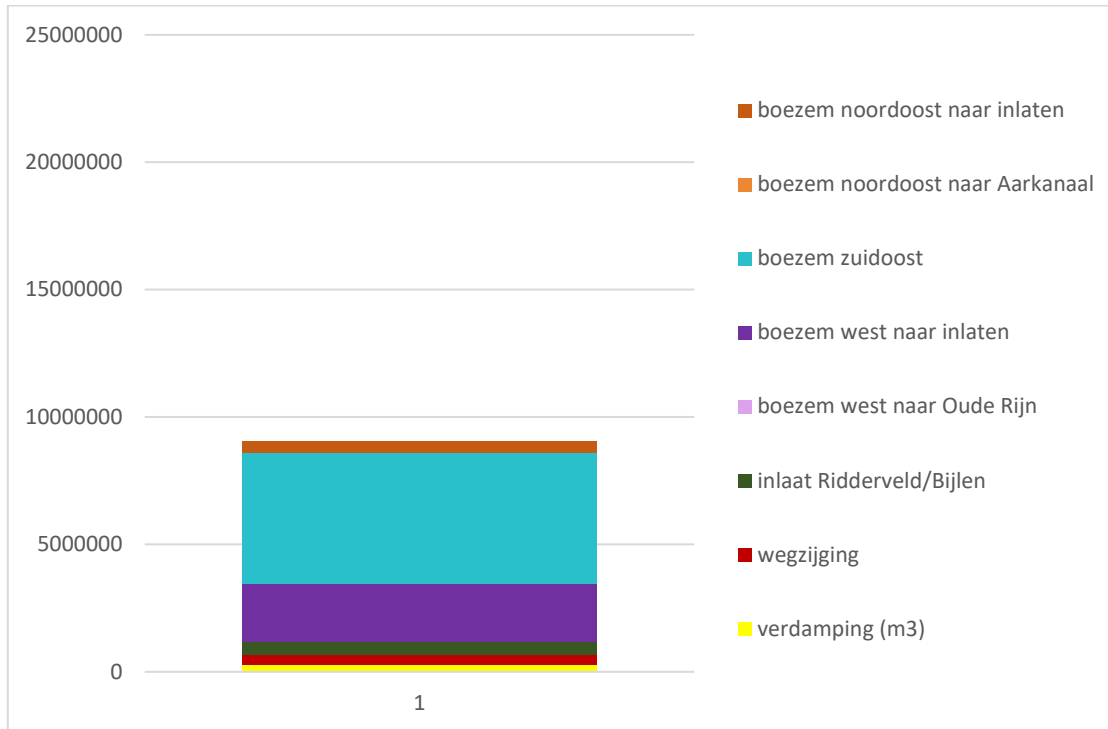
Met de nu voorziene afsluiting daalt de P-belasting van de Zegerplas substantieel. Echter blijft de P-belasting van de plas (ruim) boven de toelaatbare P-belasting liggen. Dat betekent dat door deze maatregel alleen de waterkwaliteit niet zal 'omslaan' naar een situatie zonder algenbloei. Desalniettemin is het gedeeltelijk isoleren een belangrijke maatregel, enerzijds om de te voorkomen dat de waterkwaliteit verder verslechterd (als gevolg van de hoge P-belasting in de huidige situatie) en anderzijds om het effect van andere maatregel te doen vergroten. Het gedeeltelijk isoleren geeft de plas een betere uitgangssituatie voor het behalen van de gestelde doelen voor de KRW.

Met de nu voorziene afsluiting neemt de instroomflux af met 48 % en de uitstroomflux met 56 %. NB. Deze hoeveelheden kunnen nog toe- of afnemen wanneer er toch andere afsluitlocaties worden gekozen: dit geldt voor de gemarkeerde posten in onderstaande afbeeldingen. De verwachting is dat er ook grote fluxen zijn als gevolg van wind/opstuwing en temperatuurverschil (zomer). Hier is in dit rapport echter geen rekening mee gehouden, inschatting is reductie opstuwing 0 %, temperatuurflux <35 % (breedte opening van 25 m naar 24,3 m).

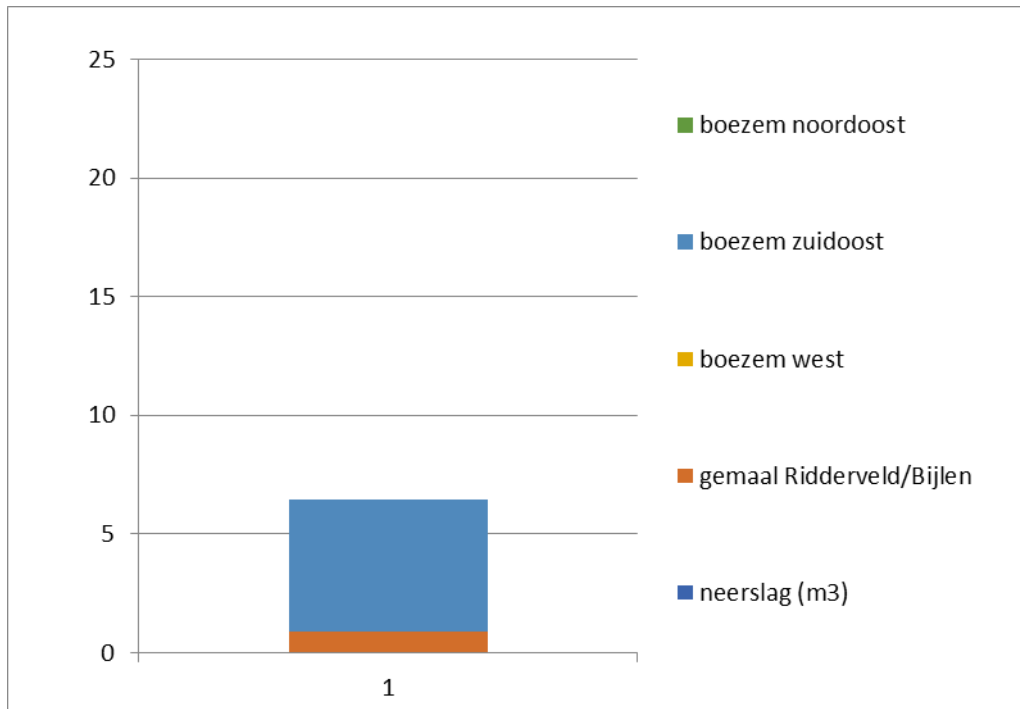
Afbeelding 5.10 Instroomhoeveelheden toekomstige situatie in m<sup>3</sup>/jaar



Afbeelding 5.11 Uitstroomhoeveelheden toekomstige situatie in m<sup>3</sup>/jaar



Afbeelding 5.12 Fosforbelasting in mg P/m<sup>2</sup>/dag op basis van de instroming in toekomstige situatie en de huidige P-concentratie (0,16 mg P/l gemiddeld)

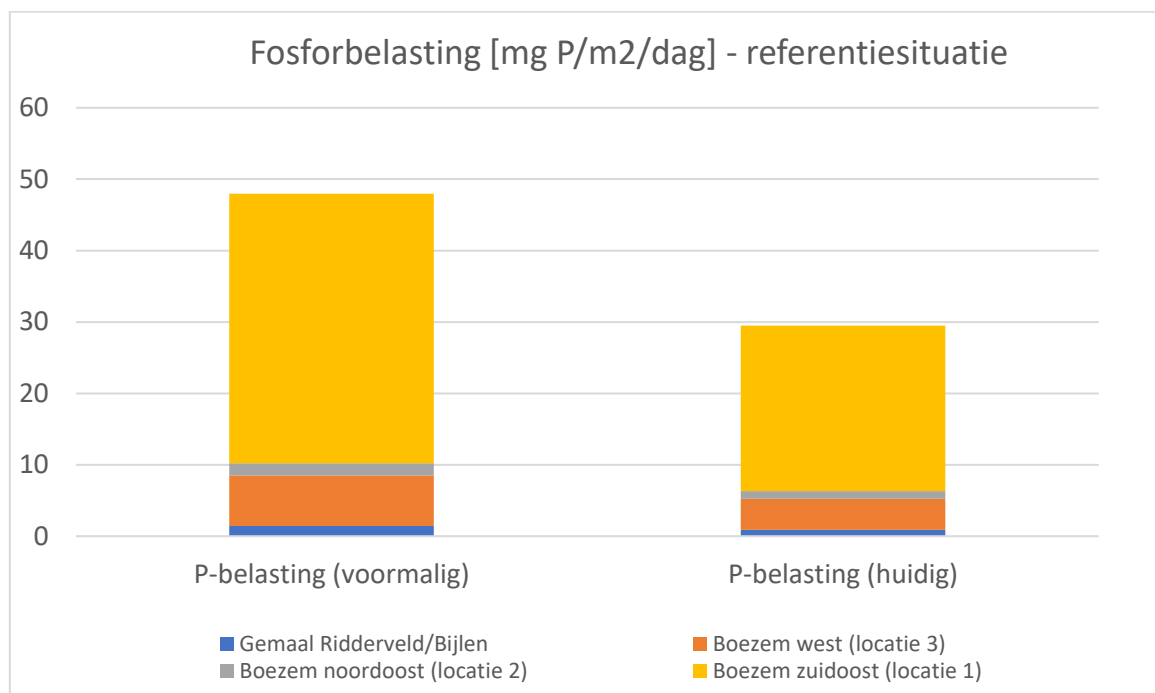


### Op basis van recente metingen van Nortek (2022)

De fosforbelasting van de Zegerplas is weergegeven in afbeelding 5.13 voor de referentiesituatie zonder afsluitende maatregelen van de boezems. Hierbij zijn de fosforbelastingen weergegeven op basis van de gemiddelde fosforconcentraties 0,26 mg P/l en 0,16 mg P/l voor respectievelijk de periodes 2001-2011 (voormalig) en de afgelopen 5 jaar (huidig). De gemeten fosforconcentraties in de boezems zijn gemiddeld afgenomen van 0,26 mg P/l naar 0,16 mg P/l. Voor de referentiesituatie bedraagt de fosforbelasting 47,9 mg P/m<sup>2</sup>/dag (op basis van de fosforconcentratie 0,26 mg P/l) en 29,5 mg P/m<sup>2</sup>/dag (op basis van de fosforconcentratie 0,16 mg P/l).

De verblijftijd in jaren is gedefinieerd als het totale jaarlijkse inkomende debiet gedeeld door het volume van de plas ( $Q_{in}/V$ ). Met  $Q_{in}$  gelijk aan  $47,8 \cdot 10^6$  m<sup>3</sup> (zie paragraaf 4.3.4) en het volume van de plas  $12,8 \cdot 10^6$  m<sup>3</sup> volgt een verblijftijd van 0,27 jaar. De bijbehorende toelaatbare P-belasting bedraagt in dit geval 2,11 mg P/m<sup>2</sup>/dag. De definities voor verblijftijd en de bijbehorende toelaatbare P-belasting volgen uit het kennisdocument diepe meren en plassen van STOWA uit 2010 [ref. 3].

Afbeelding 5.13 Fosforbelasting voor de referentiesituatie (zonder afsluitingen van de boezems)



Tevens is de fosforbelasting bepaald voor situatie met afsluitende maatregelen. Dit is weergegeven in afbeelding 5.14 voor de gemiddelde fosforconcentraties in de periode 2011-2011 (voormalig) en de afgelopen 5 jaar (huidig). De gemiddelde fosforconcentraties zijn respectievelijk 0,26 mg P/l en 0,16 mg P/l. Dit resulteert in de berekende fosforbelastingen 25,9 mg P/m<sup>2</sup>/dag (voormalig) en 16 mg P/m<sup>2</sup>/dag (huidig). Met de afsluitingen van de boezems zal de fosforbelasting afnemen met 46 % ten opzichte van de referentiesituatie (zonder afsluitingen). De inkomende debieten (aanvoer) zijn gereduceerd hetgeen leidt tot een langere verblijftijd, namelijk 0,5 jaar. Het gevolg hiervan is een reductie in toelaatbare P-belasting van 2,11 naar 1,27 mg/m<sup>2</sup>/dag.

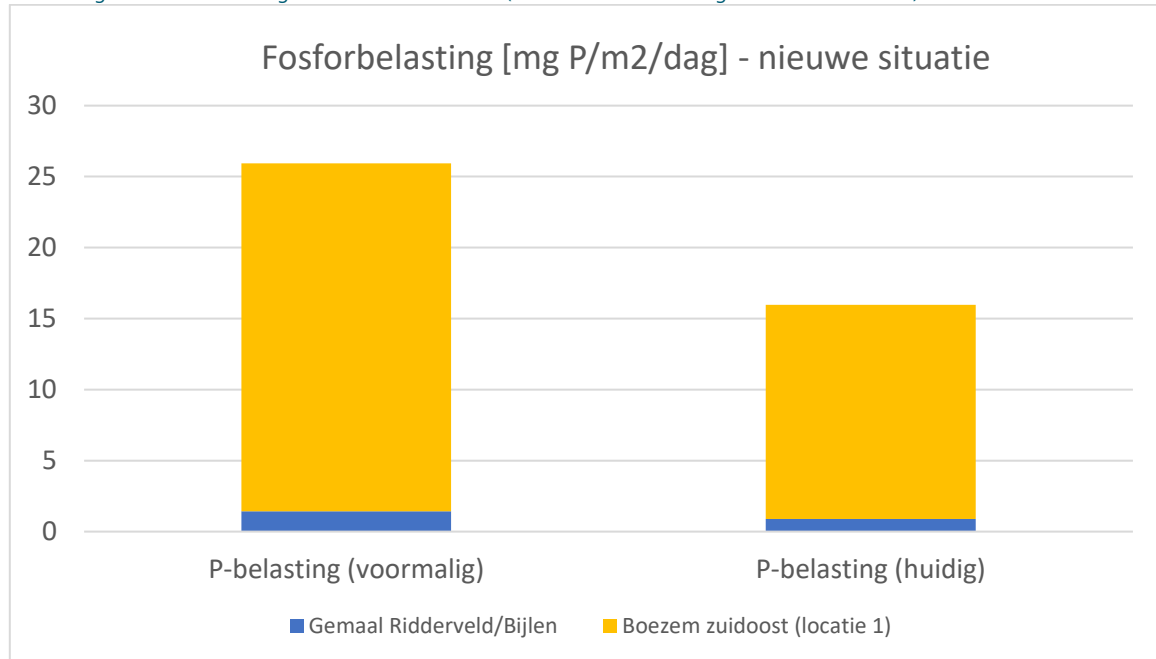
Bij de bepaling van de fosforbelastingen voor de nieuwe situatie is uitgegaan van eenzelfde instromende debiet voor gemaal Ridderveld/Bijlen, een complete afsluiting van boezems noordoost (locatie 2) en west (locatie 3) en een reductie van 35 % van het doorstromende oppervlak bij boezem zuidoost (locatie 1).

Met de voorziene afsluitingen zal de fosforbelasting substantieel afnemen met 46 %. Door de langere verblijftijd zal de toelaatbare P-belasting ook significant afnemen met 40 %. Echter blijft de P-belasting van



de plas (ruim) boven de toelaatbare P-belasting liggen. Dat betekent dat door deze maatregel alleen de waterkwaliteit niet zal 'omslaan' naar een situatie zonder algenbloei. Desalniettemin is het gedeeltelijk isoleren een belangrijke maatregel, enerzijds om de te voorkomen dat de waterkwaliteit verder verslechterd (als gevolg van de hoge P-belasting in de huidige situatie) en anderzijds om het effect van andere maatregel te doen vergroten. Het gedeeltelijk isoleren geeft de plas een betere uitgangssituatie voor het behalen van de gestelde doelen voor de KRW.

Afbeelding 5.14 Fosforbelasting voor de nieuwe situatie (met afsluitende maatregelen van de boezems)



## 5.6 Effecten voor de Kromme Aar en het Aarkanaal

Bij de gekozen afsluitlocaties is rekening gehouden met i) verlies potentieel habitat; ii) kroosvorming en iii) blauwalg. Door de Kromme Aar, aan de zuidwest en noordoost zijde, niet direct aansluitend op de plas af te sluiten blijft dit deel behoren bij het habitatgebied van de Zegerplas. Doordat er nog enkele inlaten op deze delen in verbinding met de plas blijven staan is er nog voldoende stroming om kroosvorming en blauwalg tegen te gaan. De verblijftijd van het water ligt in deze delen tussen 1-6 dagen, dit is onder de grens van 20 dagen.

De afgesloten delen van de Kromme Aar blijven in verbinding staan met aan de zuidwestzijde de Oude Rijn en aan de noordoostzijde het Aarkanaal. Het habitatgebied in deze delen is in de toekomstige situatie alleen via die wateren bereikbaar voor vis en macrofauna. Ook hier blijft voldoende stroming beschikbaar door de gemalen en inlaten die hieraan verbonden zijn.

De aansluiting van het Aarkanaal aan de zuidoostzijde van de Zegerplas blijft in stand, maar wordt enkel verkleind. Hier blijft het huidige habitatgebied in stand en blijft stroming aanwezig.

## 6 REFERENTIES

- [ref. 1] *Watersysteemanalyse Zegerplas*, Hoogheemraadschap Rijnland, E. Brous, 2014.
- [ref. 2] *Zegerplas P22041*, Nortek. C. Meijer & M. Mulder, 2022.
- [ref. 3] *Kennisdocument diepe meren en plassen*. STOWA, 2010.



## BIJLAGE: PRESENTATIE ZEGERPLAS

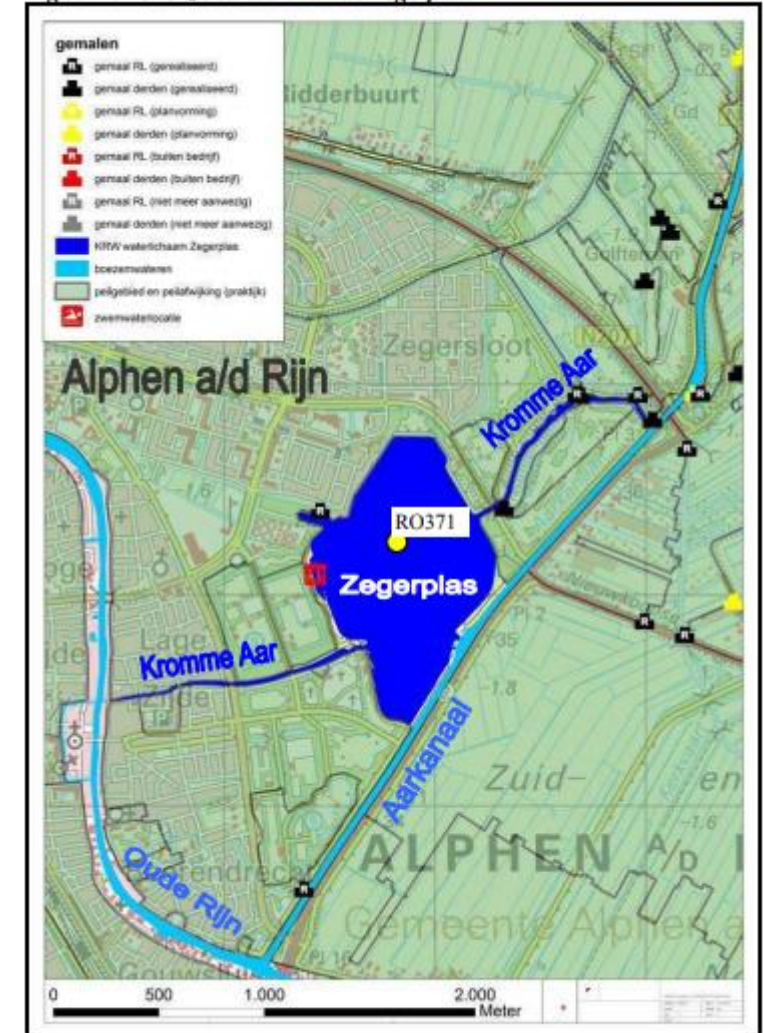
Zegerplas te Alphen aan de Rijn.

Als KRW-maatregel wordt overwogen de plas (gedeeltelijk) te isoleren van de boezem (door de opening met het Aarkanaal deels te dichten en/of door de (gekanaliseerde) Kromme Aar hydrologisch af te sluiten).

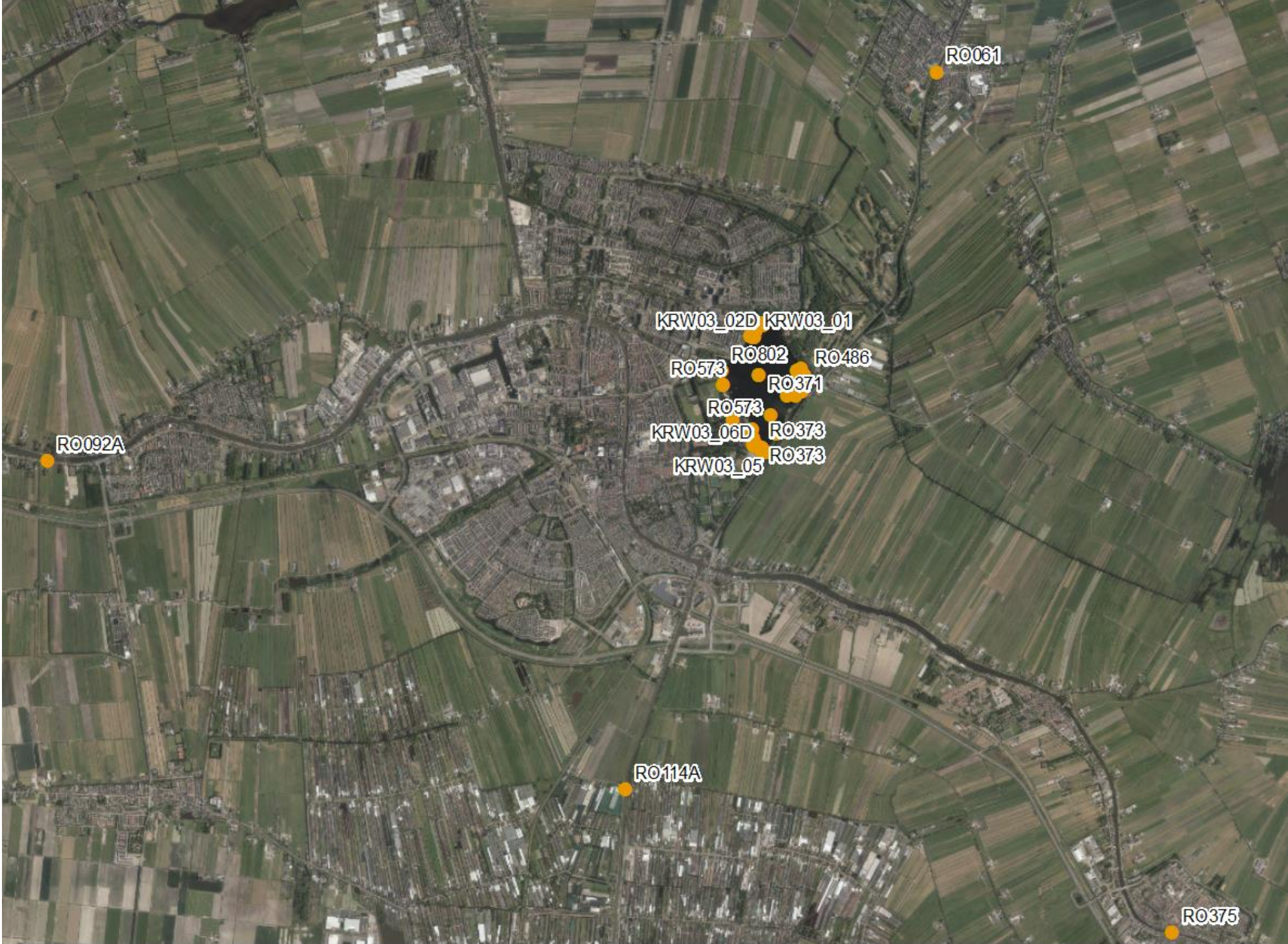
# Ter voorbereiding op veldbezoek 13 dec. Inzicht in fyschem en biologische kwaliteit.

- Van de Zegerplas
- Van de gekanaliseerde Kromme Aar
- Aarkanaal
- Oude Rijn

*Figuur 2.1* Overzichtskaart van de Zegerplas.







RO061

RO092A

KRW03\_02D KRW03\_01

RO573 RO802 RO486

RO371

RO573

KRW03\_06D RO373

KRW03\_05 RO373

RO114A

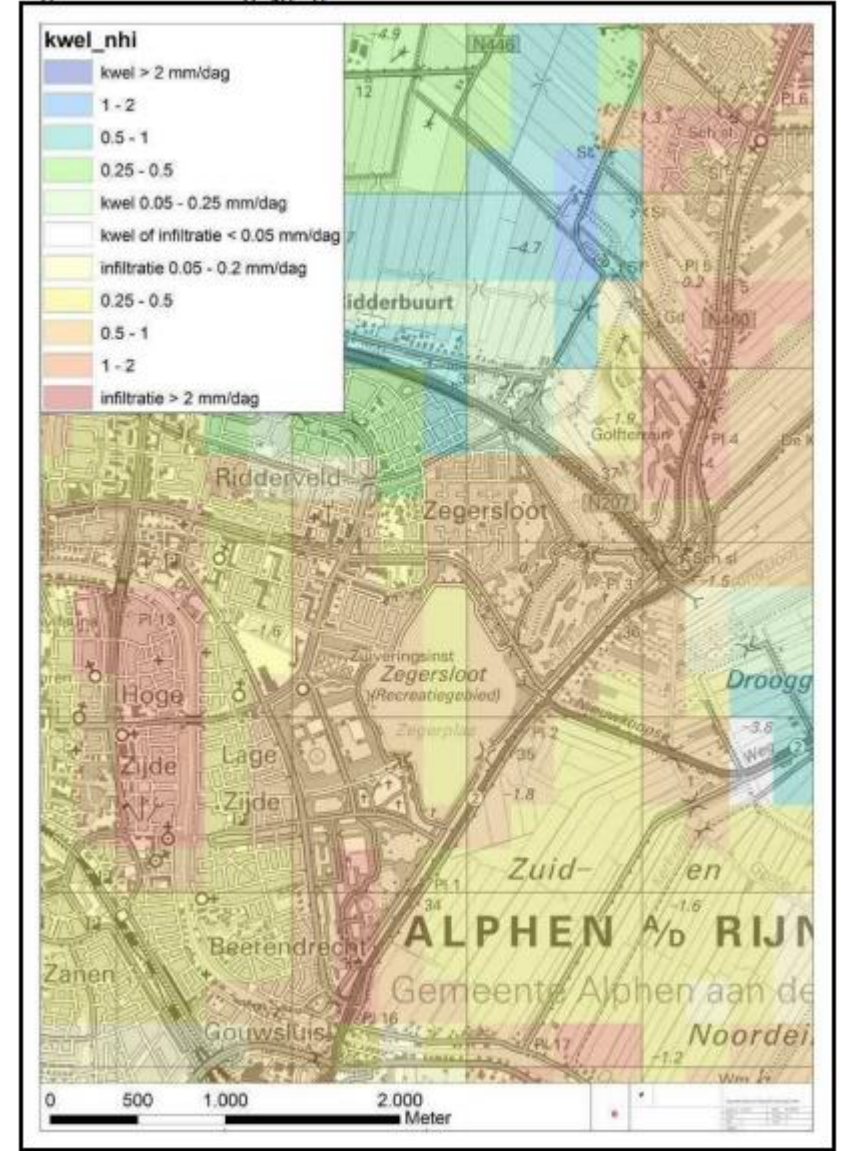
RO375



# Zegerplas

- Geen kwel, juist lichte wegzijging;
- Open verbinding met de boezem (Aarkanaal en de Oude Rijn);

Figuur A. Kwel en wegzijging





# Zegerplas

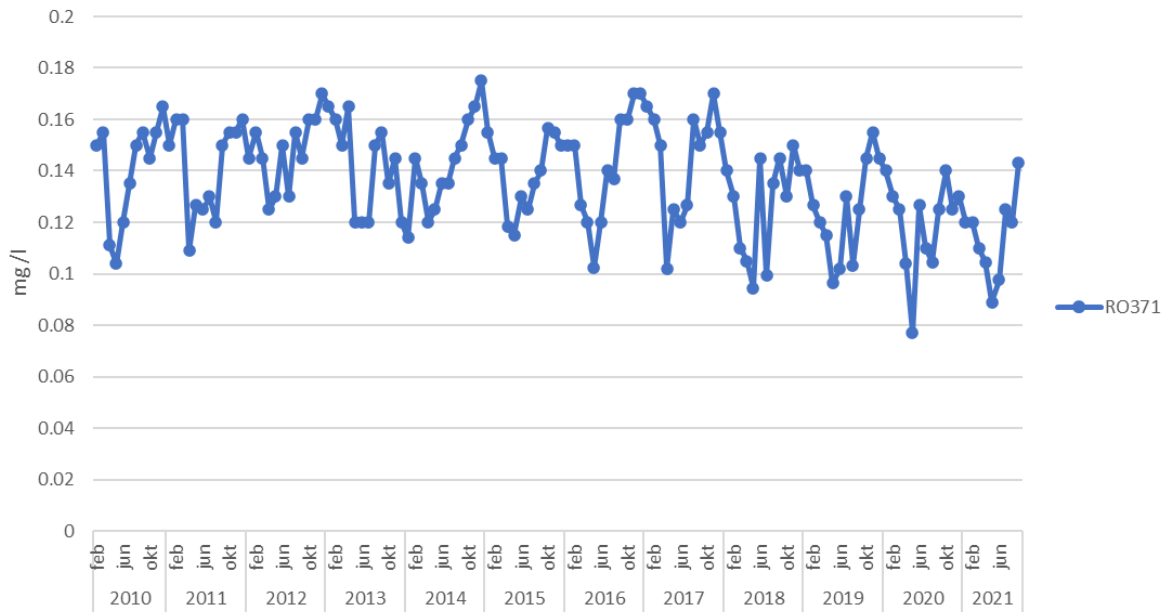
- Meetpunt RO371 middenpunt plas
- Meetpunt RO373 zuidpunt
- Overige meetpunten geen fyschem over de laatste 10 jaar



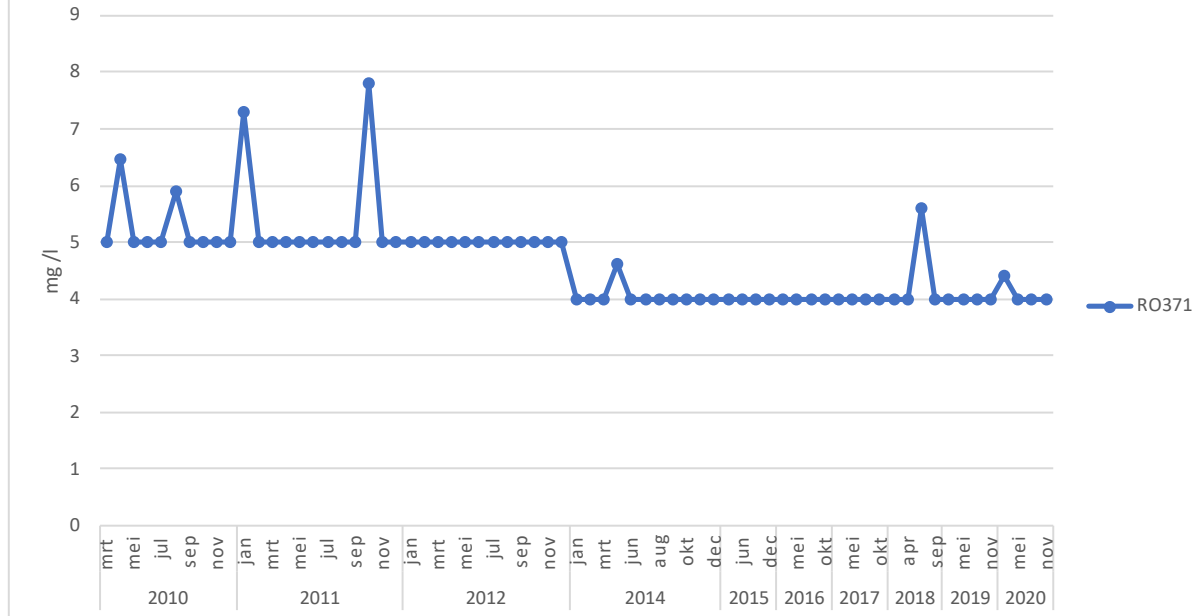
Tabel 2.1 Eigenschappen Zegerplas

Eigenschappen	Gegevens
Wateroppervlak	75 hectare (waarvan 71 hectare meer en 4 hectare Kromme Aar)
Onverhard oppervlak	circa 3 hectare
Verhard oppervlak	nauwelijks afvoerend verhard oppervlak
Gemiddelde diepte	18 meter van het meer
Maximale diepte	34 meter
Volume plas	12,8 * 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Verblijftijd	circa 8 maanden
Peilbesluit	zp: -0,61 m NAP / wp: -0,64 m NAP
Peilstijghoogte eerste watervoerend pakket	-3,2 m NAP

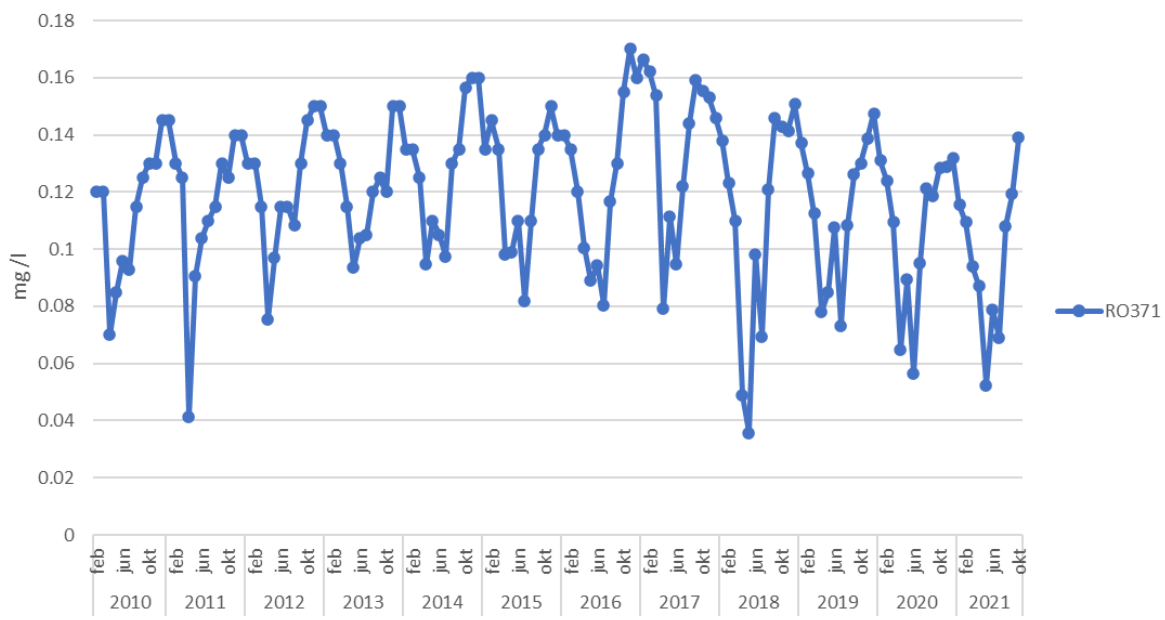
Fosfor



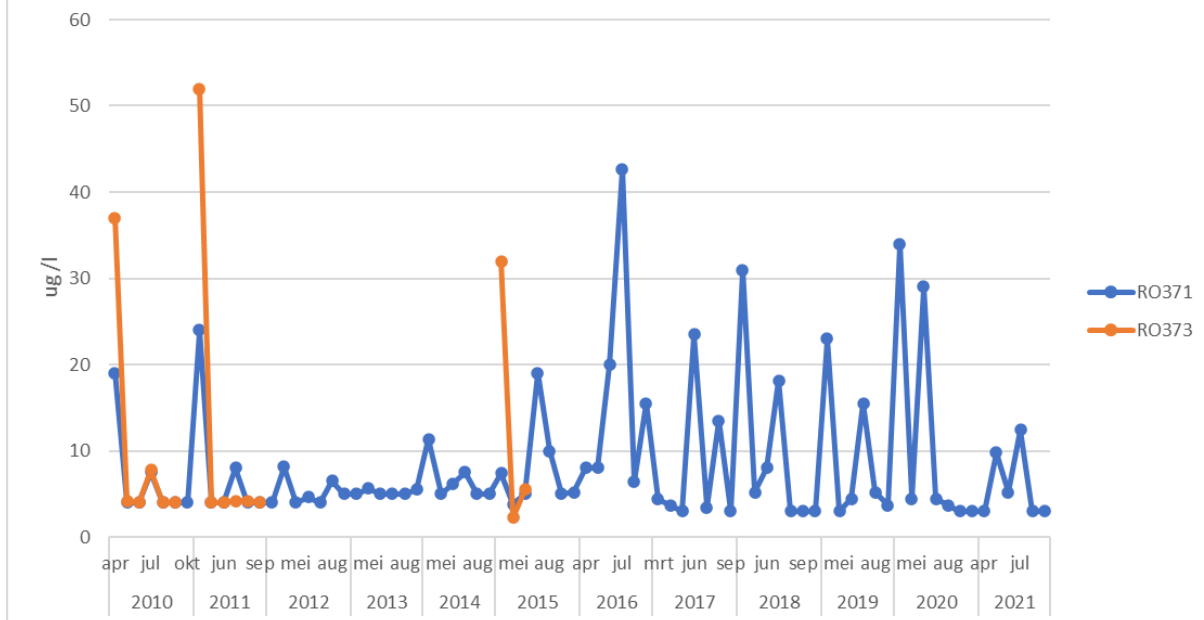
Zwevend stof



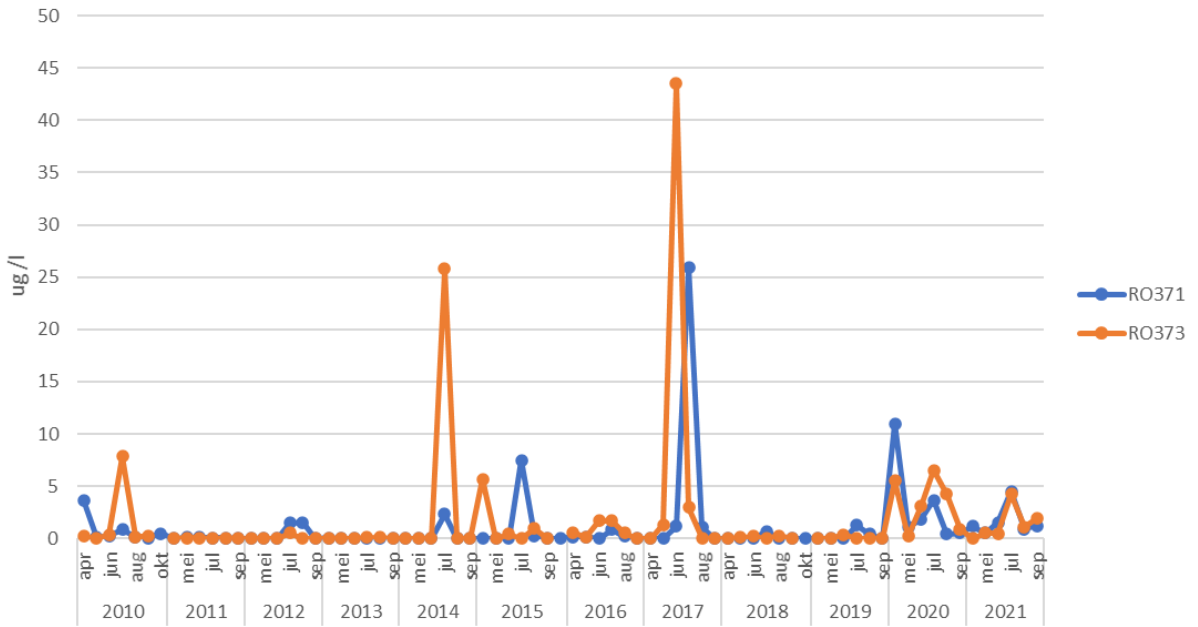
Fosfaat



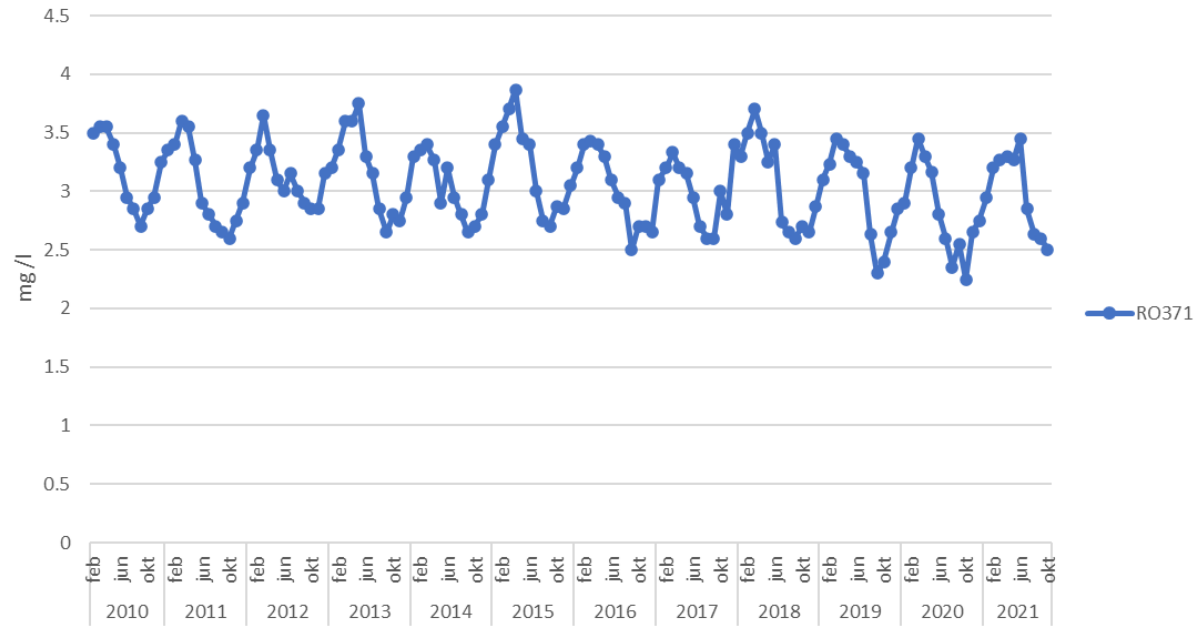
Chlorofyl-a



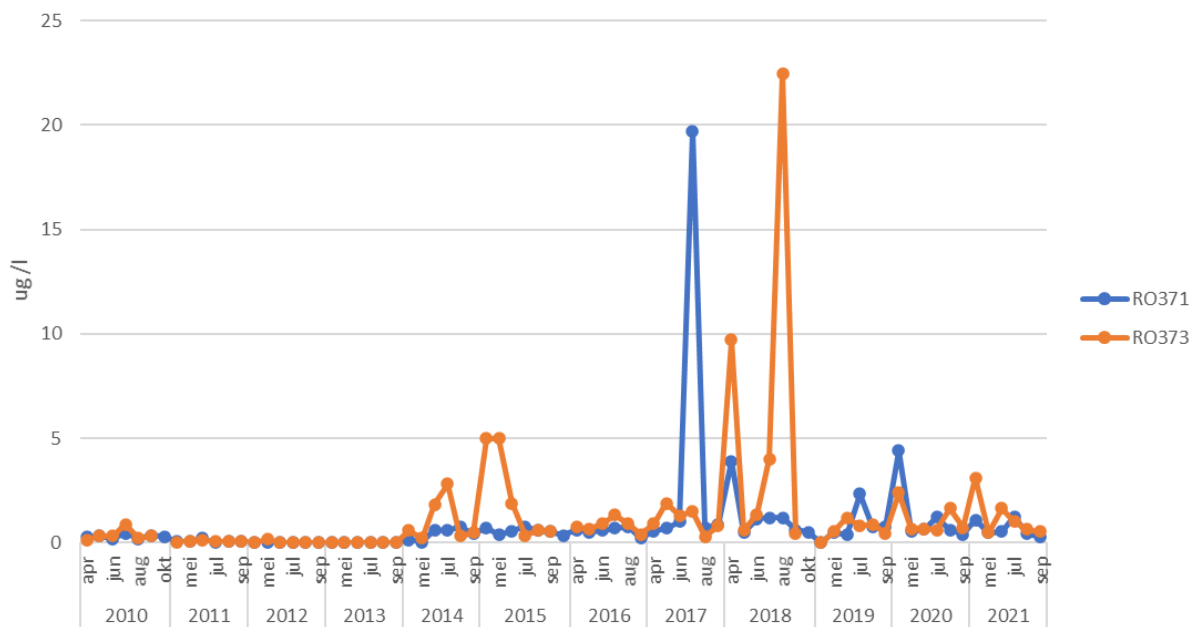
### Chlorofyl-a groenalgen



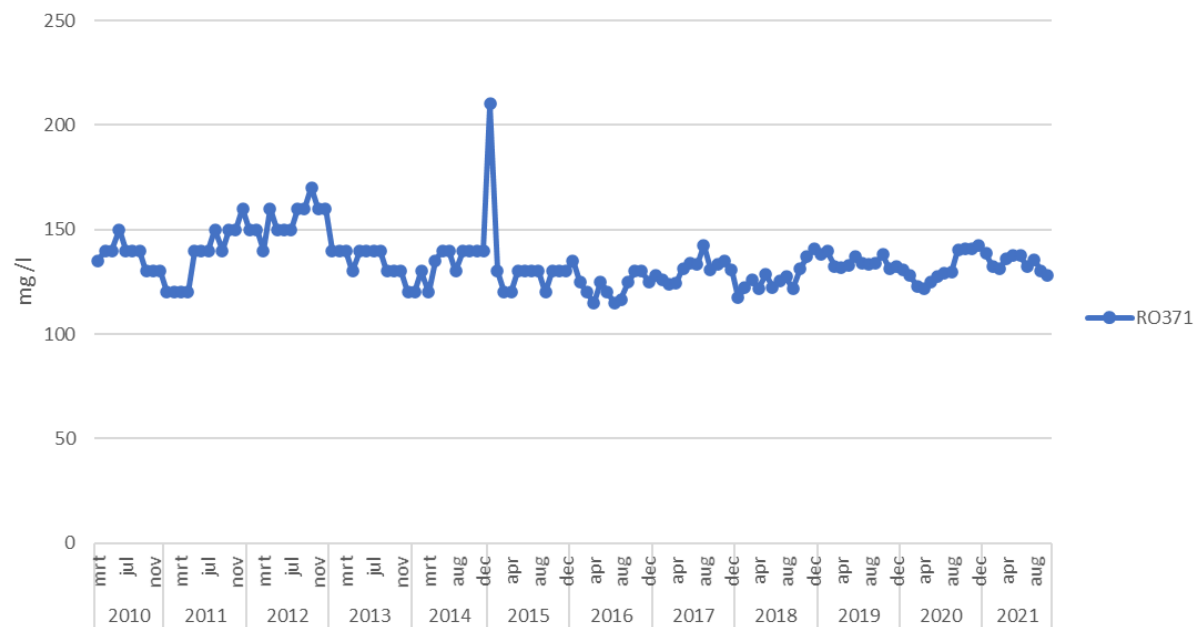
### Stikstof totaal



### Cyanachlorofyl-a



### Chloride



# Kromme Aar

- Meetpunt 2015ZP266 enige in de Kromme Aar
- Enkel biologie



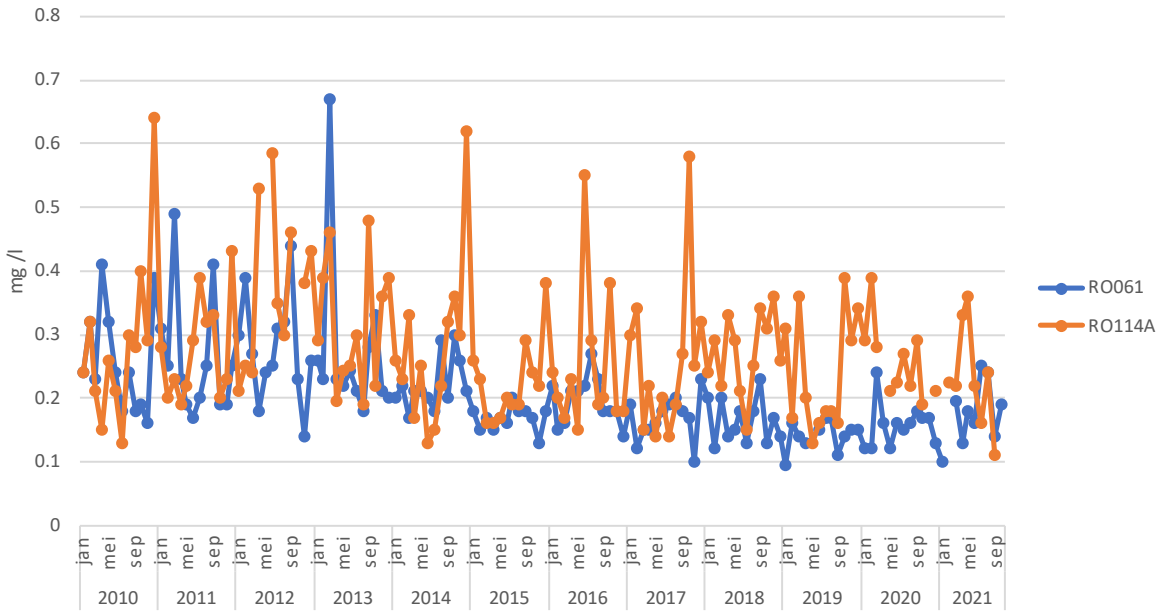
# Aarkanaal

- Meetpunt RO061 (noord) en RO114A (Zuid)

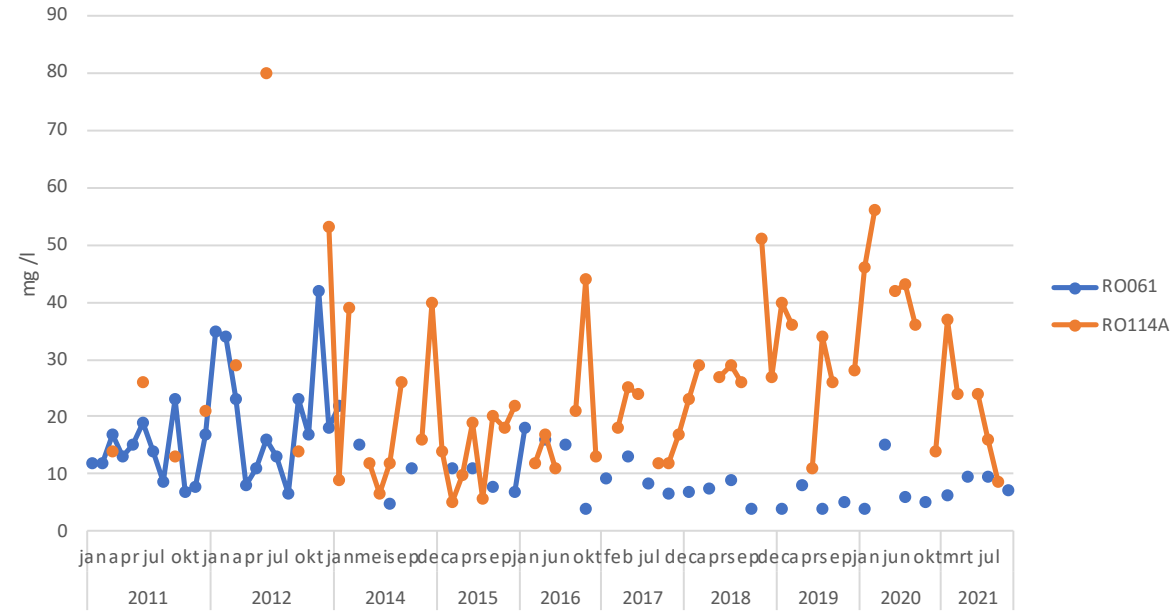




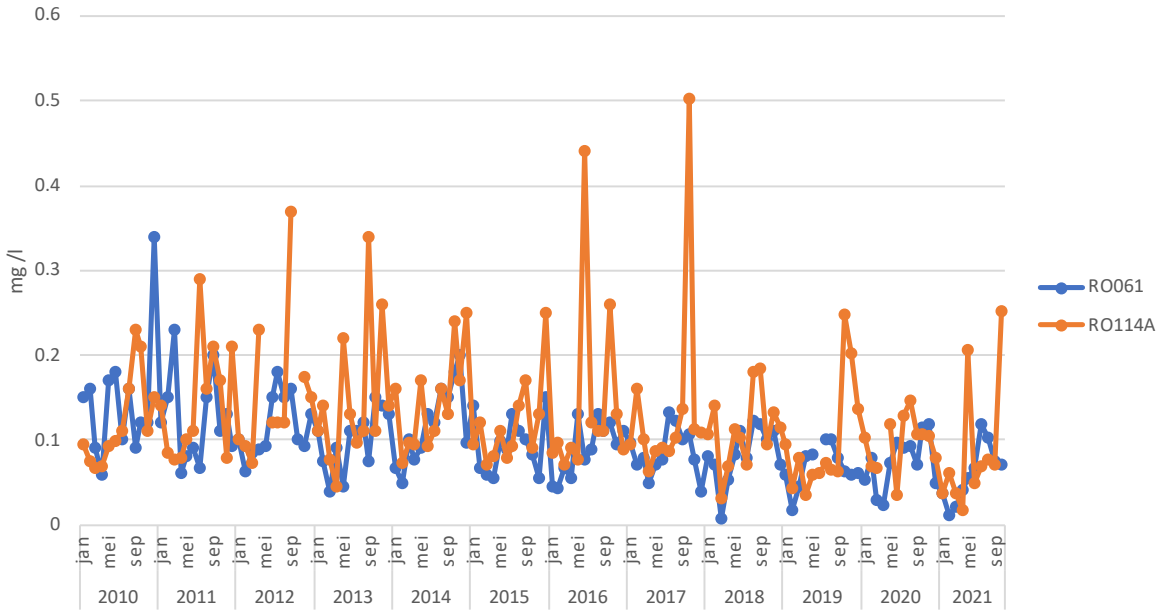
### Fosfor



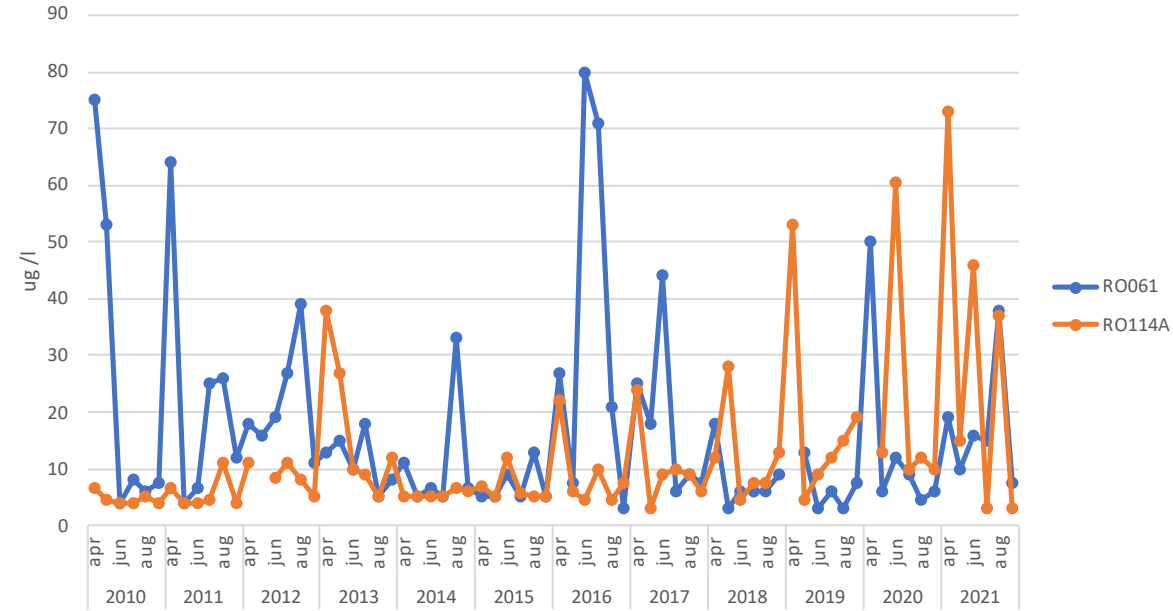
### Zwevend stof



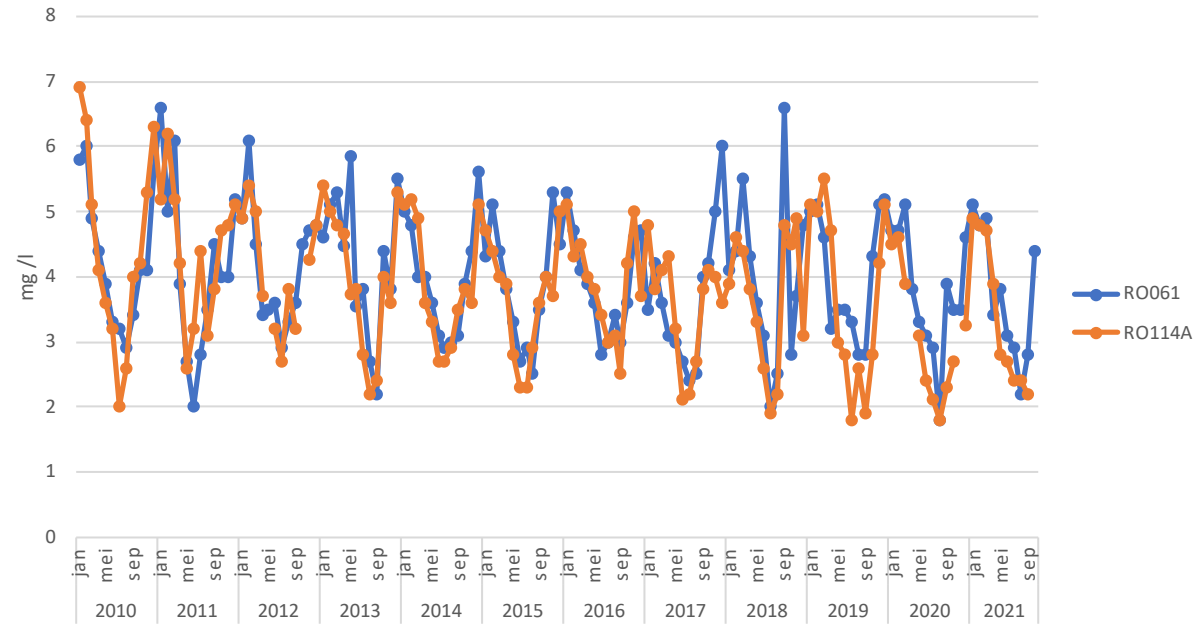
### Fosfaat



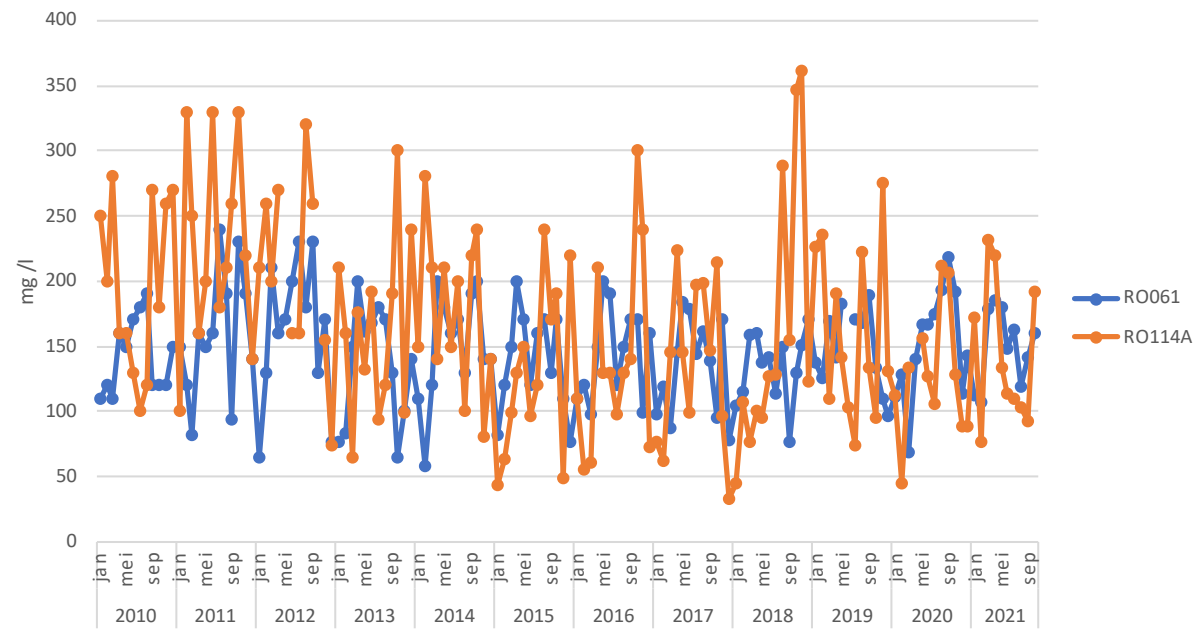
### Chlorofyl-a



Stikstof totaal



Chloride



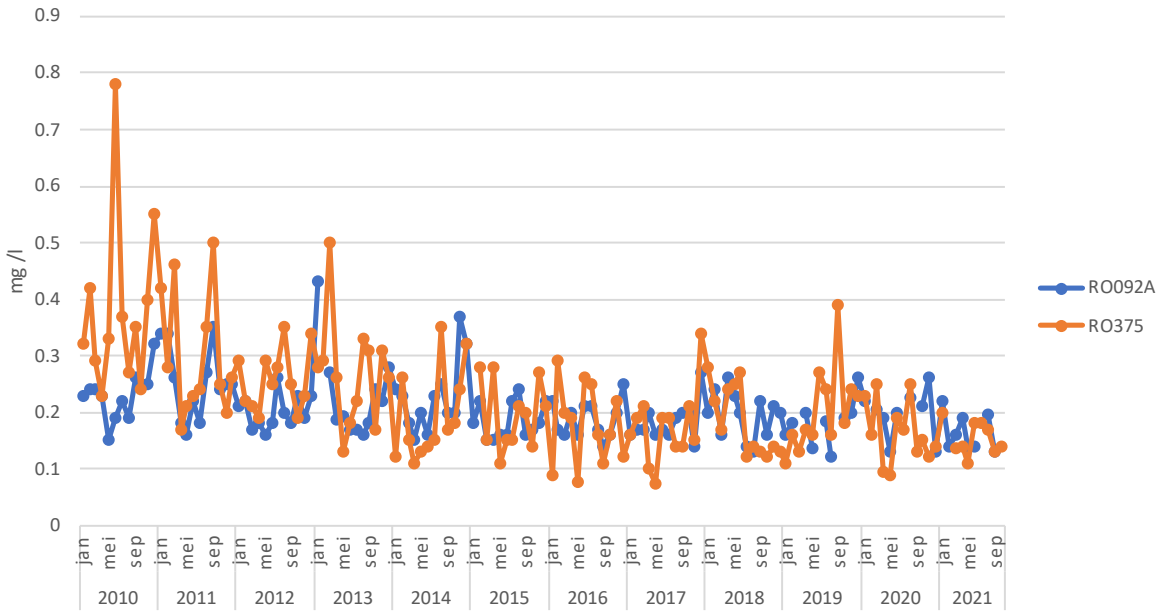


# Kromme Rijn

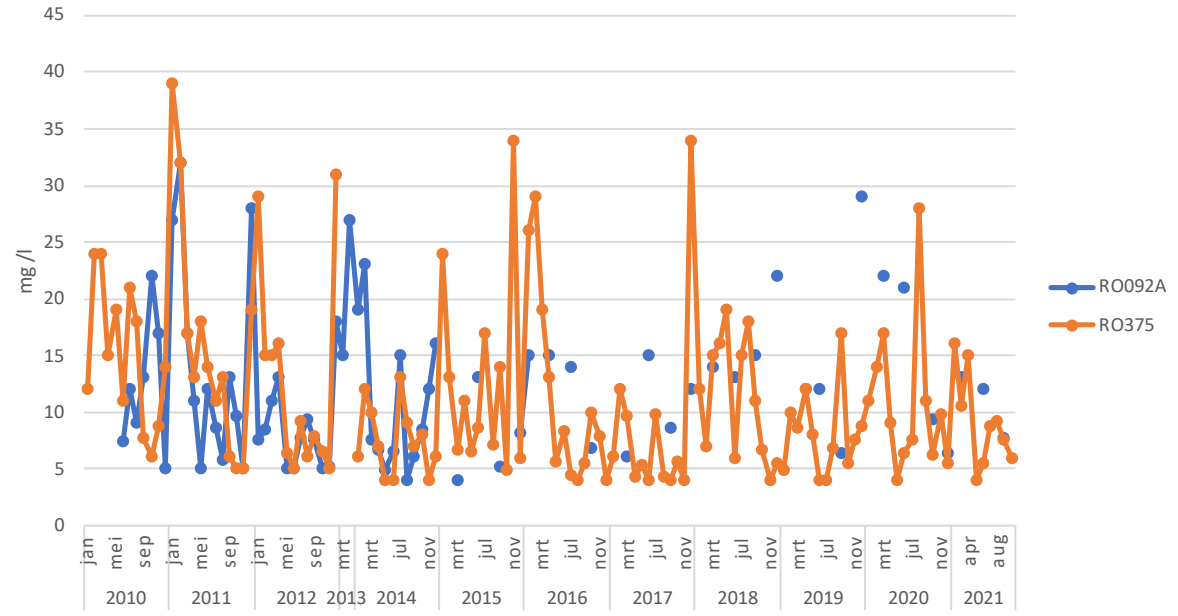
- Meetpunt RO092A (oost) en RO375 (west)



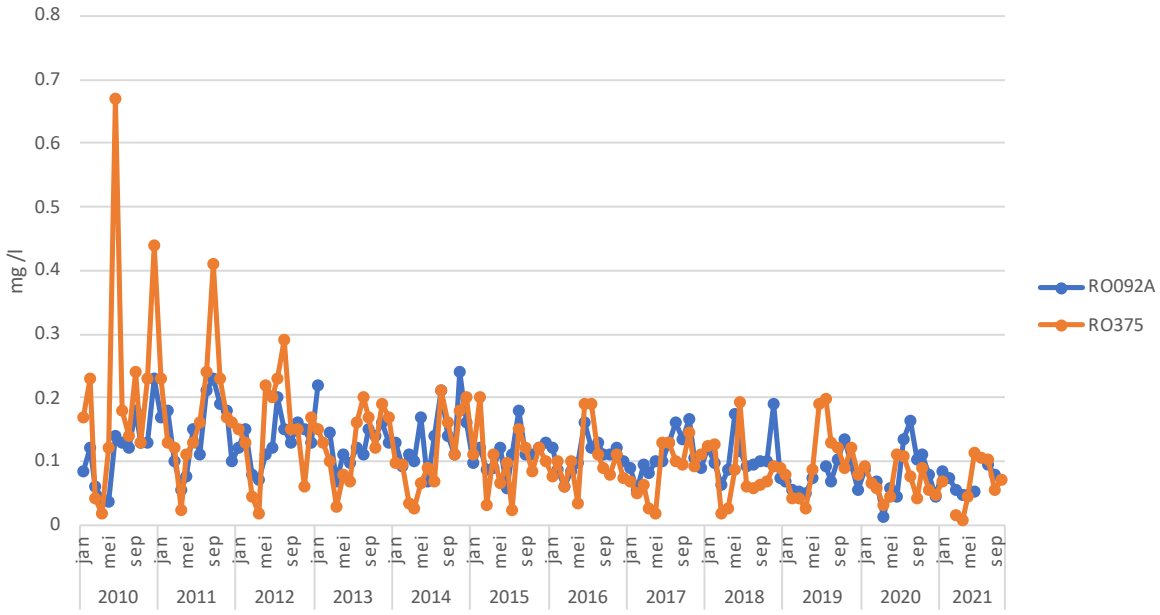
### Fosfor



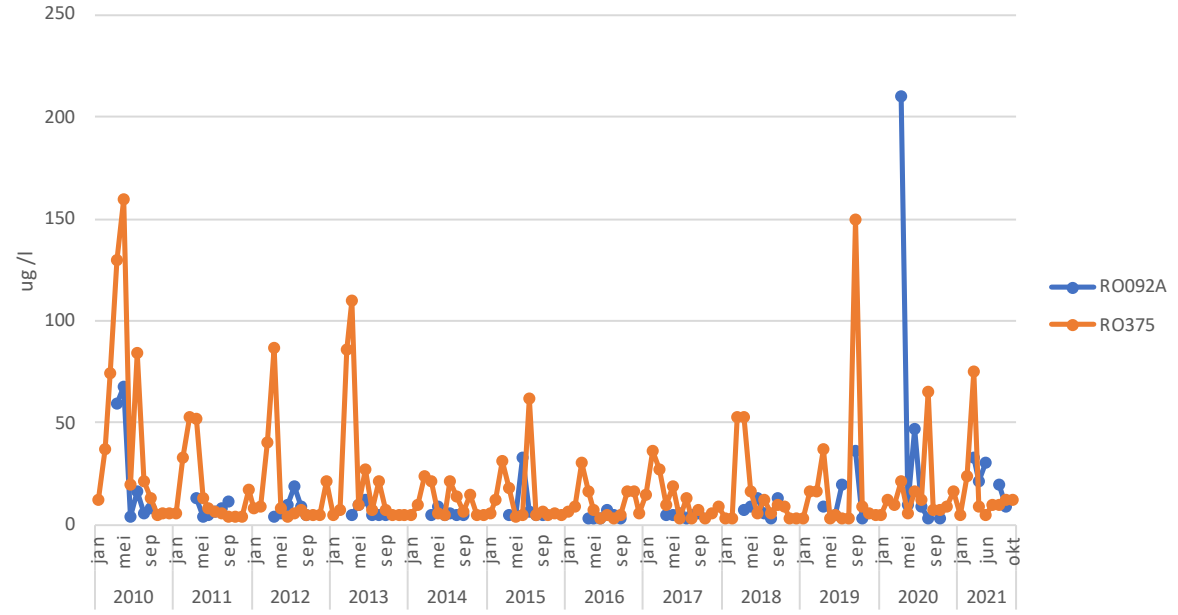
### Zwevend stof



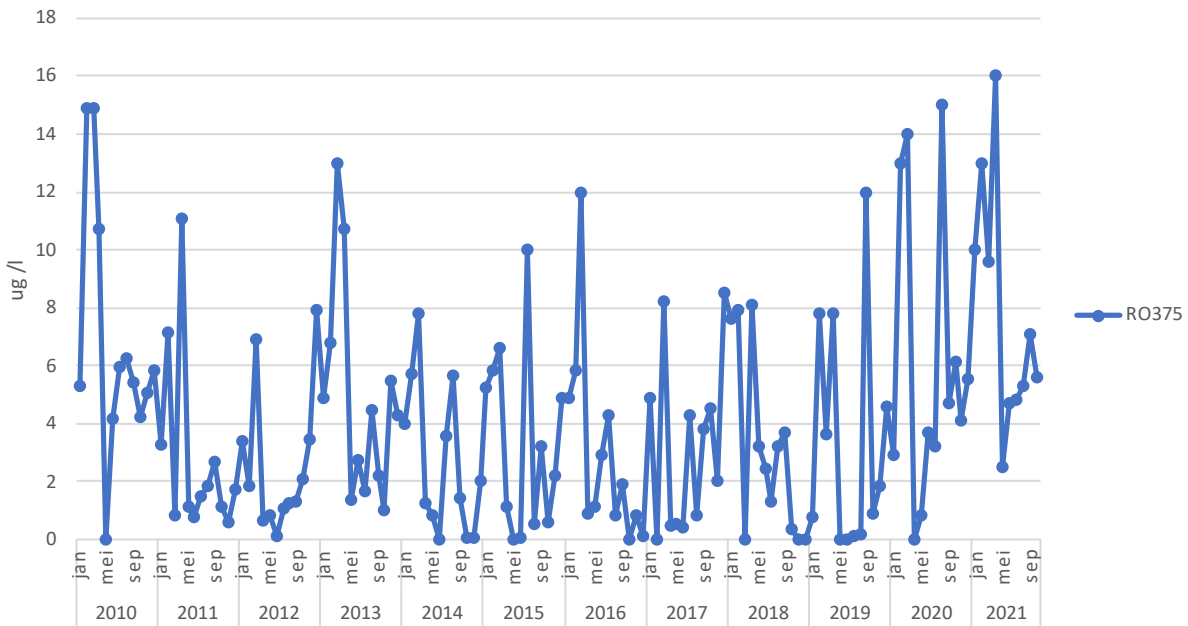
### Fosfaat



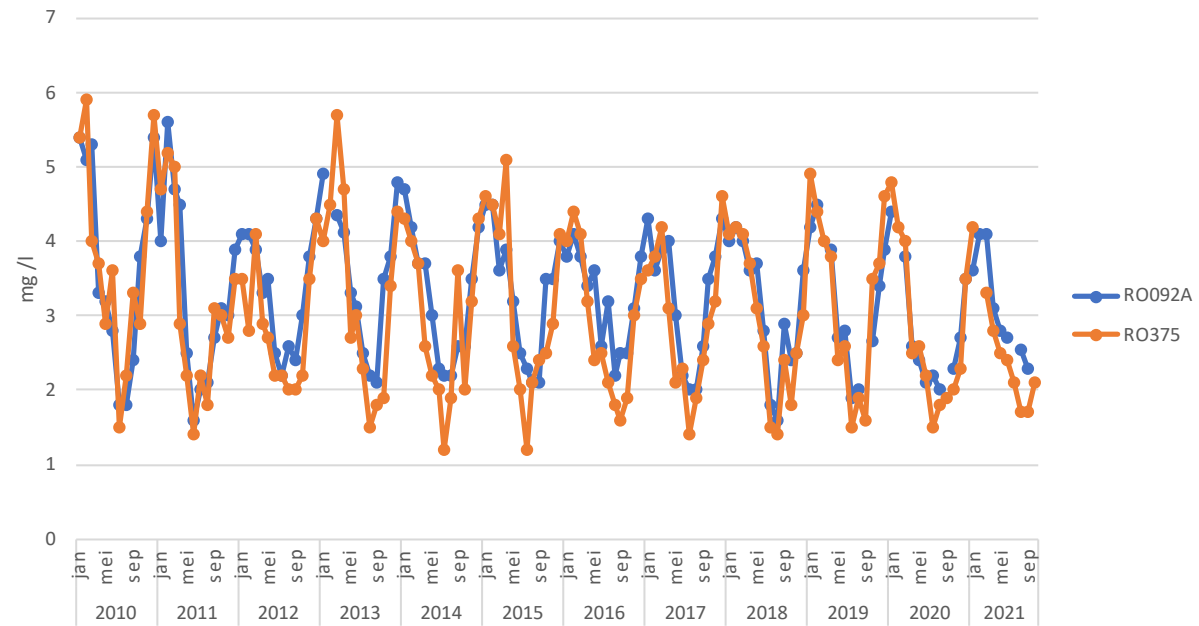
### Chlorofyl-a



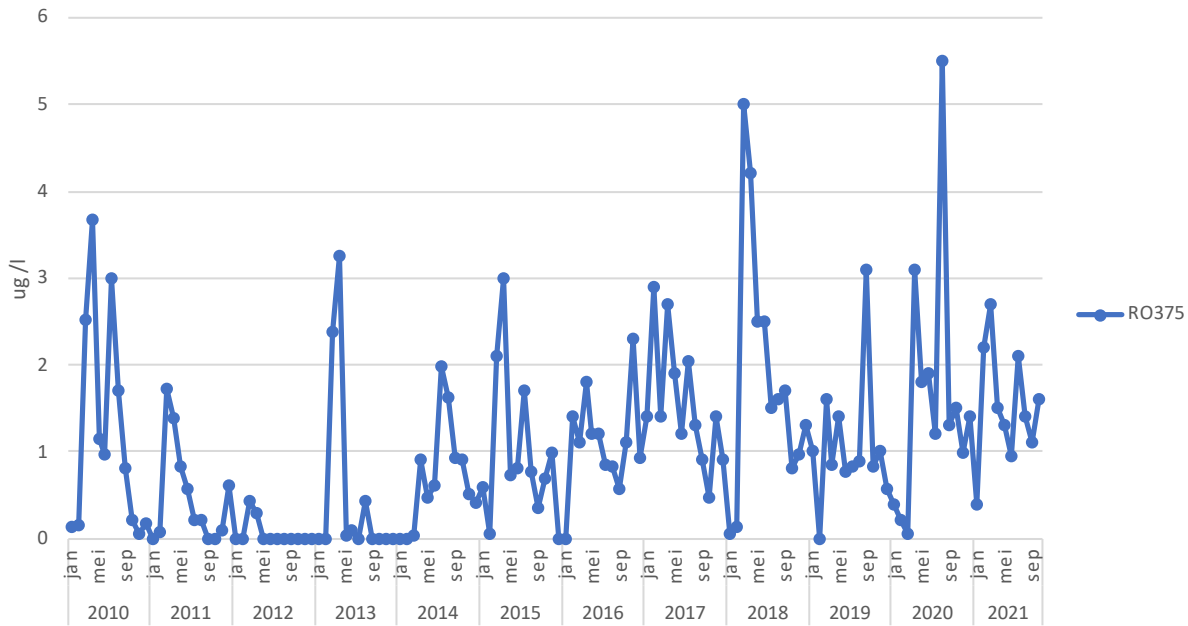
### Chlorofyl-a groenalgen



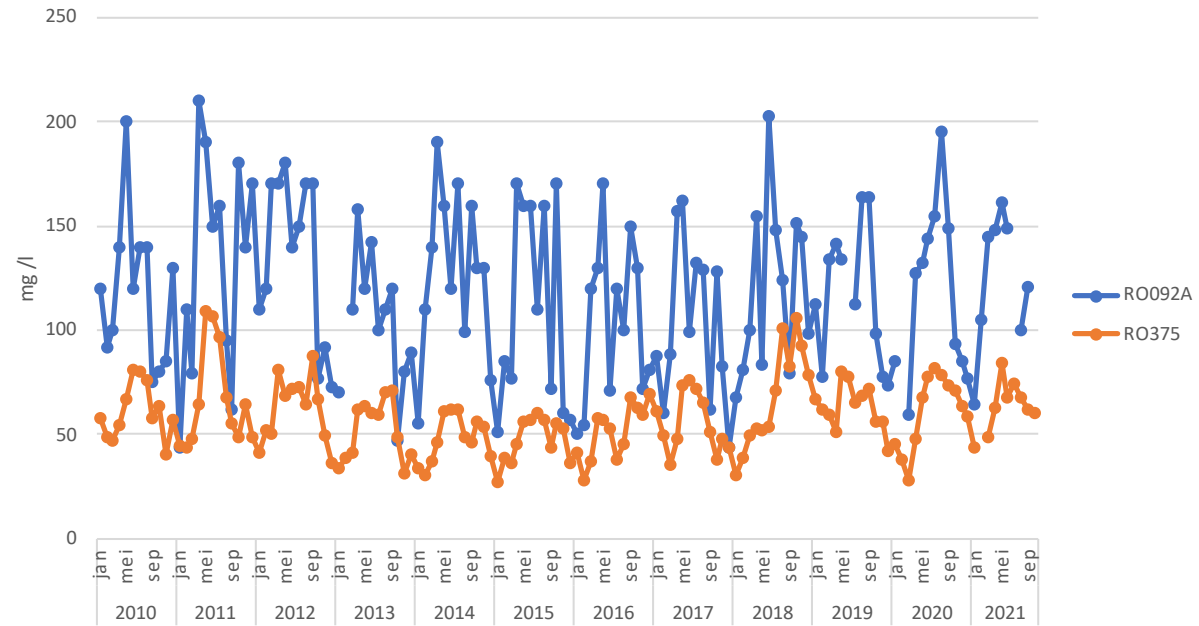
### Stikstof totaal



### Cyanochlorofyl-a



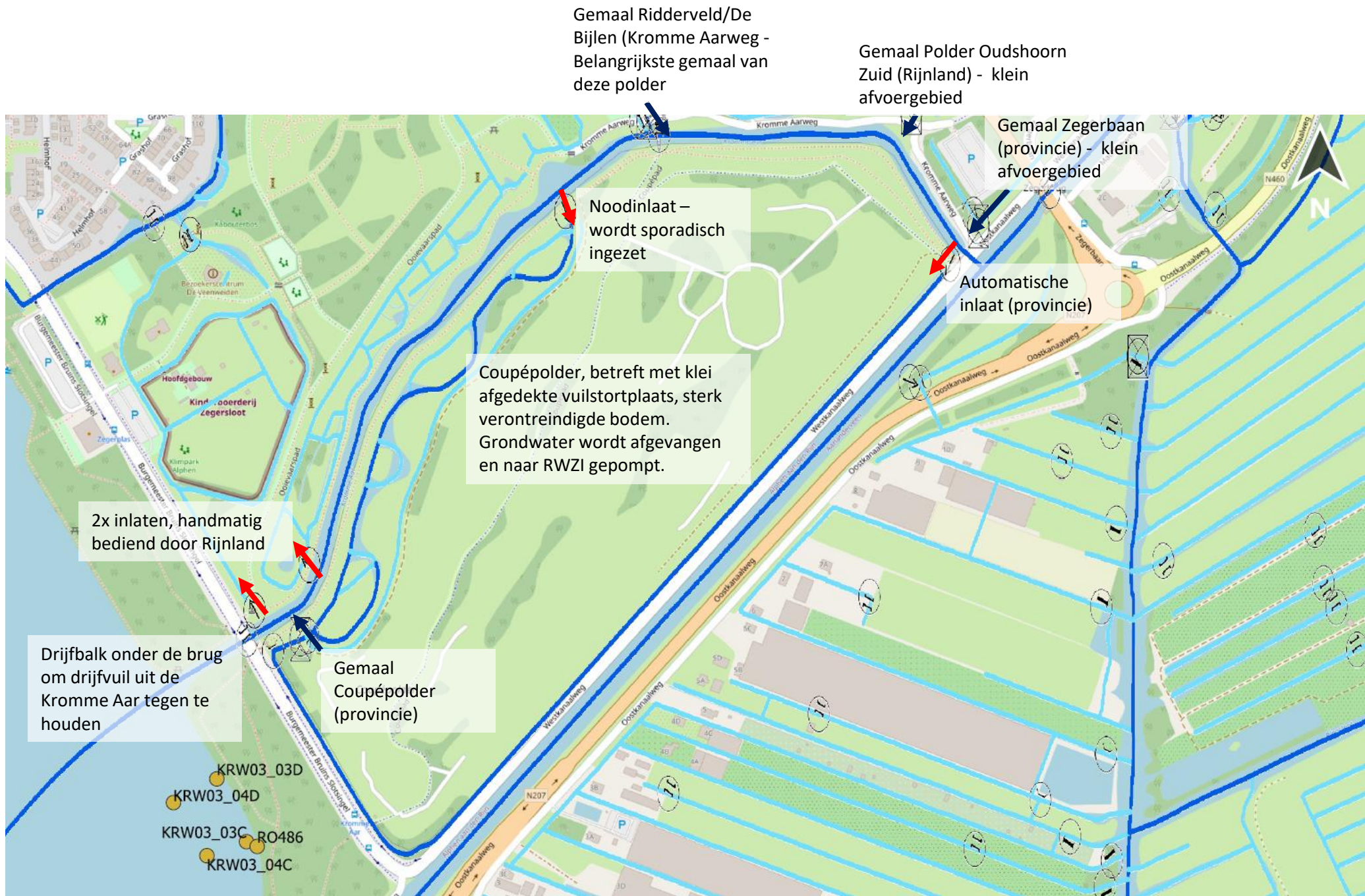
### Chloride





Veldbezoek 13 december 2021

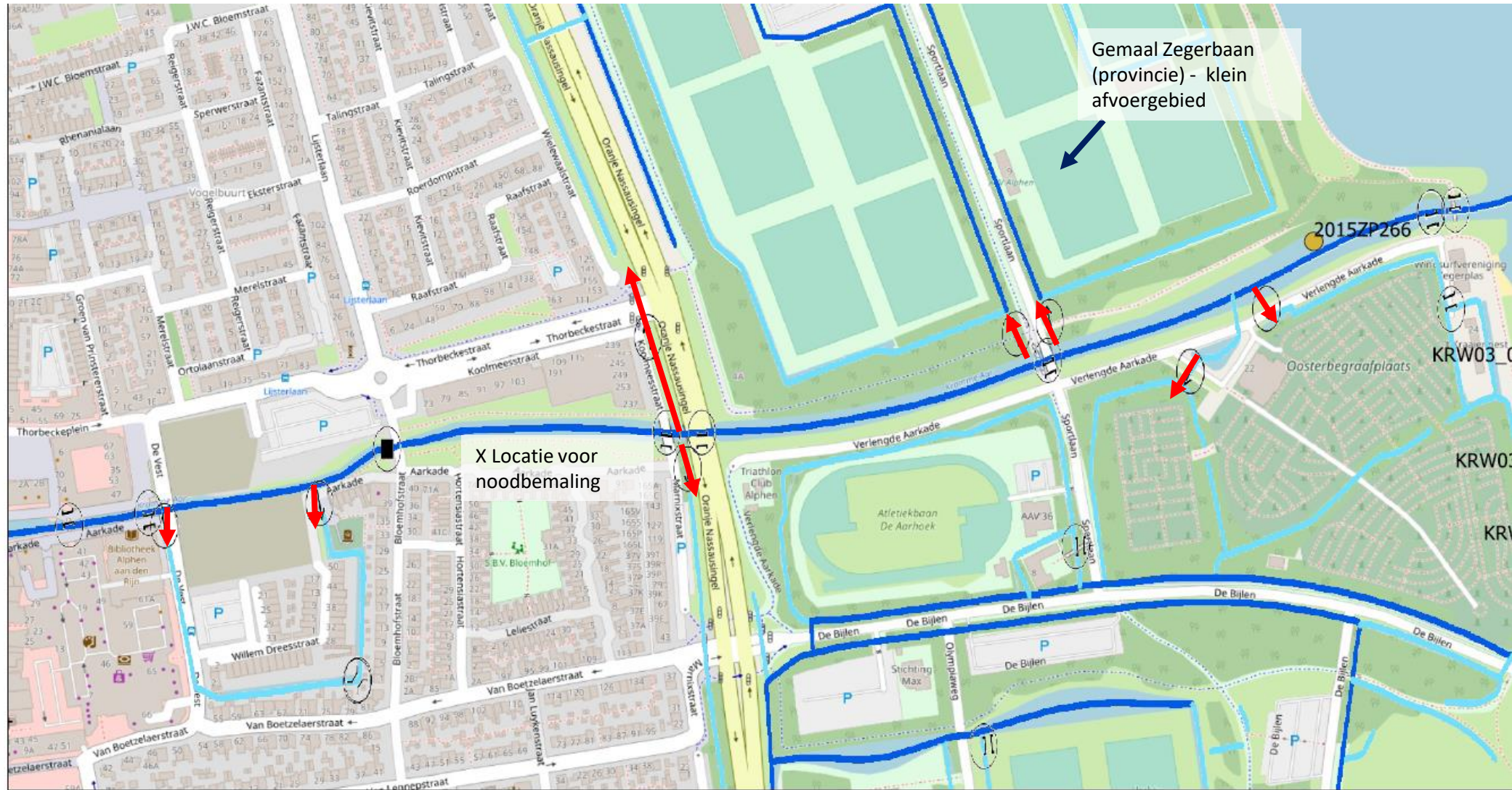
- **Kromme Aar** staat met een duiker in verbinding met Aarkanaal. Onzeker of de duiker voldoende groot is om alle afvoer van de vier gemalen op de Kromme Aar aan te kunnen.
- Gemaal Ridderveld/De Bijlen is gemaal met verreweg de meeste afvoer, overige drie gemalen bedienen veel kleiner gebiedje.
- Er liggen vier inlaten die allemaal gebruikt worden.
- Kromme Aar oogt als een interessant gebied voor fauna uit de plassen (weliswaar beschoeide oevers, maar mogelijk wel wat oevervegetatie en mogelijk ook onderwatervegetatie).
- Watergang is een potentieel habitat voor vissen en macrofauna uit de plas.





Veldbezoek 13 december 2021

- **Gekanaliseerde Kromme Aar** staat in het westen in open verbinding met Oude Rijn. Niet passeerbaar voor bootjes. Wel moet de begraafplaats vanaf de plas met bootjes bereikbaar zijn (dus tot de eerste brug vanaf de plas gezien).
- De gemeente kan watergang aan de kant van de Oude Rijn afsluiten, en doet dit bij vorst om ijsvorming te bevorderen.
- Er liggen diverse inlaten naar de polder die over het algemeen veel gebruikt worden. Belangrijk zijn de twee inlaten richting de sportvelden (die staan vanaf maart/april tot in het najaar voor gemiddeld 50% open).
- Watergang is een potentieel habitat voor vissen en macrofauna uit de plas.

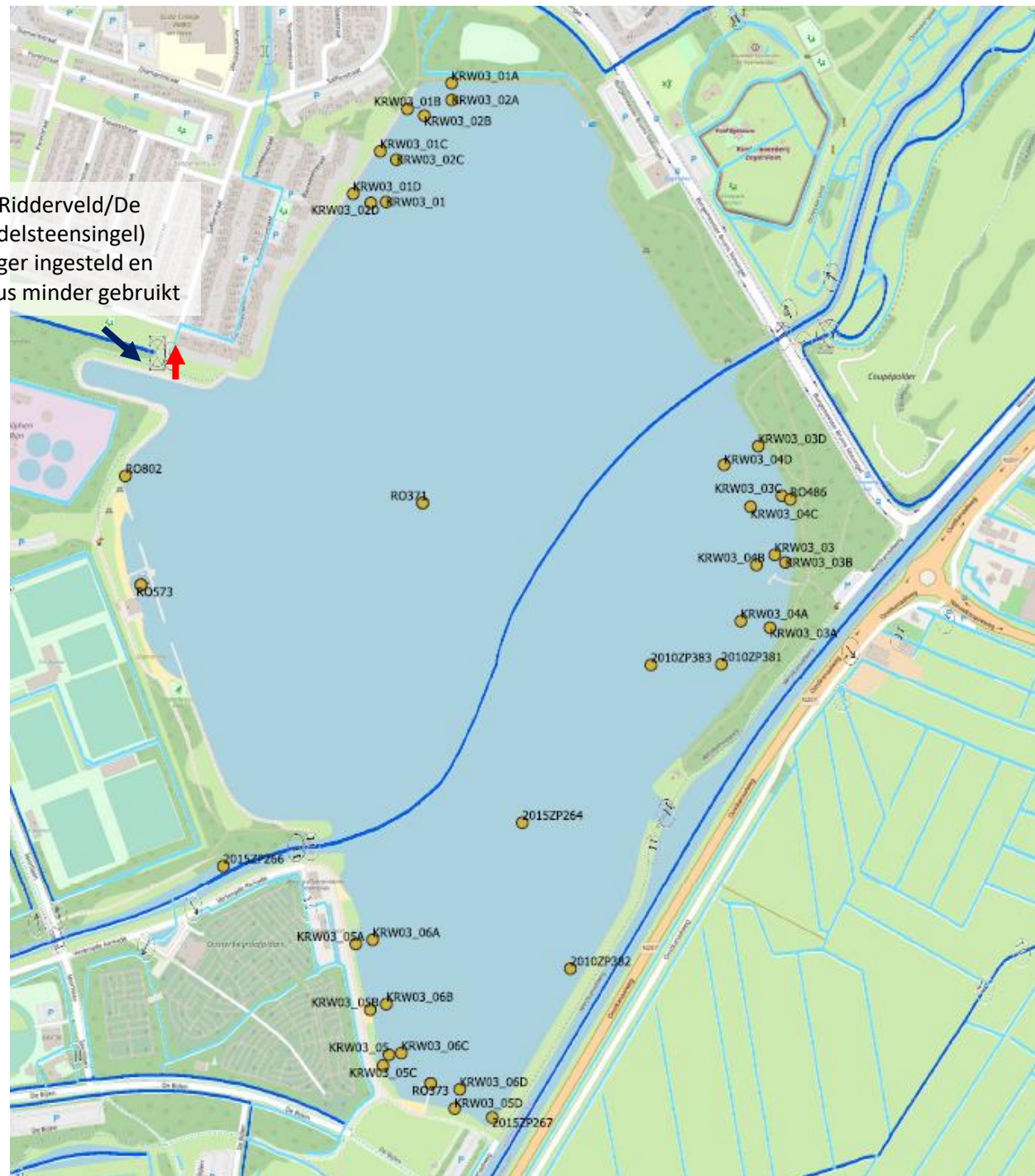




Veldbezoek 13 december 2021

- **Zegerplas** staat in het zuid-oosten in open verbinding met Aarkanaal.
- Op het kanaal ligt zomers soms veel kroos, dit kan de plas opkomen bij een ingaande waterbeweging. Echter door druk vanuit de plas (door afvoer van gemalen op de plas en vooral die op de Kromme Aar) komt het kroos niet de plas op.
- NB. uit de sobek-berekeningen uit 2011 blijkt echter dat er wel degelijk een grote instroming is de plas op (daaruit blijkt dus niet dat dit wordt tegengehouden door afvoer van de gemalen). Dit zou in een eventuele update van de waterbalans/sobek goed onderzocht moeten worden.

Gemaal Ridderveld/De Bijlen (Edelsteensingel) staat hoger ingesteld en wordt dus minder gebruikt





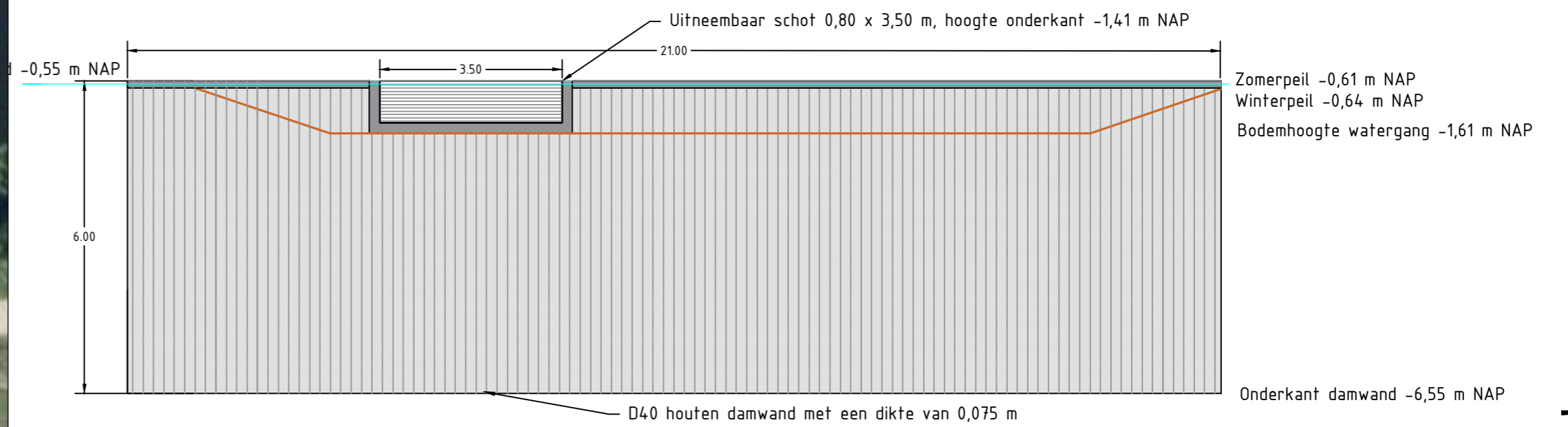
## BIJLAGE: ONTWERPTEKENINGEN AFSLUITERS EN OVERIGE MAATREGELEN





### BOVENAANZICHT

Schaal 1: 250



### DOORSNEDE

Schaal 1: 100



Wijz.	Getekend	Datum	Omschrijving
A			
B			
C			

Opdrachtgever  
**Hoogheemraadschap Rijnland**  
 Project  
**KRW maatregel - afsluiten Zegerplas**  
**Schetsontwerp**  
 Onderdeel  
**Noordoostelijke afsluiting (damwand)**

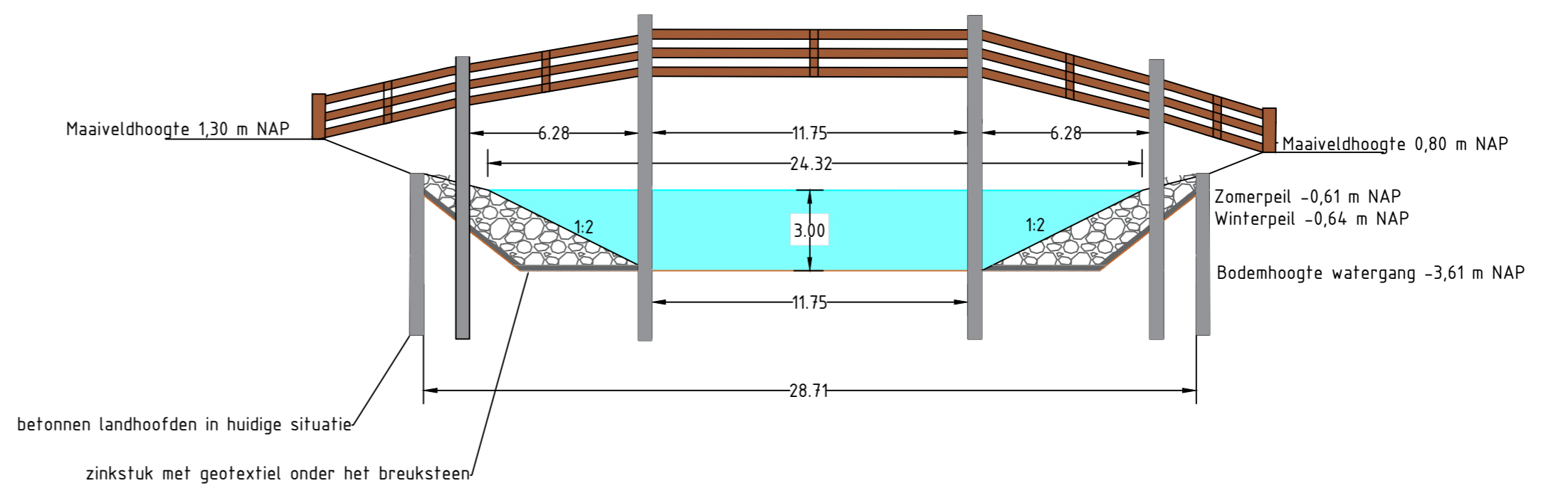
Status	Getekend	M. Slob		
Datum	Gecontroleerd	B. van den Berg		
Formaat	Goedgekeurd	B. van den Berg		
A2	Schaal	Projectcode	Tekeningnummer	Bladnummer
	1:250	127701	1001	1/1

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. | Deventer  
 Blaak 16 | Postbus 2397 | 3000 CJ Rotterdam | +31 (0)10 244 28 00 | www.witteveenbos.com | KvK 38020751





**BOVENAANZICHT**  
Schaal 1:250



**DOORSNEDE**  
Schaal 1:200



Wijz.	Getekend	Datum	Omschrijving		
A					
B					
C					
Opdrachtgever					
Hoogheemraadschap Rijnland					
Project					
KRW maatregel - afsluiten Zegerplas					
Schetsontwerp					
Onderdeel					
Zuidelijke versmalling					
Status			Getekend	M. Slob	
Datum			Gecontroleerd	B. van den Berg	
22-12-2022			Goedgekeurd	B. van den Berg	
Formaat	Schaal	Projectcode	Tekeningnummer	Bladnummer	
A2	1:250	127701	1001	1/1	



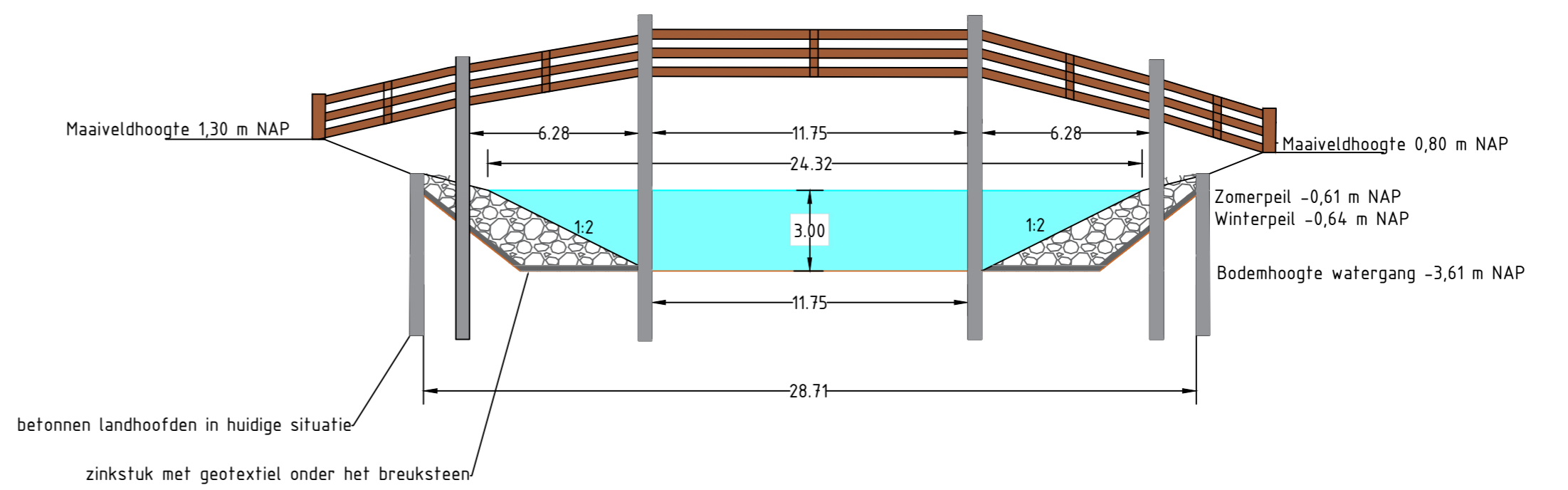


### BOVENAANZICHT

Schaal 1:250

### DOORSNEDE

Schaal 1:200



Wijz.	Getekend	Datum	Omschrijving
A			
B			
C			

Opdrachtgever  
**Hoogheemraadschap Rijnland**  
 Project  
**KRW maatregel - afsluiten Zegerplas**  
 Schetsontwerp  
 Onderdeel  
**Zuidelijke versmalling**

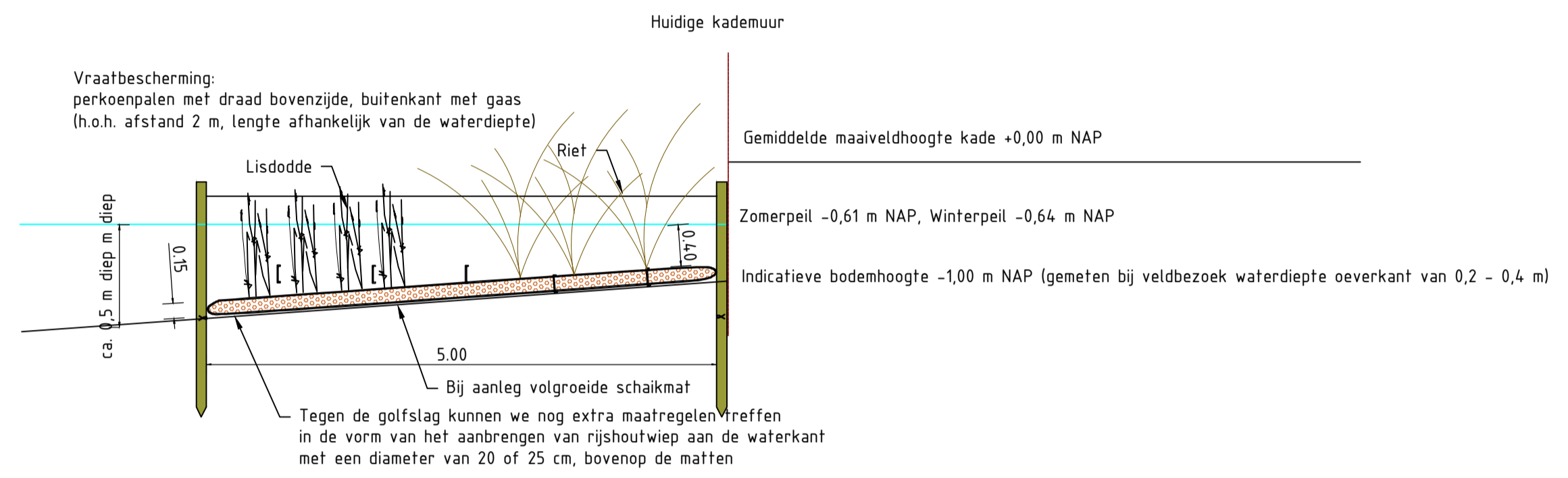
Status	Getekend	M. Slob		
Datum	Gecontroleerd	B. van den Berg		
Formaat	Goedgekeurd	B. van den Berg		
A2	Schaal	Projectcode	Tekeningnummer	Bladnummer
	1:250	127701	1001	1/1





0 10 20 30 40m  
SCHAAL 1:1000

**BOVENAANZICHT**  
Schaal 1:1000



**DOORSNEDE NVO**  
Schaal 1:50

- OPMERKINGEN
- De bodemhoogte in de dwarsdoorsnede is indicatief ingetekend. De dieptemetingen zijn beschikbaar tot 18 m uit de oever.
  - De schaikmaten worden direct aan de oever geplaatst.
  - De afstanden zijn in meters

**LEGENDA**

**BOVENAANZICHT**

Locatie Schaikmaten

**DWARSDOORSNEDEN**

Indicatief huidig maaiveld

Schaikmat

**Witteveen + Bos**

Wijz.	Getekend	Datum	Omschrijving
A			
B			
C			

**CONCEPT** 001  
22-12-2022

Opdrachtgever  
**Hoogheemraadschap van Rijnland**  
Project  
**Werkzaamheden KRW fase 3 waterlichamen**  
Schetsontwerp  
Onderdeel  
**Zegerplas inrichting**  
**Zegerplas - Schaikmaten**

Status	Getekend	M. Slob
Concept	Gecontroleerd	B. van den Berg
Datum	22-12-2022	B. van den Berg

Formaat	Schaal	Projectcode	Tekeningnummer	Bladnummer
A1	1:200	127701	1/1	1/1

Witteveen + Bos Raadgevende ingenieurs B.V. | Deventer  
Blaak 16 | Postbus 2397 | 3000 CJ Rotterdam | +31 (0)10 244 28 00 | www.witteveenbos.com | KvK 38020751

Bestandslocatie en -naam: P:\1277\127701\WP\50 Technische uitwerking\Zegerplas\schaikmaten\Schets schaikmaten\_Zegerplas\_vz.dwg





## BIJLAGE: NOTITIE ONTWERP HOUTEN DAMWAND OOST

## NOTITIE

---

Onderwerp	Ontwerp houten damwand Oost
Project	Vermindering uitwisseling Aarkanaal - Zegerplas
Opdrachtgever	Hoogheemraadschap Rijnland
Projectcode	127701
Status	Ongecontroleerd (aan dit document kunnen geen rechten worden ontleend)
Datum	2 december 2022
Referentie	-
Auteur(s)	ir. A.M.L. Dortland
Gecontroleerd door	ir. T.J. van der Wel
Goedgekeurd door	-
Paraaf	

Bijlage(n)	Bijlage I - Berekeningsresultaten D-sheet Bijlage II - Toetsing houten damwand
------------	---

Aan	<Bedrijf>/<Company>	<Namen>/<Names>
Kopie	<Bedrijf>/<Company>	<Namen>/<Names>

---

## 1 INLEIDING

De Zegerplas ligt aan de oostkant van het stedelijk gebied van Alphen aan den Rijn. De plas is in de jaren 70 ontstaan door het winnen van zand ten behoeve van de aanleg van de wijk Ridderveld. De Kromme Aar aan de oost- en westzijde van de plas behoren ook tot het waterlichaam.

Het waterlichaam maakt deel uit van het boezemstelsel van hoogheemraadschap Rijnland. Het oppervlak van de plas is van belang voor de bergingsfunctie. De plas wordt ook gebruikt voor recreatie waaronder zwemmen, kabelskibaan, surfen, duiken, varen en viswaterfunctie. In afbeelding 2.1 is de ligging en begrenzing van de plas aangegeven.

De Zegerplas staat aan de westzijde via de Kromme Aar in verbinding met de Oude Rijn en aan de noordoost en zuidoost zijde met het Aarkanaal. De Zegerplas ontvangt voornamelijk water vanuit de zuidoostelijke tak van het Aarkanaal, maar ook gemaal Ridderveld/Bijlen loost water vanuit de achterliggende polder op de plas en de Kromme Aar aan de noordoost- en westzijde staan in open verbinding met de plas.

Om de ecologische kwaliteit van de Zegerplas te verbeteren wordt overwogen om de plas (deels) te isoleren middels, bij voorkeur houten, damwanden. Deze notitie beschrijft het damwandontwerp voor de Noordoostelijke aantakking.

Afbeelding 1.1 Locatie en watersysteem Zegerplas



### Leeswijzer

Deze notitie bestaat uit de volgende onderdelen:

- o Uitgangspunten (hoofdstuk 3);
- o Toetsing ontwerp (hoofdstuk 4);
- o Conclusie (hoofdstuk 5).

## 2 REFERENTIES

In deze notitie is gebruik gemaakt van de volgende documenten:

- 1 NEN-EN 9997-1+C2 (nl) Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1: Algemene regels, d.d. november 2017;
- 2 CUR166 Damwandconstructies, 6<sup>e</sup> herziene druk, deel 1, d.d. juli 2012;
- 3 1227701/22-013.409 Definitief 02, d.d. 20 september 2022, Vermindering uitwisseling Aarkanaal - Zegerplas, Witteveen+Bos;
- 4 NEN-EN 1991-2+C1:2015/NB:2019 (nl) Belastingen op constructies - Deel 2: Verkeersbelasting op bruggen, d.d. november 2019.

## 3 UITGANGSPUNTEN

### 3.1 Hydraulische uitgangspunten

Het zomerpeil is NAP -0,61 m en het winterpeil is NAP -0,64 m [ref.3]. Het zomerpeil is toegepast in het ontwerp. Door de aanwezigheid van de damwand kunnen er lokale waterstandsverschillen optreden wat resulteert in een belasting op de damwand. Er is gerekend met een maximaal waterstandsverschil van 0,20 m in de bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT), deze waarde is gekozen als praktische waarde welke op zou

kunnen treden. Volgens de CUR166 [ref.3] dient er in de uiterste grenstoestand (UGT) getoetst worden met een additioneel waterstandsverschil van 0,2 m.

### 3.2 Profiel damwand

Een houten damwand heeft de voorkeur vanuit de opdrachtgever. Houten damwanden hebben een maximale lengte van 10 m en voor standaard houten damwanden is dit zelfs maar 6 m.

### 3.3 Veiligheidsfilosofie

De functie van de damwand is voorkomen van stroming van water van het Boezemkanaal door de Kromme Aar naar de Zegerplas. Bezijken van de damwand heeft geen grote gevolgen en daardoor is de damwand geclassificeerd als een RC0 constructie.

### 3.4 Bodemniveau

Er is aangenomen dat het bodemniveau 1,0 m onder de waterstand ligt.

### 3.5 Belasting

Onderstaande incidentele belastingen zijn toegepast op de damwand. Het is onwaarschijnlijk dat de aanvaarbelasting en de personenbelasting tegelijkertijd zal optreden. De aanvaarbelasting van de kano is maatgevend.

De aanvaarbelasting van de kano kan tegelijkertijd optreden met een waterstandsverschil van 0,2 m.

- aanvaarbelasting kano van 0,2 kN/m welke aangrijpt op de waterstand NAP -0,61 m;
- personenbelasting op de damwand welke optreedt als een normaal belasting van 0,8 kN/m conform NEN1991-2 art. 4.8 [ref.4].

### 3.6 Vervormingseis

Er is geen vervormingseis opgesteld.

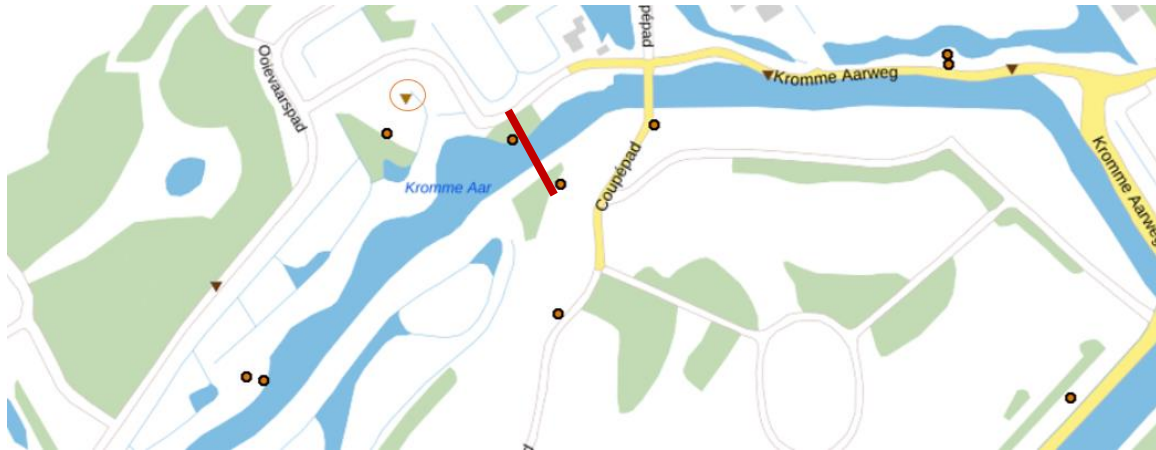
### 3.7 Grondopbouw

#### 3.7.1 Beschikbaar grondonderzoek

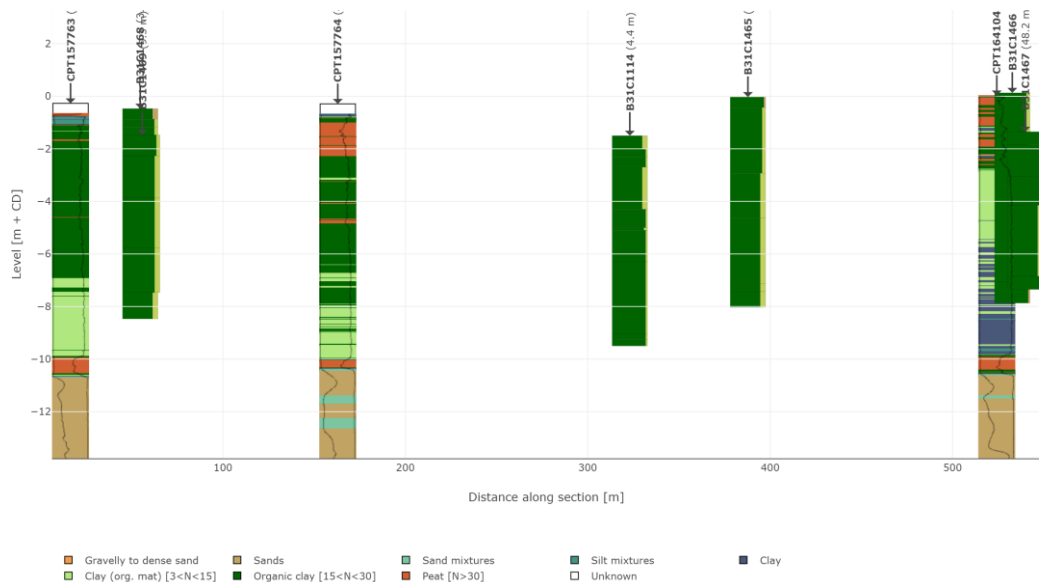
Een bovenaanzicht van het beschikbare grondonderzoek is weergegeven in Afbeelding 3.1 en het langprofiel in Afbeelding 3.2.



Afbeelding 3.1 Bovenaanzicht van het beschikbare onderzoek: driehoek = sondering, cirkel = boring. Sondering met oranje cirkel bevat geen gegevens. De locatie van de toekomstige damwand is aangegeven in rood.



Afbeelding 3.2 Langsprofiel van het beschikbare grondonderzoek (links = Noord-Oost, rechts = Zuid-West)



### 3.7.2 Grondopbouw en -parameters

Het langsprofiel in Afbeelding 3.2 laat zien dat er een dik pakket cohesieve lagen aanwezig is NAP -10,4 m met daaronder een zandige laag. De uitgevoerde sonderingen zijn geïnterpreteerd en een maatgevende grondopbouw op basis van sondering 157764 is afgeleid, zie Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Maatgevende bodemopbouw o.b.v. sondering 157764

ID	Classificatie	b.k. laag [m NAP]
1	veen, niet voorbelast, slap	-1,6
2	klei, organisch, slap	-2,1
3	veen, matig voorbelast, matig	-10,0
4	zand, schoon, matig	-10,4

Op basis van classificatie van de lagen zijn met tabel 2b uit NEN 9997-1 [ref.1] sterkteparameters afgeleid voor de verschillende aanwezige grondlagen. De wandwrijvingshoek  $\delta'$  is op basis van CUR166 afgeleid, waarbij voor zandige en kleiige lagen uitgegaan is van  $(2/3) \cdot \varphi'$  en voor venige lagen geldt  $\delta' = 0^\circ$ . Voor de horizontale beddingsconstanten zijn op basis van classificatie ook standaard waarden uit CUR166 gehanteerd [ref. 1]. In Tabel 3.2 zijn de parameters voor de verschillende aanwezige grondlagen gepresenteerd.

Tabel 3.2 Grondparameters

ID	Classificatie	$\gamma_{\text{droog}} / \gamma_{\text{sat}}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\varphi'$ [°]	$\delta'$ [°]	k1/k2/k3 [kN/m <sup>3</sup> ]
1	veen, niet voorbelast, slap	10 / 10	1	15	0	1000 / 500 / 250
2	klei, organisch, slap	13 / 13	0	15	10	2000 / 800 / 500
3	veen, matig voorbelast, matig	12 / 12	2,5	15	0	2000 / 500 / 250
4	zand, schoon, matig	18 / 20	0	32,5	21,7	20000 / 10000 / 5000

## 4 ONTWERP

### 4.1 Ontwerpresultaten

Er wordt een houten D40 damwand met een dikte van 0,075 m toegepast. De eigenschappen van de damwand worden nader toegelicht in Tabel 4.1. De fasering is zeer simpel en is beschreven in Tabel 4.2.

Tabel 4.1 Eigenschappen houten damwand D40 dikte = 0,075 mm

Eigenschap	Symbool	Eenheid	Waarde
b.k. damwand		m +NAP	-0,55
onderkant damwand		m +NAP	-6,55
elastische stijfheid	EI	kNm <sup>2</sup> /m	457
weerstandsmoment	W <sub>el</sub>	cm <sup>3</sup> /m	938
momentcapaciteit	M <sub>d</sub>	kNm/m'	14,42

Tabel 4.2 Fasering damwand

Faseringstap	Fase
1	Installatie damwand
2	Aanvaarbelasting kano + waterstandsverschil

De berekeningsresultaten en toetsing van de damwand zijn opgenomen in bijlage I en II. Een samenvatting is opgenomen in onderstaande Tabel 4.3. Het buigende moment is maatgevend met een eenheidscontrole van 0,94.

De damwand is in een cohesieve laag gefundeerd waardoor het verticaal draagvermogen getoetst dient te worden. Het verticale evenwicht voldoet in alle faseringsstappen en belastinggevallen.

Tabel 4.3 Berekeningsresultaten en toetsing houten damwand

Toetsingsaspect	belasting	toelaatbaar	eenheids controle
buigend moment - $M_{Ed}$ [kNm/m']	13,6	14,4	0,94
vervorming - u [mm]	51,2	-	acceptabel
gemobiliseerde weerstand [%]	75,2	100,0	0,75

## 5 CONCLUSIE

De damwand aan de Noordoostelijke aantakking heeft als enige functie waterkwaliteit scheiden. De damwand is niet ingebed in de dieper gelegen zandlaag maar is toch stabiel omdat de belastingen zeer beperkt zijn. Er dient een vrijstaande houten damwand D40 met een dikte van 0,075 m en een lengte van 6,0 m toegepast worden. Het maximale waterstandsverschil wat de damwand kan weerstaan in BGT is 0,20 m. In uiterste conditions (UGT) is een waterstandsverschil van 0,40 m toegestaan.



## BIJLAGE: BEREKENINGSRESULTATEN D-SHEET



## Report for D-Sheet Piling 20.2

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls  
Developed by Deltares



Date of report: 12/16/2022  
Time of report: 10:48:56 AM  
Report with version: 20.2.1.30962

Date of calculation: 12/16/2022  
Time of calculation: 10:48:23 AM  
Calculated with version: 20.2.1.30962

File name: Houtendamwand\_D40\_15.12.2022

Project identification: Zegerplase 127701  
Houten damwand oost

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

## 1 Summary

### 1.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Status
1	EC7(NL)-Step 6.3		-3,57	2,14	<b>0,0</b>	<b>48,6</b>	
1	EC7(NL)-Step 6.4		-3,54	2,54	<b>0,0</b>	<b>49,1</b>	
1	EC7(NL)-Step 6.5	0,0	0,00	0,00	<b>0,0</b>	<b>34,6</b>	
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		0,00	0,00			
2	EC7(NL)-Step 6.3		<b>-13,59</b>	12,01	<b>0,0</b>	<b>75,2</b>	
2	EC7(NL)-Step 6.4		<b>-13,59</b>	<b>12,03</b>	<b>0,0</b>	<b>75,2</b>	
2	EC7(NL)-Step 6.5	<b>51,2</b>	-3,41	2,18	<b>0,0</b>	<b>46,3</b>	
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		-4,09	2,62			

Max		<b>51,2</b>	<b>-13,59</b>	<b>12,03</b>	<b>0,0</b>	<b>75,2</b>	
-----	--	-------------	---------------	--------------	------------	-------------	--

Stage nr.	Verification type	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	
2	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	

Max		Sufficient
-----	--	------------

### 1.2 Overall Stability per Stage

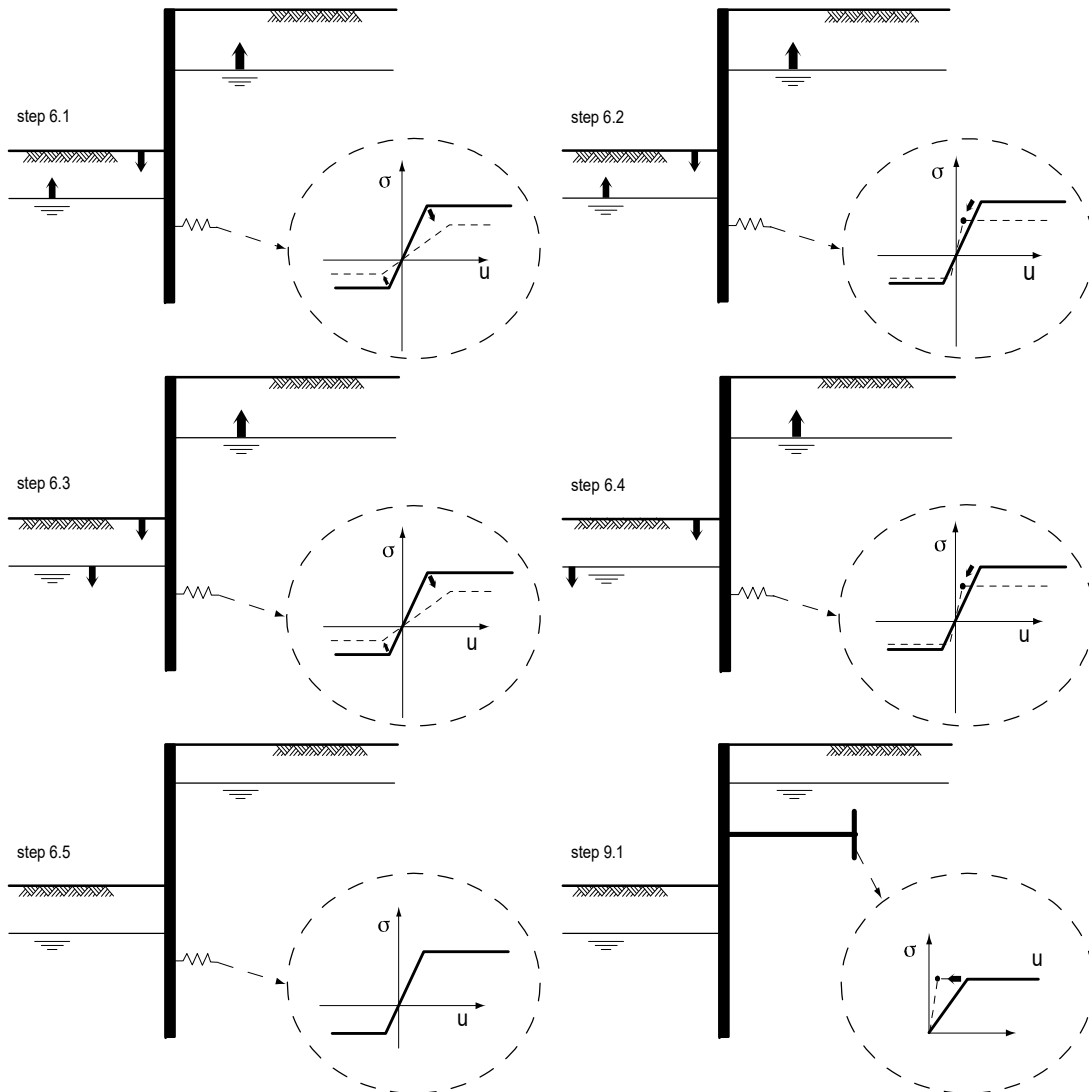
Stage name	Stability factor [-]
Installatie	286,55
Bovenbelasting + waterstandverschil	5,68

### 1.3 Warnings

Vertical balance:

The resultant vertical friction force is directed upward in stage 1 ,2 because the friction force on the passive side exceeds that on the active side. This might be prevented by reducing the friction angle Delta on the passive side.

1.4 CUR Verification Steps



End of Report



## BIJLAGE: TOETSING HOUTEN DAMWAND

Project **Vermindering uitwisseling Aarkanaal - Zegerplas**  
 Projectcode **127701**  
 Onderwerp **Houten damwand Oost**  
 Adviseur **A.M.L. Dortland**  
 Datum **15-12-2022**

**TITEL**

Berekening van houten damwanden conform:  
 - NEN-EN 1995-1-1+C1+A1:2011, Eurocode 5 - Ontwerp en berekening van houtconstructies - Deel 1-1: Algemeen - Gemeenschappelijke regels en regels voor gebouwen.  
 - NEN-EN 338:2016: Hout voor constructieve toepassingen - Sterkteklassen.

**UITGANGSPUNTEN**

**Algemeen**

Taal = **NL**

**Materiaal**

Houtsoort	=	hout	Geometrie		
Volumieke massa	$\rho$	<b>Okan</b> [-]	Lengte	L	= <b>6000</b> [mm]
Duurzaamheidsklasse		950 [kg/m <sup>3</sup> ]	Breedte	B	= <b>1000</b> [mm]
Sterkteklasse		DC1 [-]	Hoogte	H	= <b>75</b> [mm]
Buigsterkte	$f_{m,k}$	D40 [-]	Hoogtefactor	$k_H$	= <b>1,00</b> [-]
Elasticiteitsmodulus bij buiging	$E_{mean}$	40,0 [N/mm <sup>2</sup> ]	System strength factor	$k_{sys}$	= <b>1,00</b> [-]
		13000 [N/mm <sup>2</sup> ]			

**BEREKENINGEN**

**Algemene eigenschappen**

Oppervlakte	A	=	7,50E+04 [mm <sup>2</sup> /m]	Modificatiefactor voor klimaatklasse en belastingduurklasse	
Weerstandsmoment	$W_{el}$	=	9,38E+05 [mm <sup>3</sup> /m]	Klimaatklasse	= <b>3</b> [-]
Traagheidsmoment	I	=	3,52E+07 [mm <sup>4</sup> /m]	Belastingduurklasse	= <b>Blijvend</b> [-]
				Modificatiefactor	$k_{mod}$ = <b>0,50</b> [-]

**Bruikbaarheidsgrenstoestand eigenschappen**

Materiaalfactor	$Y_{M,BGT}$	=	1,00 [-]	Uiterste Grenstoestand eigenschappen	
Elasticiteitsmodulus	$E_{d,BGT}$	=	13000 [N/mm <sup>2</sup> ]	Materiaalfactor	$Y_{M,UGT}$ = <b>1,30</b> [-]
Buigstijfheid	$EI_{BGT}$	=	457 [kNm <sup>2</sup> /m]	Elasticiteitsmodulus	$E_{d,UGT}$ = <b>10000</b> [N/mm <sup>2</sup> ]
Rekenwaarde buigsterkte	$f_{m,d,BGT}$	=	20,0 [N/mm <sup>2</sup> ]	Elastische stijfheid	$EI_{UGT}$ = <b>352</b> [kNm <sup>2</sup> /m]
Max. buigend moment	$M_{Rd,BGT}$	=	18,8 [kNm/m]	Rekenwaarde buigsterkte	$f_{m,d,UGT}$ = <b>15,4</b> [N/mm <sup>2</sup> ]
				Max. buigend moment	$M_{Rd,UGT}$ = <b>14,4</b> [kNm/m]

**Controle optredend moment**

Optredend moment  $M_{Ed}$  = **13,6** [kNm/m]  
 Spanning in uiterste vezel  $\sigma_{Ed}$  = **14,5** [N/mm<sup>2</sup>]

Unity check = **0,94** [-]

**INPUT VOOR D-SHEET PILING**

Name	Material type	Section bottom level [m]*	Elastic stiffness EI [kNm <sup>2</sup> /m]	Acting width [m]	$M_{r,char,el}$ [kNm/m]	Modification factor [-]	Material factor [-]	Reduction factor maximum moment [-]	$M_{r,d,el}$ [kNm]	Reduction factor EI [-]	Note to reduction factor	Height [mm]	Coating area [m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> wall]	Section area [cm <sup>2</sup> /m]	Elastic section modulus $W_{e}$ [cm <sup>3</sup> /m]	Width of sheet piles [m]
Okan D=75mm, BGT	Wood		4,570E+02	1,00	37,50	0,50	1,00	1,00	18,75	1,00	-	75	1,00	750	938	1
Okan D=75mm, UGT	Wood		3,516E+02	1,00	37,50	0,50	1,30	1,00	14,42	1,00	-	75	1,00	750	938	1

\* Vul in D-Sheet Piling



